



Doctorado en
ADMINISTRACIÓN

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas

División de Estudios de Posgrado

Programa de “Doctorado en Administración”



“El índice de innovación y la inversión de recursos en el estado de Michoacán”

TESIS

Que para obtener el grado de

Doctora en Administración

Presenta:

M.C.I.M. Artemisa Zaragoza Ibarra

Director de Tesis:

Dr. Gerardo Gabriel Alfaro Calderón

Co-director de Tesis:

Dr. Víctor Gerardo Alfaro García

Morelia, Michoacán. Noviembre 2021

Contenido

Glosario	1
Introducción.....	2
Capítulo 1. Fundamentos de la Investigación	3
1.1. Planteamiento del Problema	4
1.1.1. Descripción del Problema	4
1.1.2. Preguntas de Investigación.....	12
1.1.3. Objetivos de la investigación	13
1.1.4. Hipótesis de la Investigación.	14
1.2. Variables involucradas	15
1.2.1. Variables dependientes.	15
1.2.2. Variables independientes.	15
1.3. Justificación.....	15
1.3.1. Trascendencia.	15
1.3.2. Importancia.....	16
1.4. Acotación Espacio-Temporal.	17
1.4.1. Viabilidad de la investigación.	17
1.4.2. Alcances de la investigación.	17
1.5. Extensión y limitaciones de la investigación.	17
1.5.1. Extensión.....	17
1.5.2. Limitaciones.....	18
Capítulo 2. Marco Referencial.....	18
2.1. Modelos	18
2.2. Modelos de Innovación en el Mundo	19
2.2.1. Modelo Nacional de Innovación	20
2.3. Índice de Innovación.....	23
2.3.1. Manual de Frascati.....	24
2.3.2. Manual de Oslo.....	25
2.3.3. Índice Global de Innovación.	26
2.3.4. Índice Nacional de Innovación	27
2.4. Indicadores de inversión estatal.....	29
2.5. Trabajos previos.....	29
Capítulo 3. Marco Teórico.....	33
3.1. Pragmatismo en las ciencias sociales	33
3.2. Teoría general de la Administración.....	35

3.3.	Teoría de la toma de decisiones	38
3.4.	Redes Neuronales	39
3.5.	Expertones	40
3.6.	Análisis de Sensibilidad	41
3.7.	Teoría de las situaciones.....	45
Capítulo 4.	Metodología.....	45
4.1.	Diseño de la investigación	45
4.1.1.	Parte 1: Construcción de la función de relación.....	48
4.1.2.	Parte 2: Optimización de la red neuronal.....	51
4.1.3.	Parte 3: Regionalización de la propuesta	51
4.1.4.	Parte 4: Análisis de sensibilidad.....	53
Capítulo 5.	Resultados.....	58
5.1.	Diseño del primer modelo sobre los indicadores de inversión	58
5.2.	Segundo modelo del índice de innovación.....	67
5.3.	Primera optimización.....	69
5.4.	Expertones	71
5.5.	Propuesta por análisis de incidencias e inversión real	73
5.6.	Análisis de sensibilidad	75
5.6.1.	Discusión de resultados	76
5.7.	Situaciones.....	87
5.7.1.	Situación 1. Mayor peso al resultado de optimización.	87
5.7.2.	Situación 2. Mayor peso a la opinión de expertos.	88
5.7.3.	Situación 3. Mayor peso a la propuesta por análisis de incidencias.	89
5.7.4.	Situación 4. Mayor peso a la inversión real.....	90
5.7.5.	Integración de la propuesta final.....	92
5.8.	Prueba de Hipótesis	93
5.8.1.	Hipótesis 1. El modelo	93
5.8.2.	Hipótesis 2. La optimización	94
Capítulo 6.	Conclusiones	98
6.1.	De la investigación empírica	98
6.2.	Hipótesis específica 1. El modelo	99
6.3.	Hipótesis específica 2: La optimización	100
6.3.1.	De la relación del Capítulo 5000: Bienes muebles, inmuebles e intangibles con el Índice Nacional de Innovación.	101
6.4.	Hipótesis específica 3: Condiciones regionales	102

6.5.	Hipótesis general: Propuesta de reinversión.....	103
6.5.1.	Del análisis de sensibilidad	103
6.6.	Limitaciones y trabajos futuros	105
	Bibliografía	105
	Anexos.....	118
	Anexo 1. Análisis de los programas estatales	119
	Anexo 2. Índice Nacional de Innovación Parte 1.....	121
	Anexo 3. Distribución de los capítulos presupuestales.....	123
	Anexo 4. Distribución de los capítulos presupuestales ampliados.....	125
	Anexo 5. Matriz de congruencia.....	135
	Anexo 6. Operacionalización de variables.....	139
	Anexo 7. Análisis General de los Métodos de Optimización.....	158
	Anexo 8. Primera red neuronal	162
	Anexo 9. Base de datos utilizada.....	165
	Anexo 10. Segunda red neuronal	166
	Anexo 11. Código de la red neuronal	169
	Anexo 12. Cuestionario de consulta a expertos.....	171
	Anexo 13. Código fuente del análisis de sensibilidad	184
	Anexo 14: Tabla de valores.....	185
	Anexo 15: Matriz de similitudes.....	192

Tablas

Tabla 1	Composición del índice global de innovación.....	26
Tabla 2	Propuestas de reinversión, resultado de la investigación previa	56
Tabla 3	Asignación de variables dentro del vector w a las propuestas de reinversión.....	57
Tabla 4	Pesos obtenidos para las variables en la red neuronal.....	63
Tabla 5	Variables asignadas a las dimensiones de la inversión estatal	67
Tabla 6	Resultados de la segunda red neuronal para el Índice Nacional de Innovación	68
Tabla 7	Resultados de la optimización	70
Tabla 8	Resultados de la opinión de los expertos en propuesta directa.....	73
Tabla 9	Resultados de la opinión de los expertos en análisis de incidencias.....	74
Tabla 10	Inversión promedio en el estado entre 2013-2019	74
Tabla 11	Coeficientes de la propuesta de reinversión final considerando solo la generada por históricos	77
Tabla 12	Vector de pesos para situación 1	87
Tabla 13	Propuesta de reinversión bajo situación 1	87

Tabla 14 Propuesta de reinversión bajo situación 1	88
Tabla 15 Propuesta de reinversión bajo situación 2	89
Tabla 16 Vector de pesos para situación 3	89
Tabla 17 Propuesta de reinversión para situación 3	90
Tabla 18 Vector de pesos para situación 4	91
Tabla 19 Vector de pesos para situación	91
Tabla 20 Vector de pesos.....	92
Tabla 21 Propuesta de reinversión final	92
Tabla 22 Análisis de varianza sobre el puntaje general de innovación obtenido del Índice Nacional de Innovación y los valores calculados mediante la función matemática obtenida	94
Tabla 23 Análisis de varianza sobre el puntaje general de innovación obtenido de la matriz de similitudes	95
Tabla 24 Parámetros para la aplicación del método de Tukey	96
Tabla 25 Resultados del método de Tukey para la comparación de la columna de Optimización con el resto de los estados	96
Tabla 26 Clasificación de los programas de acuerdo a la variable atendida en el modelo de Adams	119
Tabla 27 Clasificación de los programas de acuerdo a la variable atendida en el modelo de Oslo.....	119
Tabla 28 Clasificación de los programas de acuerdo a la variable atendida en el modelo del Programa Nacional de Innovación.....	120
Tabla 29 Clasificación de los programas de acuerdo a la variable atendida en el modelo de Frascati	120
Tabla 30 Datos normalizados y estandarizados del índice de Innovación Parte 1.....	121
Tabla 31 Datos normalizados y estandarizados de la inversión estatal de México Parte 2	123
Tabla 32 Indicadores de Inversión Pública. Datos normalizados y estandarizados	125
Tabla 33 Indicadores de materiales y suministros. Datos normalizados y estandarizados	126
Tabla 34 Indicadores de Recursos asignados a municipios. Datos normalizados y estandarizados	128
Tabla 35 Indicadores de Servicios personales. Datos normalizados y estandarizados	129
Tabla 36 Indicadores de Transferencias, Asignaciones, Subsidios y otras ayudas. Datos normalizados y estandarizados	130
Tabla 37 Indicadores de Bienes muebles, inmuebles e intangibles. Datos normalizados y estandarizados	131
Tabla 38 Indicadores de Servicios generales. Datos normalizados y estandarizados	133
Tabla 39 Matriz de Congruencia	135
Tabla 40 Operacionalización de variables	139
Tabla 41 Análisis general de métodos de optimización	158
Tabla 42 Valores de las dimensiones de la inversión estatal y el índice de innovación.....	165
Tabla 43 Resultados del análisis de sensibilidad. Ordenado de mayor a menor de acuerdo al índice de innovación	185
Tabla 44 Matriz de similitudes Parte 1	192
Tabla 45 Matriz de similitudes Parte 2	193
Tabla 46 Matriz de similitudes Parte 3	194

Figuras

Figura 1 Índice de Innovación: México	22
Figura 2 Innovación vs. Competitividad: México.....	23
Figura 3 Diagrama de red neuronal con Pilares de Innovación como subcapa	59
Figura 4 Diagrama de la red neuronal utilizando una sola capa	60

Figura 5 Gráfica de la función sigmoide	61
Figura 6 Diagrama de la red neural construida	62
Figura 7 Errores del modelo	63
Figura 8 Contrastación de modelos	65
Figura 9 Representación gráfica del resultado del análisis de sensibilidad	76
Figura 10 Resultado del análisis de sensibilidad ordenando de mayor a menor por la propuesta generada por optimización	78
Figura 11 Resultado del análisis de sensibilidad ordenando de mayor a menor por la propuesta generada por Expertos	79
Figura 12 Resultado del análisis de sensibilidad ordenando de mayor a menor por la propuesta generada por Incidencias	80
Figura 13 Resultado del análisis de sensibilidad ordenando de mayor a menor por la propuesta generada por Históricos	81
Figura 14 Índice de innovación vs. peso en la propuesta obtenida por Optimización	82
Figura 15 Índice de innovación vs. peso en la propuesta obtenida por Expertos	83
Figura 16 Índice de innovación vs. peso en la propuesta obtenida por Incidencias	84
Figura 17 Índice de innovación vs. peso en la propuesta obtenida por Real	85
Figura 18 Representación gráfica de y_0 y el análisis de sensibilidad	86
Figura 19 Ajuste de la red neuronal.....	162
Figura 20 Comportamiento del gradiente a través de las iteraciones	163
Figura 21 Comportamiento del valor de error a través de las iteraciones	164
Figura 22 Ajuste de la red neuronal.....	166
Figura 23 Comportamiento del gradiente a través de las iteraciones	167
Figura 24 Comportamiento del valor de error a través de las iteraciones	168

Ecuaciones

Ecuación (1).....	11
Ecuación (2).....	11
Ecuación (3).....	28
Ecuación (4).....	54
Ecuación (5).....	54
Ecuación (6).....	54
Ecuación (7).....	54
Ecuación (8).....	55
Ecuación (9).....	55
Ecuación (10)	55
Ecuación (11)	56
Ecuación (12)	56
Ecuación (13)	56
Ecuación (14)	56
Ecuación (15)	57
Ecuación (16)	57
Ecuación (17)	61
Ecuación (18)	61
Ecuación (19)	62
Ecuación (20)	66

Ecuación (21)	66
Ecuación (22)	68
Ecuación (23)	68
Ecuación (24)	69
Ecuación (25)	69
Ecuación (26)	69
Ecuación (27)	78
Ecuación (28)	94
Ecuación (29)	94
Ecuación (30)	94
Ecuación (31)	95
Ecuación (32)	95
Ecuación (33)	95
Ecuación (34)	97
Ecuación (35)	97
Ecuación (36)	97
Ecuación (37)	97
Ecuación (38)	97

Glosario

- **Capítulos presupuestales:** Apartados dentro de los informes de ingresos y egresos públicos que permiten el registro del conjunto de recursos captados, así como su aplicación. (INEGI, 2016)
- **Experto:** Persona que proporciona una opinión subjetiva de un fenómeno mediante la valuación de sus elementos. (Kaufmann, 1988)
- **Expertón:** Extensión del concepto de conjuntos probabilísticos o conjuntos difusos aleatorios, donde la probabilidad de cada alfa-corte es reemplazada por un intervalo de probabilidades recolectadas de las opiniones de expertos de forma estadística. (Kaufmann, 1988)
- **Función de activación:** Transformación lineal o no lineal que proporciona la salida de una neurona en una red neuronal. (Hu y Hwang, 2002)
- **Función de relación:** Función matemática que determina el comportamiento de una variable en relación con otra.
- **I+D:** Investigación y Desarrollo. En inglés R+D por research and development.
- **Indicadores de inversión estatal:** Registros de los recursos financieros que proporcionan información homologada y normada sobre su origen y aplicación. (INEGI, 2016)
- **Índice Nacional de Innovación:** Estudio realizado por el Venture Institute y la Secretaría de Economía, que describe al país con respecto a su actividad y capacidad de innovación, generando un ranking de clasificación de las entidades federativas. (Venture Institute et al., 2013)
- **Innovación:** “Producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de ambos) que difiere significativamente de la unidad de producto o proceso previo, y se ha puesto a

disposición de usuarios potenciales (producto) o puesto en uso por la unidad (proceso)”
(OECD/Eurostat, 2018)

- **Lógica Difusa:** Es la ciencia que norma los principios formales del razonamiento, a fin de modelar sus modos imprecisos para la toma de decisiones racionales en la incertidumbre.
(Zadeh, 2013)
- **Regionalización:** Adaptar la solución del problema para que sea viable para una región en específico.
- **Situación:** Donde se encuentra el actor y la acción. “Una misma realidad es al mismo tiempo muchas situaciones dependiendo cómo está situado el actor y cuál es su acción”(Matus, 1980)
- **Tomador de decisiones:** Para esta investigación en particular será la persona que participa o participó en procesos de planeación gubernamental considerado también como experto.

Agradecimientos

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo recibido durante el curso del programa de doctorado, para la realización del proyecto de tesis “El índice de innovación y la inversión de recursos en el estado de Michoacán”

A los doctores, Dr. Gerardo G. Alfaro Calderón y Dr. Víctor G. Alfaro García por su instrucción, colaboración y guía durante el desarrollo de esta investigación.

A los doctores, Dr. Oscar V. De la Torre Torres, Dr. Antonio Kido Cruz y Dr. Zoe Infante Jiménez por sus valiosas aportaciones a este trabajo durante el curso y el tiempo dedicado a la revisión y evaluación.

Por último, a todos los profesores que, de una u otra forma, contribuyeron en mi formación a lo largo del doctorado.

Resumen

Durante la medición del Índice Nacional de Innovación del año 2013, el estado de Michoacán se colocó dentro de los últimos cinco lugares en innovación, por lo que la administración de gobierno 2015-2021, propuso realizar acciones para colocarlo dentro de los primeros cinco lugares. Estas acciones se ven limitadas por la cantidad de recursos económicos disponibles, por lo que en esta investigación se plantea como hipótesis el aumento del índice de innovación en el estado, mediante una distribución distinta de los recursos económicos disponibles. Para ello, empleando redes neuronales, se construyó una función matemática que relaciona al Índice Nacional de Innovación con los indicadores estatales de inversión, y mediante un proceso de optimización, se obtuvo una distribución presupuestaria teórica ideal. Posteriormente utilizando lógica difusa, se agregaron las opiniones de los expertos y la distribución actual de recursos, lo que generó una serie de propuestas regionalizadas viables que permitirían aumentar el índice de innovación del estado de Michoacán. Por último, se realizó un análisis de sensibilidad con el que se puede observar gráficamente el comportamiento de las variaciones en la solución propuesta. Se concluyó con un conjunto de soluciones viables, de las cuales se observó que aquella que requiere una variación menor sobre la inversión actual de recursos, será la que tendrá un menor costo de implementación.

Palabras Clave Innovación, Redistribución de Recursos, Redes Neuronales, Optimización, Lógica Difusa.

Abstract

During the measurement of the National Innovation Index for 2013, the state of Michoacán was placed within the last five places in innovation, so the government administration 2015-2021, proposed to carry out actions to place it within the first five places. These actions are limited by the amount of available economic resources, which is why this research hypothesizes the increase in the innovation index in the state, through a different distribution of the available economic resources. To do this, using neural networks, a mathematical function was built that links the National Innovation Index with the state investment indicators, and through an optimization process, an ideal theoretical budget distribution was obtained. Subsequently, using fuzzy logic, the opinions of the experts and the current distribution of resources will be added, which generated a series of viable regionalized proposals that would allow increasing the innovation index of the state of Michoacán. Finally, a sensitivity analysis was carried out with which the behavior of the variations in the proposal can be graphically observed. It was concluded with a set of viable solutions, of which it is indicated that the one that requires a smaller variation on the current investment of resources, will be the one that will have the lowest implementation cost.

Keywords: Innovation, Resources Redistribution, Neural Network, Optimization, Fuzzy Logic.

Introducción

A lo largo del tiempo, la innovación ha sido considerada un elemento importante para lograr el desarrollo económico de las naciones, permitiendo la creación de productos y servicios novedosos, que benefician a la sociedad y mejoran su calidad de vida. En México, la innovación es considerada dentro de la Ley de Ciencia y Tecnología como un impulsor de la competitividad, y se ha instaurado como un objetivo particular en muchos de los estados de la república mexicana. Tal es el caso de Michoacán, estado del centro del país cuyo gobierno fijó como objetivo desde el año 2015, colocarse como uno de los primeros cinco estados con mayor índice de innovación en la república, a fin de proporcionar una mejor calidad de vida en sus habitantes. Para el año 2013, Michoacán se ubicó dentro de los últimos tres estados en el Índice Nacional de Innovación, y las estrategias para elevar su calificación se enfocaron básicamente en el otorgamiento de equipo de trabajo y créditos. Esto requirió una inversión que impacta únicamente a uno de los siete pilares de la innovación, y se vio limitada por la cantidad de recursos que el estado puede dirigir hacia la estrategia.

En esta investigación, se propone un enfoque distinto para lograr un aumento en el índice de innovación estatal, considerando la distribución de recursos y el índice de innovación en el estado como variables en un proceso sistémico, que involucra la toma de decisiones y la planeación estratégica situacional, y se fortalecen con el uso de modelos bioinspirados, y herramientas de la lógica difusa, con una visión filosófica pragmática. El objetivo de esta tesis es realizar una propuesta de reinversión de recursos para el estado de Michoacán, que permita un aumento en el índice de innovación de la entidad. Para ello se propone una investigación conformada por tres partes. La primera, la construcción de un modelo matemático que refleja la relación que existe entre los indicadores de inversión estatal y el índice de innovación. La segunda fase de la investigación consiste en optimizar la función obtenida en el modelo para determinar matemáticamente una propuesta de distribución que permita un incremento del índice de innovación, hasta los niveles deseados. La tercera parte es la intervención de expertos para la

formación de una propuesta final, que considera los factores regionales que facilitan u obstaculizan la aplicación de la propuesta de reinversión obtenida matemáticamente, de acuerdo a la experiencia de los involucrados en el proceso.

En el primer capítulo de este documento se abordan los fundamentos de la investigación en los que se plantea el problema y se definen las variables que en él participan. También se plantean las hipótesis que serán probadas durante el desarrollo de este trabajo. El segundo capítulo muestra el Marco Referencial donde se describen los diferentes modelos de innovación que se encuentran alrededor del mundo, incluyendo el Modelo Nacional de Innovación al igual que el Índice Nacional de Innovación. En el tercer capítulo, se desarrolla el Marco Teórico, en donde tratan las teorías relevantes para esta investigación. El cuarto capítulo describe la metodología que se sigue para la solución del problema, así como la aplicación de las herramientas necesarias y los procesos para obtener los resultados. El quinto capítulo muestra los resultados obtenidos mediante el desarrollo de la metodología, y proporciona una propuesta final para la reinversión de recursos en el Estado de Michoacán. Por último, en el sexto capítulo se describen las conclusiones observadas para cada una de las hipótesis planteadas en esta investigación.

Capítulo 1. Fundamentos de la Investigación

En esta investigación se analizan los programas estatales y federales que fomentan la innovación en Michoacán a fin de determinar si atienden todas las variables necesarias para que el índice de innovación en el estado se eleve de manera significativa con el propósito de lograr el objetivo establecido en la agenda de innovación 2015-2018, en la que se espera posicionar al estado dentro de los cinco primeros estados en el ranking nacional de innovación. En esta primera parte se abordan los fundamentos de la tesis.

1.1. Planteamiento del Problema

El planteamiento del problema consiste en identificar un hecho o fenómeno del cual no se tiene toda la información, o aún no se ha verificado (Monje Álvarez, 2011).

Para esta investigación, el problema surge debido a que, a pesar de la existencia de programas estatales y federales para el fomento a la innovación en el estado, Michoacán sigue calificando en el lugar número 29 en el ranking nacional de innovación (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015), generando como consecuencia un bajo nivel de desarrollo económico en el estado.

1.1.1. Descripción del Problema

En esta etapa se describen en términos concretos y explícitos los hechos que integran el objeto de verificación, y se identifica la situación actual (Méndez Alvarez, 1988).

Este trabajo parte de considerar al desarrollo económico como un proceso que implica crecimiento sostenido, mejoras en la distribución del ingreso basados en la generación y difusión de capacidades tecnológicas endógenas, un cambio estructural relacionado con los nuevos productos, procesos y formas de organización en la producción. La mayoría de las mejoras en los estándares de vida desde la Revolución industrial han sido resultado de nuevos y mejorados productos, procesos o servicios. En la actualidad la innovación toma aún más importancia debido a que la globalización ha forzado a todos los países a elevar sus actividades económicas en la cadena de valor para asegurar su competitividad y su prosperidad, dando gran importancia a los elementos con valor agregado en el proceso económico. Investigaciones económicas muestran una relación cercana entre capacidad de innovación y éxito económico tanto a nivel macro y micro económico. A nivel macroeconómico se observa que aproximadamente el 50% de las diferencias entre países en el ingreso per cápita y el crecimiento se debe las diferencias provocadas por la influencia del desarrollo tecnológico e innovación, con una fuerte influencia en la I+D, en la productividad total de los factores. De igual forma a nivel microeconómico se

demuestra que en todos los sectores de actividades, desde los de alta tecnología hasta los basados en recursos tradicionales, las compañías innovadoras muestran mejor rendimiento y crean más y mejores trabajos. De acuerdo a un análisis de innovación realizado por la OECD, se muestra que la innovación incrementa la productividad laboral de las firmas, siendo Brasil, Corea y Nueva Zelanda los países más notables.(Bárcena, 2008; OECD, 2014)

Actualmente, Suiza ocupa el primer lugar a nivel mundial en el ranking de innovación, seguido por Suecia y Noruega. Los dos primeros países comparten la característica de emplear dos o más modelos de inversión en innovación, uno de ellos apoyando el desarrollo de la innovación en empresas privadas mientras que el otro apoya la innovación abierta, la cual tiene como objetivo socializar el conocimiento y los nuevos procesos a fin de crear un sistema cooperativo para aumentar el desarrollo económico del país y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Un factor compartido por los países que se encuentran en los primeros lugares del ranking es que buscan el equilibrio entre la inversión pública y privada, ya que la inversión pública puede absorber riesgos mientras que la privada tiene el capital para innovar. (Government Offices of Sweden, 2012; Henry, 2003; Hippel y Krogh, 2003; Swiss Confederation, 2015; Tidd, 2006)

Es natural considerar que la única razón por la que Suiza ocupa el primer lugar global en innovación es por la cantidad de recursos que se invierten en este país para la investigación y el desarrollo, pues el gasto interno bruto en I+D es de 1703.91 PPA (Paridad del Poder Adquisitivo) en contraste con el de Chile, por ejemplo, que es el primer país del bloque latinoamericano, ubicado en el lugar número 46 con un gasto de 77.95529 PPA. Sin embargo, de los cinco primeros lugares en innovación, es Finlandia quien gasta un mayor porcentaje de su PIB en I+D con un 3.41594% en contraste con Suiza, que ocupa el tercer lugar con un 2.96635%. De forma análoga en el bloque latinoamericano tenemos a México como el de mayor porcentaje de su PIB gastado en I+D de 0.49364% ubicado en el lugar 58 en el índice de innovación, en contraste con el 0.36486% de gasto en Chile. De igual forma se observa a Chile como el

país con menor inversión en innovación de todos aquellos que se contemplan en la OCDE.(Dutta et al., 2004; OCDE, 2016; UNESCO, 2018)

Una vez analizado la cantidad de recursos que cada uno de los países invierte en su I+D, podemos enfocarnos a su distribución. Los modelos de innovación suizos les permiten cubrir seis de los siete pilares de la innovación, mientras que México solo cubre cinco y Chile dos. Sin embargo, nuevamente destaca que al igual que Suiza, Chile ha cambiado su política de inversión enfocándola ahora a un modelo de innovación abierta. Un caso probado del que se tiene registro de un cambio similar con resultados satisfactorios es Finlandia, nación que llevó a cabo un programa de redistribución de recursos para la innovación logrando recuperar su quinto lugar en el año 2016 y mantenerse actualmente, después de un desplome que tuvo en el año 2015, donde cayó desde el lugar número 4 hasta el lugar número 6 en el ranking global de innovación.(Aho et al., 2008; Cortés et al., 2013; Dutta et al., 2004; Swiss Confederation, 2015)

De acuerdo con lo anterior, comienzan a plantearse diversas preguntas, como, por ejemplo, ¿qué factores realmente influyen en un aumento positivo y significativo del índice de innovación en las naciones?, ¿por qué a pesar de tener una inversión mayor que un país similar como lo es Chile, nos encontramos tan alejados de él?, ¿es posible que la forma de distribuir los recursos que se invierten sea determinante en el impacto que se tiene sobre el índice de innovación?, ¿por qué a pesar de solo invertir en dos pilares de innovación, Chile ha logrado tan buenos resultados?, ¿es que existen pilares que impactan a otros en consecuencia?

El aumento en la competitividad y asegurar una posición líder en los mercados internacionales de productos de alta tecnología en la industria doméstica son condiciones básicas para el desarrollo económico, el cual incluye un desarrollo económico intensivo asociado con la mejora de la calidad de los recursos mediante el uso de los logros en el progreso científico y tecnológico. Este último relacionado directamente con la innovación ya que incluye como factor determinante de la calidad de los recursos al

conocimiento tecnológico, que implica entender los métodos de bienes y servicios lo mejor posible, desarrollo de mejores prácticas, conocimiento del grado de maestría del capital humano en esos métodos y transformación del conocimiento en habilidad de trabajo. (Yakovleva et al., 2015)

En un periodo de aproximadamente 10 años, el producto interno bruto per cápita de la región de América Latina y el Caribe paso de 100 a 110 puntos, mientras que en la región de Asia del Este y el Pacífico fue de 100 a 210 puntos en el mismo periodo. En las mismas regiones el índice de desarrollo económico del 2010 al 2015 fue de -2.2% y 5.7% respectivamente. Sin embargo, no toda Latinoamérica tiene el mismo comportamiento. Mientras que para los países sudamericanos se esperaba una contracción del 2.6% en 2016 a causa de la disminución de los precios de los productos básicos y la desaceleración de la economía en China, para México, América Central y el Caribe se esperaba una expansión moderada de 2.7% para el mismo año. A pesar de sí haber logrado un crecimiento económico moderado, aún nos encontramos a más del 60% de distancia de la media los países de la OECD, y la brecha con nuestro país vecino cada vez se ensancha más. (Cordera y Provencio, 2015; OECD, 2017a; The World Bank, 2016)

En el caso particular de México, a pesar de que las reformas estructurales han propiciado el crecimiento económico del país, este crecimiento no ha sido homogéneo y la disparidad entre los estados del norte y centro, y los estados del sur es cada vez más amplia. Algunos indicadores de bienestar son más bajos incluso al promedio de la OCDE y su desigualdad es marcada. (OECD, 2017a, 2017b)

Una razón importante por la cual México mantiene un bajo crecimiento del producto interno bruto a pesar de haber logrado una estabilidad macroeconómica y lanzar importantes reformas estructurales es la lenta realización de la importancia de la inversión en innovación como un conductor el crecimiento y la competitividad. Perder competitividad en actividades basadas en el conocimiento puede hacerse un proceso continuo, lo que obstaculiza el aprovechamiento de oportunidades ofrecidas por los efectos secundarios internacionales de la creciente inversión de los competidores en el conocimiento debido a la limitada innovación. (OECD, 2014)

Específicamente para el estado de Michoacán, el PIB creció en comparación a la media nacional, sin embargo, en el año 2015 se reflejaron cifras bajas respecto a esa media, posicionándonos como uno de los estados con bajo porcentaje de población con acceso al IMSS, con bajo porcentaje de población económicamente activa ocupada y bajo porcentaje de inversión extranjera directa. En tema de escolaridad en Michoacán, durante el año 2015, se registró un porcentaje menor de escolaridad y uno mayor de analfabetismo en comparación al porcentaje total nacional, mientras que, en el ranking nacional de ciencia, tecnología e innovación del 2013, el estado se posicionó en el lugar nacional número veinticinco, y aún un lugar más bajo en cuanto a tecnologías de la información y comunicaciones. (Calderón Ordoñez, 2015; Gobierno del Estado de Michoacán, 2015)

Otro índice que también utiliza la innovación como subíndice para su medición es el de competitividad. Actualmente, México se encuentra en la posición número 51 de un total de 138 países, contrastando fuertemente con el tercer lugar que ocupa su país vecino EUA, el lugar 33 ocupado por su país homólogo Chile y el 42 por Panamá que también se encuentra dentro de los países emergentes del bloque latinoamericano. Otros países pertenecientes a este bloque son Costa Rica, posicionada en el lugar 54, Colombia en el lugar 61, Perú en el 67, Brasil en el 81, Ecuador en el 91 entre otros. La huella de México, generada por la medición de los doce pilares de la innovación se puede observar bastante cercana a la media de América Latina y el Caribe. Se observa que los pilares de instituciones e innovación presentan valores muy bajos con 3.3 y 3.4 puntos respectivamente. Con respecto al pilar de innovación el cual nos posiciona en el lugar 55, los 7 indicadores que lo componen también marcan posiciones bajas, especialmente el de adquisiciones gubernamentales de productos tecnológicos avanzados y la inversión de empresas en Investigación y Desarrollo, ubicando al país en los lugares 76 y 88 respectivamente. A nivel nacional, el Índice Nacional de Competitividad muestra un crecimiento promedio del 0.97% en el periodo 2010-2015, tomando solo siete subíndices como indicadores, manteniendo sin embargo el de

Infraestructura, Instituciones, Eficiencia de negocios, Desempeño Macroeconómico e Innovación. (Instituto y Estadística, 2016; Schwab, 2016)

Para Michoacán los resultados son aún más preocupantes ya que el estado se encuentra en uno de los últimos lugares de competitividad del país, quedando arriba solo de Chiapas, Oaxaca y Guerrero. Este índice está dado por diez subíndices, conservando el de innovación constante, utilizado no solo para medir la competitividad a nivel nacional, sino también a nivel mundial. Es importante señalar que el estado de Querétaro, quien ocupa el quinto lugar de competitividad, logra posicionarse gracias a los estímulos enfocados a la innovación. En el año 2014 fue señalado como el segundo estado con mayor número de empresas e instituciones dedicadas a la producción científica y tecnológica y como el tercer estado con mayor cantidad de investigadores y patentes. (IMCO, 2016)

Un subíndice compartido tanto en los índices de desarrollo económico como en los de competitividad medido en los tres niveles, mundial, nacional y estatal, es el de innovación.

México, en cuestión de innovación, para el año 2016 se encontraba en el lugar número 61 de un total de 128 países, cayendo del lugar 57 que ocupaba el año anterior. Sin embargo, como en ese año se incluían 141 países en el índice, el desplazamiento significó en realidad un movimiento de más de 7 puntos porcentuales, ya que para el año 2015, México se encontraba dentro del 40% de países con mejor índice de innovación, mientras que para el año siguiente se encontraba dentro del 47% aproximadamente. (Dutta et al., 2004)

Específicamente Michoacán, entre 2012 y 2013 contaba con cuatro instituciones con programas de doctorado en el estado que cuentan con el reconocimiento de CONACYT, se encontraba ubicado en el décimo lugar de cantidad de investigadores miembros del SNI con 624 investigadores, contaba con el 89.3% del total de población de usuarios de la telefonía móvil, con 12 patentes registradas en el año 2012, con 1543 becas vigentes nacionales del CONACYT en 2013 de las cuales 832 fueron nuevas, con 33 proyectos que solicitando fondos mixtos de apoyo a la investigación científica y tecnológica, de los cuales

15 fueron aprobados resultando un total de inversión de 14.5 millones de pesos, con una eficiencia de innovación de 0.90 colocando al estado en el lugar 19 de 32, y reportando buenos niveles en infraestructura con el lugar 10. De esta forma para el año 2014, Michoacán quedó ubicado dentro de los últimos cinco estados con respecto al subíndice de innovación. Estos índices bajos tanto federales como estatales se conservan a pesar de los programas e incentivos de fomento a la innovación que se encuentran operando en la actualidad (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015; IMCO, 2016; OECD,2009;Venture Institute, 2013)

De acuerdo a un análisis realizado a los proyectos y programas para el impulso a la innovación que actualmente se encuentran activos y prioritarios en el estado de Michoacán y a distintos modelos de innovación, se encuentra que en el estado se está dando impulso de forma notablemente mayor a la infraestructura, mientras que el resto los factores que componen a los diferentes pilares quedan descuidados algunos casi por completo. (Anexo 1) Tomando también como referencia los cuatro planes de desarrollo estatal que se han aplicado desde el año 2003 en el estado se puede observar que mientras en los tres primeros que comprenden desde 2003 hasta 2015 no se contempla a la innovación como un factor de desarrollo por lo cual no se incluye dentro de los planes, y es hasta el último con periodo 2015-2021 que la innovación aparece como una prioridad, con objetivos y líneas estratégicas bien definidas. (Activities, 2015; Alfaro-Garcia, Gil-lafuente, & Alfaro-Calderón, 2016; Comité Intersectorial para la Innovación, 2011; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015; OECD & Eurostat, 2007)

Dado que la distribución actual de los recursos económicos que impactan en la generación de la innovación en el estado de Michoacán, no logra alcanzar el objetivo que se tiene de ocupar uno de los primeros cinco lugares en el Índice Nacional de Innovación, se considera que la inversión no se realiza de manera eficiente, entendiendo la eficiencia como la capacidad de obtener los mismos resultados, empleando menor cantidad de recursos o, mejores objetivos, empleando la misma cantidad de recursos.

Cabe preguntarnos entonces ¿es posible impactar de manera positiva al índice estatal de innovación en Michoacán realizando una redistribución de recursos?

Después de analizar los indicadores de desarrollo económico se sospecha que existe una necesidad de invertir en los factores correctos para lograr aumentar el índice de forma eficiente a pesar de la baja inversión extranjera directa y de otros factores que pudieran dificultar alcanzar el objetivo. Por lo tanto, se plantea a partir de la contrastación de los indicadores de inversión estatal con el índice de innovación, proponer una mejor distribución de recursos para la innovación en el estado con los recursos actuales, a fin de obtener un aumento significativo en el índice nacional en este rubro.

En términos matemáticos, la descripción del problema se plantea de la siguiente forma. Considere y como el Índice de Innovación que se encuentra definido en el Índice Nacional de Innovación., descrito por la ecuación

$$y = \frac{1}{2} \left(\left(\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 a_i \right) + \left(\frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 b_j \right) \right) \quad (1)$$

donde

$a_1 \dots a_5$ = Inputs de la innovación. (Instituciones, Infraestructura, Capital Humano e Investigación, Sofisticación del mercado, Sofisticación de negocios)

a_6, a_7 =Outputs de la innovación. (Conocimiento y tecnología, Productos y servicios creativos)

Y sea x_n los indicadores de inversión (Capítulo 1000: Servicios Personales; Capítulo 2000: Materiales y suministros; Capítulo 3000: Servicios Generales; Capítulo 4000: Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas; Capítulo 5000: Bienes muebles, inmuebles e intangibles; Capítulo 6000: Inversión pública; Capítulo 8000: Recursos asignados a municipios) , se busca entonces conocer

$$y = f(x_n) \quad (2)$$

que sirva de apoyo para realizar una propuesta de reinversión de recursos para el estado de Michoacán, que permita el aumento del índice de innovación del estado.

Una base sólida para la presente investigación se encuentra en un estudio previo realizado por Alfaro-García et. al. en su artículo *“Quantification of the Incidence in Innovation Capacities by the Promotion of Specialized Economic Sectors”* (Alfaro-Garcia et al., 2016), en donde se muestra el uso de herramientas que permiten cuantificar la incidencia de los sectores económicos especializados en la capacidad de innovación y, en él, se presenta evidencia relevante sobre el uso de herramientas fuzzy para establecer las relaciones causales directas e indirectas entre los sectores de estudio elegidos y las áreas de medición de la innovación que serán de apoyo para elaborar una propuesta final de reinversión de recursos para el estado de Michoacán.

1.1.1.1. Problema de investigación.

El problema surge debido a que, a pesar de la existencia de programas estatales y federales para el fomento a la innovación en el estado, Michoacán sigue calificando en el lugar número 29 en el ranking nacional de innovación, lo que genera como consecuencia un bajo nivel de desarrollo económico en el estado.

1.1.2. Preguntas de Investigación.

En este apartado se establecen las preguntas de investigación, que se formulan a fin de presentar el problema que se estudia de manera más directa para minimizar cualquier distorsión.(Hernández Sampieri et al., 2006)

1.1.2.1. Pregunta General.

¿Es posible lograr un aumento del índice de innovación en el estado de Michoacán invirtiendo la misma cantidad de recursos, pero distribuidos de manera eficiente?

1.1.2.2. Preguntas Específicas.

1. ¿Es posible modelar el índice de innovación nacional a partir de los indicadores de inversión estatales?

2. ¿Se puede construir un módulo de optimización que permita determinar el nivel de innovación y la distribución necesaria de recursos para alcanzarlo?

3. ¿Existen factores regionales que determinen las posibilidades de reasignación de recursos?

1.1.3. Objetivos de la investigación

En este apartado, se definen los objetivos de la investigación, que buscan orientar la búsqueda de respuestas, y especifican lo que se desea con la investigación. (Hernández Sampieri et al., 2006; Méndez Alvarez, 1988)

1.1.3.1. Objetivo general.

Determinar si es posible lograr un aumento del índice de innovación en el estado de Michoacán invirtiendo la misma cantidad de recursos, pero distribuidos de manera eficiente.

1.1.3.2. Objetivos específicos.

1. Modelar el índice de innovación nacional a partir de los indicadores de inversión estatales.

2. Construir un módulo de optimización que permita determinar un nivel de innovación y la distribución de recursos necesaria para alcanzarlo.
3. Determinar los factores regionales que determinan las posibilidades de reasignación de recursos.

1.1.4. Hipótesis de la Investigación.

En este apartado, serán definidas las hipótesis, explicaciones provisionales del fenómeno de investigación, que señala lo que se desea probar. En los métodos mixtos, las hipótesis son exploratorias y generalmente surgen de la fase cualitativa, del planteamiento del problema o que surgen durante el proceso de investigación. (Hernández Sampieri et al., 2006)

1.1.4.1. Hipótesis General.

El posible lograr un aumento del índice de innovación en el estado de Michoacán invirtiendo la misma cantidad de recursos, pero distribuidos de manera eficiente

1.1.4.2. Hipótesis específicas.

1. El índice de innovación nacional puede modelarse a partir de los indicadores de inversión estatales.
2. Mediante un módulo de optimización se puede determinar un nivel de innovación y la distribución de recursos necesaria para alcanzarlo.
3. Los factores regionales determinan las posibilidades de reasignación de recursos.

1.2. Variables involucradas

1.2.1. Variables dependientes.

La primera variable dependiente estará determinada por la Innovación y sus pilares, de acuerdo al Índice de Innovación Nacional, establecido por la Secretaría de Economía. (Venture Institute et al., 2013) (Anexo 2)

1.2.2. Variables independientes.

De acuerdo a la hipótesis planteada, la variable independiente será la inversión de los estados y sus indicadores. Datos obtenidos de los reportes proporcionados por el INEGI en su apartado de tabulados, bajo el título de Indicadores de Inversión Estatal. (Anexo 3, Anexo 4)

La matriz de congruencia se encuentra en Anexo 5 , en él se establece la relación entre el planteamiento y las variables.

1.3. Justificación.

En este apartado se exponen razones significativas por las cuales esta investigación deba llevarse a cabo, al igual que los beneficios que se derivarán de su realización.

1.3.1. Trascendencia.

En la actualidad, la innovación es considerada como uno de los factores básicos para el desarrollo en los países avanzados. Debe ayudar a detectar la necesidad de nuevos procesos y servicios de mayor calidad, generando nuevas prestaciones con el menor coste posible. A partir de la segunda mitad de los años noventa, los modelos económicos han establecido como factores críticos el conocimiento, la formación y el capital intelectual, marcando la economía basada en el conocimiento. (Del Castillo Hermosa et al., 2006)

Esta economía se generó debido al rápido desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones, que están contribuyendo a crear la Sociedad de la Información. De acuerdo a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), más del 50% del PIB se genera sobre la base de las inversiones en productos y servicios de alta tecnología, fundamentalmente en las tecnologías de la información y las comunicaciones. (Confederación Empresarial de Madrid, 2001)

Jim Yong Kim, presidente del Banco Mundial señala que, a través de la inclusión, la eficiencia y la innovación, el acceso a las tecnologías digitales, brinda oportunidades que antes estaban fuera del alcance de los sectores desfavorecidos. También facilitan la participación de las mujeres en el mercado laboral al igual de que crea la posibilidad de que el 80% de las personas con discapacidad lleven vidas más productivas. Así, se impulsa la productividad y se reduce la desigualdad, se generan más empleos y mejores servicios. (Banco Mundial, 2016)

Michoacán cuenta incluso con una agenda de innovación en la cual se establece como objetivo ubicar a Michoacán dentro de los primeros cinco estados con mayor índice de innovación en el país, a fin de lograr proporcionar una mejor calidad de vida a sus habitantes. (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015)

La modificación realizada a la Ley de Ciencia y Tecnología publicada en el diario oficial el 12 de junio del 2009, contempla a la innovación como un “elemento trascendente y de vinculación que permitirá el incremento de la productividad y competitividad de los sectores productivos y de servicios”.(Comité Intersectorial para la Innovación, 2011)

1.3.2. Importancia.

El valor de esta investigación radica en que los resultados obtenidos servirán para la toma de decisiones en la inversión de recursos en el proceso de innovación, que permitirá a su vez fortalecer la competitividad del estado de Michoacán, contribuyendo a una mejoría en la calidad de vida de los

habitantes del estado. También aportará información acerca del Sistema Estatal de Innovación y del impacto de los programas de fomento a la innovación en el estado.

1.4. Acotación Espacio-Temporal.

Este trabajo se acota al estado de Michoacán por las condiciones regionales de la innovación, y a un periodo de 10 años por la información disponible sobre el tema.

1.4.1. Viabilidad de la investigación.

Para la investigación se cuenta con fuentes de información suficientes, además de apoyo económico por parte del CONACYT. Los recursos humanos se encuentran constantemente disponibles por medio del alumno, asesor, coasesor, sinodales y profesores.

1.4.2. Alcances de la investigación.

Se trata de una investigación hipotética deductiva que involucra variables del tipo cuantitativo y cualitativo, lo que genera una investigación de corte mixto, transversal y correlacional.

1.5. Extensión y limitaciones de la investigación.

1.5.1. Extensión.

En esta investigación se contemplan el estudio del proceso de innovación y la participación de las instituciones públicas en él, se incluye un análisis del Sistema Estatal de Innovación, los programas de fomento a la innovación, su impacto en el índice de innovación en el estado, y la forma de distribución de recursos del Sistema Estatal de Innovación para la innovación.

1.5.2. Limitaciones.

El análisis se acota únicamente al estado de Michoacán debido a las características particulares del estado que generan un Sistema Estatal de Innovación único. La realización de este estudio a nivel nacional se propone como trabajo futuro.

Capítulo 2. Marco Referencial

En este apartado se describe el conocimiento construido con anterioridad, por lo que se hace referencia a los datos históricos en un contexto pasado, y a la información de campos de estudio relacionados.(Méndez Alvarez, 1988; Piscocoy, 2009)

2.1. Modelos

Un modelo se define como un objeto o concepto utilizado para representar la realidad de manera que esta pueda ser comprendida. Cuando esta representación se realiza utilizando herramientas matemáticas, se conoce como un modelo matemático. Mediante estos modelos, se idealizan los fenómenos del mundo real, y aunque ninguno puede representarlos de forma precisa, un buen modelo es capaz de proveer resultados y conclusiones valiosas.(Banerjee, 2014; F. R. Giordano et al., 2013; Meyer, 1984)

Los modelos permiten alcanzar conclusiones matemáticas sobre el comportamiento de un fenómeno, las cuales pueden ser interpretadas para ayudar a los tomadores de decisiones a planear decisiones futuras. (Banerjee, 2014; Gide, 2019)

Howard Emmons señala que “uno de los retos en el modelaje matemático no es producir el modelo descriptivo más completo, sino sino el más simple que incorpore las principales características del fenómeno de interés.(Banerjee, 2014)

Los fenómenos modelados pueden ser o no observables. A lo largo del tiempo se han generado modelos que han trascendido a través del tiempo, como son los números arábigos o la geometría euclidiana.(Banerjee, 2014) La comprensión del fenómeno que proporciona un modelo ha llevado al hombre a intensificar su uso. Uno de los fenómenos que se ha modelado matemáticamente es la innovación, lo que ha dado origen a múltiples modelos que intentan generar explicar este fenómeno de manera que proporcione información útil para los tomadores de decisiones.

2.2. Modelos de Innovación en el Mundo

Alrededor del mundo, las interrelaciones entre actores y acciones que intervienen en el proceso de innovación se dan de forma diferente. Si bien la mayoría de las naciones se apegan al uso del modelo de innovación de cuarta o quinta generación en los cuales se consideran a empresas, proveedores y sistemas, existen dos naciones que destacan por la integración de modelos novedosos, Suiza y Suecia. La importancia del análisis de ambos países se debe a que, de acuerdo al índice global de innovación elaborado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, estas dos regiones ocupan los primeros lugares. Suiza se encuentra en el primer lugar con una puntuación de 67.7 puntos, mientras que Suecia ocupa el segundo lugar con 63.8 puntos.(WIPO y INSEAD, 2017)

Suiza, en su proceso de innovación (Swiss Confederation, 2015), permite la implementación de dos modelos según el actor que se encuentre realizando acciones innovadoras. Para las instituciones públicas que realizan este tipo de actividades, se implementa el modelo llamado “Collective-action” o de acción colectiva. Este modelo se basa en lo que conocemos como innovación abierta, y consiste en socializar todos los resultados innovadores con el resto de las instituciones a fin de obtener un crecimiento en conjunto. En cambio, para las instituciones privadas utiliza el modelo de “Private-collective”, este es un modelo mixto en el cual, si bien las empresas que generan innovación son dueñas del conocimiento mediante patentes, el conocimiento que puede generar una ventaja para el mercado se comparte con las

empresas que compiten en el mismo mercado a fin de mantener la calidad de los productos o servicios. Tomando como base índice global de innovación, se observa que Suiza, al mantener los dos modelos trabajando en conjunto, logra atender seis de los siete pilares de innovación propuestos en el índice. Podemos observar que, a pesar de ocupar el primer lugar general en el índice, no se encuentra posicionado en el primer lugar en todos los pilares, sin embargo, el pilar al que este país presta más atención es el pilar de Instituciones.

A su vez, Suecia pone en práctica tres modelos de innovación. El primer modelo es lineal, en el que la innovación sucede ya sea por el empuje tecnológico o la necesidad de mercado, pero no combinando los factores. El segundo modelo es un modelo interactivo o de acoplamiento. En este modelo se busca generar innovación de acuerdo a las necesidades del mercado, ocasionando así una interacción entre ambos modelos lineales especificados anteriormente. Estos dos modelos se enfocan exclusivamente a la interacción entre empresas o instituciones que desempeñan actividades de innovación. Sin embargo, Suecia implementa un tercer modelo llamado de “retos sociales”, en el, permite un intercambio de opiniones y experiencias con la sociedad, lo que les permite obtener información de primera mano, tener una idea clara de la percepción del usuario dentro del proceso y conocer las necesidades para las cuales se generará innovación. (Government Offices of Sweden, 2012)

Al relacionar esta información con el índice global de innovación (WIPO y INSEAD, 2017), se conoce que a diferencia de Suiza, la implementación de los tres modelos en conjunto solo logra contribuir con cinco de los siete pilares de innovación. Nuevamente podemos observar que, en esta nación también se favorece principalmente al pilar de instituciones.

2.2.1. Modelo Nacional de Innovación

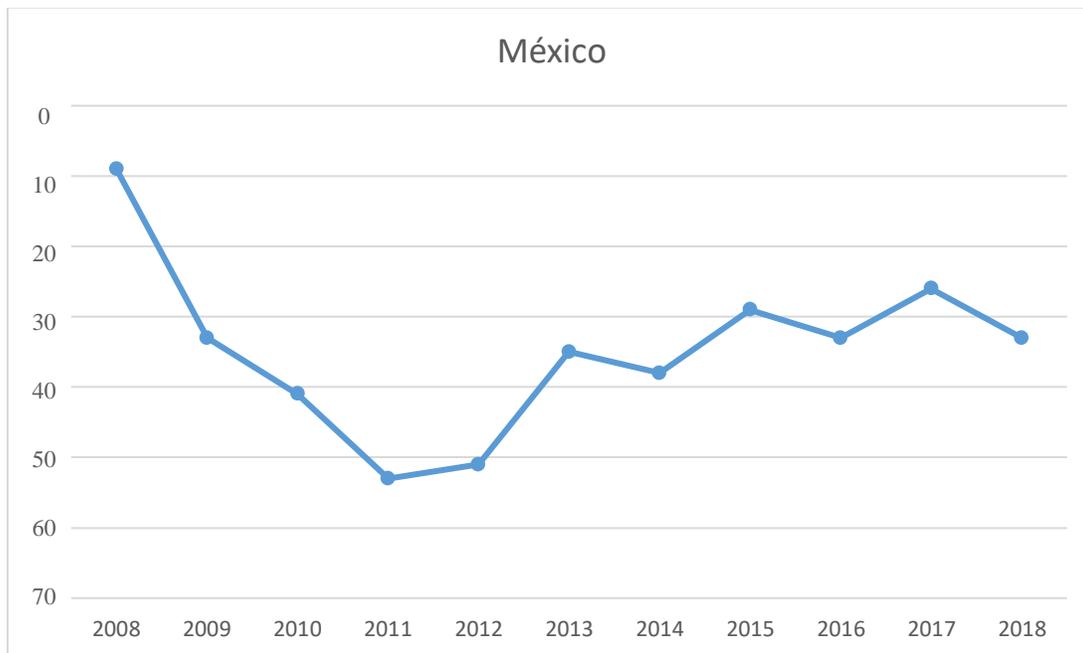
En México, las reformas estructurales han permitido mantenerse a flote al enfrentar condiciones globales bastante desafiantes, debido a la economía mexicana altamente abierta. Sin embargo, estas

reformas han incrementado las desigualdades sociales, creando regiones altamente productivas debido a la economía moderna del norte y centro del país, y regiones de baja productividad, debido a la economía tradicional en el sur. Para contrarrestar esta situación, es recomendable enfocar el gasto público hacia la infraestructura, la capacitación, la salud y la reducción de la pobreza (OECD, 2017c). A pesar de que el crecimiento económico y la productividad laboral del país, ha tenido un aumento desde el año 2013, éste ha sido bastante lento y el país no ha alcanzado el promedio de la OECD. El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018, fue diseñado para transformar a México en una economía basada en el conocimiento, al incrementar la inversión extranjera, formar recurso humano altamente instruido en ciencia y tecnología, mejorando el desarrollo regional, promoviendo la vinculación entre la ciencia y la industria, y por último desarrollando la infraestructura para la ciencia y la tecnología. En el país, se ha buscado impulsar la innovación tecnológica aplicada, y se han creado programas de financiamiento para las pequeñas y medianas empresas, y una propuesta de reducción de impuestos hacia las compañías que realicen actividades de innovación y desarrollo. También se han impulsado los sectores prioritarios del país como son, la industria aeroespacial, automovilística, comida y bebida, y últimamente la biotecnología.(OCDE, 2016)

Durante la última década, la posición de México dentro del ranking en el índice de innovación tuvo un periodo de decaimiento en el que pasó de la posición 39 a la posición 81 en tres años. Posteriormente logró recuperarse hasta ocupar actualmente la posición 61. (Cornell University et al., 2018)

Figura 1

Índice de Innovación: México.



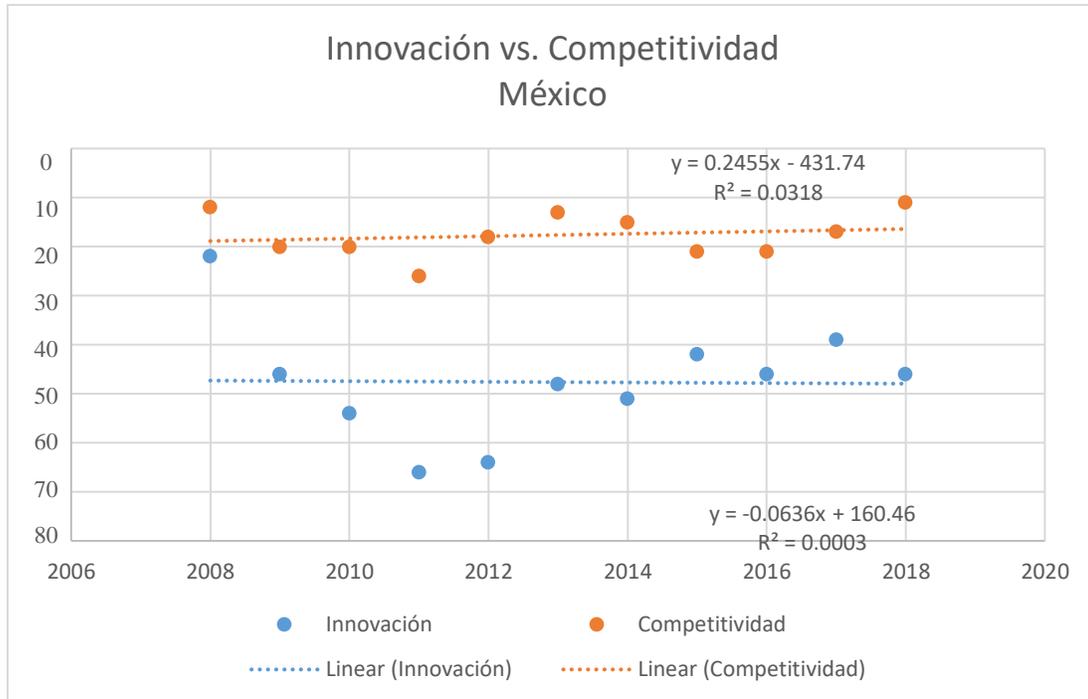
Nota. Elaboración propia con base en los datos obtenidos del Índice Global de Innovación (Cornell University et al., 2018)

De acuerdo al Índice de Competitividad dado por el Foro Económico Mundial, dentro del pilar de innovación, la calidad de las instituciones de investigación científica ha aumentado, y es la que aporta más positivamente al valor del pilar, mientras que el factor más crítico del país en cuestión de innovación es la adquisición gubernamental de productos de tecnología avanzada, ya que el país se encuentra en la posición noventa de los 137 países que fueron incluidos en este índice para el año 2018 (Schwab, 2017). Comparando este índice de competitividad con el índice de innovación dado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO), podemos observar un comportamiento bastante similar, sin embargo, para este periodo en particular, la tendencia del índice de innovación tiene una pendiente negativa, como

en la mayoría de los países tratados en este capítulo, mientras que la tendencia del índice de competitividad logra mantenerse con una pendiente positiva (Figura 2).

Figura 2

Innovación vs. Competitividad: México.



Nota. Elaboración propia basado en el Índice Global de Innovación y el Índice Global de Competitividad (Cornell University et al., 2018; Schwab, 2017)

2.3. Índice de Innovación

Con el paso del tiempo, la visión sobre el proceso de innovación ha cambiado. En consecuencia, los indicadores utilizados para su medición también han evolucionado. Durante los años ochenta hasta los noventa, se generaron bastantes trabajos sobre desarrollo de modelos y marcos analíticos enfocados al estudio de la innovación. Una vez aplicados estos modelos y contrastándolos con los datos recabados se identificó la necesidad de crear una herramienta que permitieran la integración coherente de

conceptos, lo que dio paso a la creación de los primeros manuales de innovación (OECD y Eurostat, 2005). Estos manuales fueron creados para dar herramientas a los tomadores de decisiones y analistas políticos para poder documentar el nivel y la naturaleza de los recursos humanos y financieros de las naciones, regiones, empresas e instituciones que realizan actividades de innovación (OECD, 2015). En la actualidad existen tres principales índices de innovación sobre los cuales se adaptan el resto de los índices regionales, estos son el Manual de Frascati, el Manual de Oslo y el Global Innovation Index.

2.3.1. Manual de Frascati.

Creado en 1963 en la ciudad de Frascati en Italia, por la OCDE y un grupo de expertos en la investigación y desarrollo (OECD, 2015). Fue la primera propuesta oficial para estandarizar la medición de la I+D y, a lo largo del tiempo ha ido transformándose, incorporando conceptos que le permitan adaptarse a los nuevos procesos de I+D. Incluye no solamente las iniciativas de la OCDE, sino también la UNESCO, la Unión Europea y otras organizaciones regionales dedicadas a este tipo de actividades. En él se identifican:

1. Los sectores institucionales y clasificaciones para las estadísticas de I+D
2. Las mediciones para los gastos de I+D, en desempeño y fuentes de financiamiento
3. Las mediciones del personal empleado y que contribuye externamente en actividades de I+D
4. Las mediciones de metodologías y procedimientos de I+D

También se establecen la guía para las mediciones por sector específico de la I+D teniendo como índices:

1. La I+D de empresas comerciales
2. La I+D de gobierno
3. La I+D de educación superior
4. La I+D de privada sin fines de lucro

5. La globalización de la I+D

Y, por último, se establecen indicadores para la medición del apoyo del gobierno a la I+D que incluyen:

1. El presupuesto asignado por el gobierno para I+D
2. La medición de la reducción de impuestos para I+D

En base a este manual para la medición de la investigación y el desarrollo, fue la misma OCDE quien posteriormente generaría un manual ahora para la medición de la innovación.

2.3.2. Manual de Oslo.

Creado en 1992 (OECD y Eurostat, 2005), esa primera publicación abordada a la innovación desde la perspectiva del producto y proceso en el sector manufacturero. Sin embargo, ya para su tercera edición se incluye no solo la innovación tecnológica sino también la no tecnológica tomando en cuenta en total cuatro tipos de innovación: de producto, de proceso, de mercadotecnia y de organización. De igual forma se ha incluido un análisis a las interrelaciones entre los factores introduciendo así una visión sistemática. En este manual se establecen variables para la medición de las actividades de innovación, que proporcionan una visión sobre sus componentes y su cobertura. Estas variables son:

1. Investigación y desarrollo experimental
2. Actividades relativas a las innovaciones de producto y de proceso
3. Actividades relativas a las innovaciones de mercadotecnia y de organización
4. Diseño
5. Frontera entre las actividades de innovación de I+D y las de no I+D
6. Desarrollo y uso de los programas y aplicaciones informáticas en actividades de innovación

Tanto el manual de Frascati como el de Oslo, han sido la base para la conformación de los índices de innovación alrededor del mundo. Actualmente, existe un solo índice global de innovación el cual mide a 127 economías.

2.3.3. Índice Global de Innovación.

El índice Global de Innovación (Dutta et al., 2004) fue creado por primera vez en el año 2007 por Soumitra Dutta en colaboración con el Instituto Europeo de Administración de Empresas (INSEAD). Actualmente la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) en conjunto con otras instituciones de responsabilidad internacional como el Instituto UNESCO para la Estadística, han realizado aportaciones para introducir cambios en el índice, lo que le ha otorgado mayor reconocimiento a nivel mundial. La edición del año 2017 (WIPO y INSEAD, 2017) ha incluido una medición adicional con parámetros internacionales, sobre el desempeño de la innovación a nivel de clusters.

Este índice está compuesto por siete variables conocidas como pilares, cada pilar está compuesto por tres subíndices, y estos a su vez se encuentran determinados por indicadores cuantitativos o cualitativos. En la Tabla 1 se muestra la composición general del índice global de innovación se encuentra compuesto.

Tabla 1

Composición del índice global de innovación.

Pilar	Variable del pilar
1. Instituciones	1.1 Ambiente Político 1.2 Ambiente Regulatorio 1.3 Ambiente de negocio
2 Capital humano e investigación	2.1 Educación 2.2 Educación terciaria 2.3 Investigación y Desarrollo (R&D)
3 Infraestructura	3.1 Tecnologías de Información y comunicación 3.2 Infraestructura general

	3.3 Sustentabilidad ecológica
4 Sofisticación de mercado	4.1 Crédito
	4.2 Inversión
	4.3 Intercambio, competencia y escala de mercado
5 Sofisticación de negocio	5.1 Trabajadores del conocimiento
	5.2 Enlaces de innovación
	5.3 Absorción del conocimiento
6 Outputs de conocimiento y tecnología	6.1 Creación de conocimiento
	6.2 Impacto del conocimiento
	6.3 Difusión del conocimiento
7 Outputs creativos	7.1 Bienes intangibles
	7.2 Bienes y servicios creativos
	7.3 Creatividad online

Nota. Elaboración propia con los datos obtenidos de "The Global Innovation Index 2017" (WIPO y INSEAD, 2017)

Este es el índice de carácter global que en la actualidad provee la información necesaria para los tomadores de decisiones. Para mediciones regionales, cada nación, o región ha creado su índice propio, generalmente tomando como base el modelo siete pilares expuesto en este índice

2.3.4. Índice Nacional de Innovación

Para el año 2013, Venture Institute, con apoyo del Fondo sectorial de Innovación (FINNOVA) de la Secretaría de Economía, publica el Índice Nacional de Innovación (INI). Aquí se define a la innovación como como "cualquier cambio o creación que genera valor". Establece que para que exista una innovación, las tecnologías y conocimientos novedosos deben ser incorporados, a fin de lograr una transformación de la economía y la productividad a largo plazo. Este concepto es considerado a nivel país, región o empresa.

Por ello, toma como base las innovaciones consideradas en el Manual de Oslo, que abarca la innovación de producto, de proceso, de marketing y organizacional. En ese documento se establece la

importancia que existe en medir la innovación, pues proporciona información de gran relevancia para la toma de decisiones, para poder llevar a cabo el diseño de estrategias y la generación de políticas públicas.

El Índice Nacional de Innovación se construye mediante dos subíndices, “Input” y “Output” cada uno de ellos compuesto por un conjunto de pilares medidos mediante indicadores cualitativos y cuantitativos.

El subíndice “Input”, se encuentra compuesto por los pilares que permiten llevar a cabo las actividades de innovación en los estados. Los pilares que los componen son Instituciones, Capital Humano e Investigación, Infraestructura, Sofisticación de Mercado y Sofisticación de Negocios. El subíndice “Output” mide los resultados de las actividades de innovación dentro de la economía y se compone por los pilares de Conocimiento y Tecnología, y Productos y servicios creativos.

El valor final del índice de innovación se calcula mediante la fórmula

$$y = \frac{1}{2} \left(\left(\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 a_i \right) + \left(\frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 b_j \right) \right) \quad (3)$$

donde

$a_1 \dots a_5$ = Inputs de la innovación. (Instituciones, Infraestructura, Capital Humano e Investigación, Sofisticación del mercado, Sofisticación de negocios)

a_6, a_7 = Outputs de la innovación. (Conocimiento y tecnología, Productos y servicios creativos)

La medición de este índice se realizó únicamente en el año de su creación y no se han vuelto a publicar más resultados utilizando el mismo método. (Venture Institute et al., 2013)

Esta investigación, toma este índice como variable dependiente, y busca proponer una distribución distinta sobre los indicadores inversión estatal, a fin de lograr mejorar este índice sin necesidad de realizar una inversión de recursos mayor.

2.4. Indicadores de inversión estatal

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) mediante el proyecto de Estadística de Finanzas Públicas Estatales y Municipales (EFIPEM), proporciona información homologada sobre las finanzas estatales y municipales, con el objetivo de aportar información útil para la toma de decisiones en materia económica, financiera, de política pública, ámbito académico y privado, investigadores y organismos internacionales. Los gobiernos estatales son libres, soberanos y autónomos respecto a la administración y control de sus ingresos y egresos, y su competencia es independiente a la de la federación. La recolección de los datos financieros se realiza a través de la Secretaría de Finanzas o Administración Estatal y los Órganos de Fiscalización de los Congresos Estatales en base devengada, tomando en consideración los aspectos conceptuales de los documentos programáticos. Esta información es clasificada en Ingresos y Egresos Públicos utilizando como base el Catálogo de Claves de la Estadística de Finanzas Públicas Estatales y Municipales compuestos por 11 capítulos de ingresos y 11 de egresos, desglosados en conceptos, partidas y subpartidas. (INEGI, 2016)

Para el año 2013, los capítulos de egresos homologados entre los 31 estados fueron únicamente siete: Servicios personales (Capítulo 1000); Materiales y suministros (Capítulo 2000); Servicios generales (Capítulo 3000); Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas (Capítulo 4000); Bienes muebles, inmuebles e intangibles (Capítulo 5000); Inversión pública (capítulo 6000); Recursos asignados a municipios (Capítulo 8000). La descripción de estos capítulos se encuentra tanto en el documento de “Síntesis metodológica de la estadística de finanzas públicas estatales y municipales”, como en el “Presupuesto de Egresos” de los estados. (Secretaría de Finanzas y Administración, 2012)

2.5. Trabajos previos

Un análisis de sensibilidad debe ser capaz de proporcionar información al tomador de decisiones, que le permita una mejor comprensión del modelo con el que se describe el fenómeno de estudio. Para

llevar a cabo el diseño, es importante establecer el objetivo, y conocer las características propias del modelo que se desea estudiar. En este trabajo en particular el modelo que se analiza es una ecuación lineal, que corresponde a la integración de las propuestas mediante un promedio ponderado, utilizando el vector de pesos w . Sin embargo, el modelo matemático mediante el cual se evalúan los efectos de los coeficientes de ese vector, es un modelo de redes neuronales, es decir, un modelo no lineal. También se tiene un total de cuatro variables de entrada que corresponden a los coeficientes contenidos en el vector w y en el modelo no lineal se tienen otras siete, por lo que se considera que se analiza un modelo robusto. Por último, es importante considerar que la toma de decisiones en la distribución de recursos para la innovación, se desarrolla en un entorno incierto, donde no se tiene el completo control de las variables y el valor de las mismas no se encuentra totalmente definido. Por lo tanto, es necesario considerar también un ambiente de incertidumbre.

A lo largo del tiempo se han desarrollado una variedad de métodos para el análisis de sensibilidad. Algunos de estos métodos han sido aplicados en el estudio de modelos largos, no lineales, modelos de redes neuronales, o modelos que involucran la incertidumbre. Tshimitsu Homma y Andre Saltelli plantean una estrategia de análisis de sensibilidad para modelos no lineales. Se trata de un análisis de sensibilidad global basado en la importancia de calcular la contribución parcial de los parámetros de entrada en la varianza del modelo de predicción (Saltelli y Homma, 1996). La aportación más relevante de este estudio al presente trabajo se encuentra en la conclusión de la investigación, ya que se identifica la necesidad de la elección de un método de análisis flexible, exacto e informativo, que pueda aplicarse a un costo computacional razonable, para lograr la solución adecuada de un problema.

Más tarde Campolongo et. al. proponen un análisis de sensibilidad mediante un método de cribado para modelos robustos. En el trabajo se propone la aplicación de un análisis para identificar aquellos factores que tengan menor efecto sobre la salida del modelo, y discriminarlos a fin de reducirlo, hasta el punto de que únicamente permanezcan aquellos factores a los que el decisor requiera prestar

mayor atención. Se realizó mediante el método de Efectos Elementales y se proponen mecanismos en el proceso de medición que mejoran la interpretación del análisis cuando se trabaja con modelos complejos, de grandes entradas o salidas. Esta investigación recomienda, para la utilización de modelos largos, la agrupación de los factores para su estudio (Campolongo et al., 2007). Sin embargo, en el caso del presente trabajo, hay dos características que dificultarían la aplicación del modelo. Primero, la relación que existe entre los coeficientes del vector w , y por último la necesidad de evaluación del promedio ponderado en el modelo de redes neuronales.

A su vez, Fazlollahtabar aplica un análisis de sensibilidad mediante el concepto analítico del “pricing”, para encontrar mercados óptimos mediante programación dinámica y redes neuronales. En este caso, se utiliza la teoría del comportamiento del productor para analizar la oferta y demanda de los mercados, y el concepto analítico del “pricing” para el análisis de sensibilidad. El análisis de sensibilidad diseñado en la investigación de Fazlollahtabar consiste en la optimización de una red neuronal de tres capas, a fin de encontrar la ruta que proporcione mayores rendimientos, es decir, el análisis de sensibilidad tiene como objetivo obtener dicha optimización (Fazlollahtabar, 2021). En cambio, en el presente trabajo la optimización de la red neuronal ya se encuentra realizada, y constituye una de las cuatro propuestas a integrar.

Por otra parte, Rastegar et al. realiza un análisis de sensibilidad a parámetros en la incertidumbre, modificando una serie de valores y analizando el comportamiento de algunos parámetros importantes, a fin de crear un modelo híbrido matemático y estadístico para la toma de decisiones sobre precios de proyectos de construcción. Para llevar a cabo este análisis de sensibilidad se grafican los diferentes valores tomados por la salida de acuerdo a una serie de valores generados mediante la variación de las entradas dentro de un rango (Rastegar et al., 2021). En este caso, el concepto teórico de análisis de sensibilidad con Rastegar se comparte, al igual que la búsqueda de una representación gráfica de los resultados. Sin embargo, la diferencia clave de esta investigación radica en la cantidad de dimensiones utilizadas en el

análisis. Mientras que Rastegar plantea el análisis de dos factores, esta investigación consta de cuatro, por lo que la representación gráfica requiere ciertos ajustes para mostrar todos los factores involucrados.

Con lo anterior, se observa que aún en la actualidad, los métodos y diseños de un análisis de sensibilidad, varían entorno al objetivo y la complejidad de la cuestión que se desea resolver. Incluso investigaciones del mismo tema emplearán métodos de análisis de sensibilidad distintos, si el objetivo del análisis entre ellas varía. Aun acotando el tema de análisis de sensibilidad a la administración, se encuentran una serie de métodos y medios diversos para los análisis, aplicados de acuerdo a los diferentes objetivos de las investigaciones. Por ejemplo Jaworski, implementa el análisis a fin de observar el comportamiento de su modelo con datos conocidos, en vez de datos esperados mediante la aplicación del Modelo de Conjuntos de Confianza (MCS por sus siglas en inglés) (Jaworski, 2020). Borgonovo et. al. investigan los aspectos teóricos decisores en un análisis de sensibilidad probabilístico mediante la síntesis de información valiosa. Este artículo aporta información importante sobre las condiciones características necesarias para que los resultados de las mediciones de sensibilidad probabilística puedan ser interpretados como información valiosa, entre otros hallazgos (Borgonovo et al., 2021). Han et. al. por su parte aplican un análisis de sensibilidad para identificar variables que intervienen en el flujo turístico, mediante el cálculo de un coeficiente de elasticidad (Han et al., 2021). Heydari et al. estudian el comportamiento de una cadena de suministro bajo la alteración de distintos parámetros involucrando la eficiencia de Pareto (Heydari y Asl-Najafi, 2021). Wu et. al. implementan un análisis de sensibilidad para conocer la influencia de algunos parámetros sobre el beneficio neto de los decisores y, al realizarlo sobre la unión de dos parámetros se obtiene el beneficio neto de los decisores en distintas regiones. Para ello diseñan tres diferentes análisis de sensibilidad (Wu et al., 2021). Zhang et al. por su parte, llevan a cabo un análisis de sensibilidad a fin de observar información sobre la aplicación real de un modelo propuesto (Zhang et al., 2021). Zheng et al. en cambio, aplica el análisis de sensibilidad para entender la relación entre los parámetros costo y satisfacción, mediante el uso del software LINGO (Zheng y Chang, 2021).

En conclusión, el diseño del análisis de sensibilidad, dependerá del objetivo del mismo y de las características del fenómeno que se estudia. Por lo tanto, la metodología que a continuación se describe, presenta el diseño de un análisis de sensibilidad que tiene como objetivo observar el efecto de los coeficientes en el vector de pesos para la integración de las propuestas de reinversión presupuestal, generadas mediante Expertones, Optimización, Incidencias e Históricos, en el índice de innovación del estado de Michoacán. El modelo en el cual se evaluará el efecto de los factores de entrada del análisis tiene como características ser un modelo robusto, no lineal. Debido a las restricciones de los coeficientes que integran el vector w , el análisis deberá ser global y los resultados serán mostrados de manera gráfica.

Capítulo 3. Marco Teórico

Esta sección describe elementos teóricos que uno o varios autores plantean, como cuerpo de la investigación. Dado que se presenta de forma lógicamente ordenada, permiten al investigador comprender el sentido, la relevancia y fundamentar su proceso del conocimiento. (Méndez Alvarez, 1988; Piscoya, 2009).

3.1. Pragmatismo en las ciencias sociales

El pragmatismo como paradigma de investigación, surge en la región de Norteamérica durante la segunda mitad del siglo XIX. Influenciado por la filosofía europea, principalmente por los escritos de Kant, el científico y filósofo Charles S. Pierce establece las bases para el surgimiento del pragmatismo (Biesta y Burbules, 2003). En sus disertaciones, Pierce plantea la máxima pragmática señalando que el conocimiento de un objeto se da únicamente a partir del conocimiento que se tenga de sus efectos en el entorno (Johnson, 2016). John Dewey, William James y George Herbert Mead, aportan al pragmatismo influenciados por la filosofía alemana. Mientras Descartes plantea una concepción de la realidad mediante una dualidad entre mente y materia, Dewey opta por la filosofía de la conciencia, y señala que la realidad

solo se presenta como resultado de actividades de un organismo con el entorno (Biesta y Burbules, 2003). James, por su parte, establece que la realidad es verdadera siempre que ayude a relacionar de manera adecuada partes de nuestras experiencias. También afirma que la verdad es cualquier cosa que se compruebe por si misma o que se establezca mediante el escrutinio de su uso individual a través del tiempo (Kaushik y Walsh, 2019). El pragmatismo tiende a ser la unión entre el método científico, la orientación estructuralista de los métodos naturalistas, y la libre orientación de los nuevos enfoques. Establece que los investigadores deben utilizar aquel enfoque filosófico o metodológico que mejor se ajuste al problema de investigación. Se enfoca, no en el método, sino en las preguntas y las consecuencias de la investigación, y puede involucrar retórica formal o informal (Kaushik y Walsh, 2019). David Morgan identifica tres ideas generales sobre el pragmatismo, enfocándolo en la naturaleza de la experiencia. *“Las acciones no pueden ser separadas de las situaciones y los contextos en los cuales ocurren”, “Las acciones están ligadas a las consecuencias de forma que están abiertas al cambio”, “Las acciones dependen de las visiones del mundo, que son un conjunto de creencias socialmente compartidas”* (Morgan, 2014). El pragmatismo acepta la existencia de realidades múltiples y la investigación empírica. Concede la existencia de una realidad objetiva en una dimensión distinta a la experiencia humana, sin embargo, esta realidad puede ser conocida únicamente a través de dicha experiencia (Kaushik y Walsh, 2019).

El pragmatismo como paradigma para la investigación en las ciencias sociales, ha sido abordado desde los años ochenta por diversos autores, y se encuentra ligado generalmente con los métodos de investigación mixtos. Sirve como un programa filosófico aún si el método es cualitativo, cuantitativo o mixto, y como nuevo paradigma, suple al anterior enfoque filosófico del conocimiento, en el que se entiende a la investigación social en términos ontológicos, epistemológicos y metodológicos (Morgan, 2014). El pragmatismo se enfoca en el futuro, dando más importancia a las consecuencias de las acciones que a los antecedentes, y considera al ser humano como un organismo. El conocimiento entonces, se genera cuando este organismo se adapta de forma activa a las variaciones geográficas, biológicas, sociales,

políticas y culturales de su entorno (Kaushik y Walsh, 2019). La investigación bajo este paradigma, se convierte en un tipo de experiencia específico, en el que las creencias problemáticas son examinadas y resueltas mediante la acción, por medio de preguntas y respuestas, donde la pregunta corresponde a los resultados probables de aplicar las creencias actuales a acciones futuras (Morgan, 2014). Dewey describe el proceso de investigación en cinco pasos: (1) Percepción de una dificultad, reconocimiento de una situación problemática, (2) Su ubicación y su definición, considerar la diferencia entre plantear el problema de una u otra forma, (3) Sugerir una posible solución, desarrollar una posible línea de acción como respuesta al problema, (4) Evaluar las acciones en términos de sus consecuencias, (5) Observación y experimentación para aceptar o rechazar las posibles soluciones, aplicando aquellas acciones con mayor aporte a la solución del problema (Biesta y Burbules, 2003; Morgan, 2014).

El pragmatismo entonces, se enfoca en la capacidad humana de aprendizaje, razonamiento, y toma de decisiones para responder, interactuar, adaptar y modificar el entorno, considerando esto como un proceso dinámico y continuo (Kaushik y Walsh, 2019).

Esta investigación se desarrolla tomando al pragmatismo como paradigma de investigación, involucrando entonces la teoría general de la administración, la teoría de la toma de decisiones, la planeación estratégica situacional, y la teoría de la lógica difusa, para obtener una solución al problema que considere tanto las variables teóricas, como a los actores involucrados en la toma de decisiones.

3.2. Teoría general de la Administración

La administración surge como la reacción a la revolución industrial debido a los veloces cambios en la forma de trabajo de las personas y la numerosa creación de fábricas a finales del siglo XXVIII. Las personas pasaban de trabajar en granjas, a laborar en pequeñas tiendas o grandes compañías. Uno de los principales factores que detonó esta revolución industrial fue la energía. El uso de vapor y agua como fuentes de energía, revolucionaron no solo la forma de producción por medio de nuevas maquinarias,

sino también los medios de transportes que permitían una mejor conexión entre zonas más lejanas por medio de trenes y barcos de vapor. Todo esto llevó al surgimiento de nuevos problemas a los que anteriormente la gente no se enfrentaba como, por ejemplo, grandes grupos de personas trabajando en conjunto, el humano trabajando en paralelo a las máquinas y un crecimiento acelerado de la industria entre otros. Dentro de las compañías entonces, se generan necesidades de organización, maximización de la producción, y manejo de personal. En esa época, surgen tres teóricos de la administración que desarrollaron trabajos que impactaron de manera efectiva y positiva sobre estas necesidades, Max Weber (1864-1920), Frederick Taylor (1856-1915) y Henry Fayol (1841-1925). (SAPRU, 2013; Torres-Hernández, 2008)

Max Weber esboza el término *“burocracia”* y plantea que las organizaciones deben ser consideradas como una extensión del gobierno y el sistema legal. Establece una organización debe de tener un enfoque legal y racional en sus líneas de mando, y considera errado basar la línea de mando de manera tradicional por línea familiar, o en un líder carismático. Comenta que la autoridad del cargo debe de estar adjunta al puesto de trabajo, y que una vez que se abandone el puesto, la responsabilidad y el poder del mismo debe recaer en la nueva persona que lo ocupa, y no mantenerse en la anterior. Sugiere que el desempeño esté controlado por reglas claras y propone establecer lineamientos estandarizados para la contratación y despido de personal. (Chiavenato, 2006; SAPRU, 2013; Torres-Hernández, 2008)

Frederick Taylor, en cambio, enfoca su estudio a un nivel más puntual, y boceta el término de *“administración científica”*. Taylor considera que la personalización y estilo propio en la forma de trabajo, ocasiona serios problemas de productividad, por lo que sugiere la intervención de la ciencia. Realiza estudios de tiempo y movimiento, para conocer el tiempo y acciones que debe requerir cada una de las tareas realizadas y así, encontrar la mejor forma de realizar cada una de las tareas. Por lo que cada una de ellas se divide en pequeñas acciones y se estandariza la forma de llevarlas a cabo.(Chiavenato, 2006; SAPRU, 2013; Torres-Hernández, 2008)

Henry Fayol, por otro lado, llevó su investigación al nivel gerencial, en donde puso particular atención al manejo de personal. Desarrolló una teoría de la administración conocida como "*Ciencia de la Administración*" o en ocasiones como "*Administración Clásica*". En ella establece que los gerentes deben de ser capacitados con un enfoque sistemático. Plantea cinco actividades básicas dentro de la administración: planeación, organización, dirección, coordinación y control. (Chiavenato, 2006; SAPRU, 2013; Torres-Hernández, 2008)

A pesar de que Weber, Taylor y Fayol desarrollaron trabajos a distinto nivel de la organización, todos ellos buscaban de manera similar la creación de jerarquías y líneas de mando claras dentro de las empresas, división del trabajo, estandarización del trabajo, centralización de la autoridad principalmente en los administradores de las compañías, separación de la vida personal y laboral, una mejor selección de personal, y mejor retribución a los trabajadores. (Chiavenato, 2006; SAPRU, 2013)

Puesto que el estudio de la administración se desarrolla en diferentes lugares y a diferentes niveles, surge la necesidad de agrupar los conocimientos generados en la rama para poder tener un mejor dominio del tema dando origen a la Teoría General de la Administración (TGA). Idalberto Chiavenato define a la TGA como "*el campo del conocimiento humano que se ocupa del estudio de la Administración en general, sin importar dónde se aplique*". Cada uno de los administradores dentro de las organizaciones, debe ser capaz de analizar las situaciones a las cuales se enfrenta, medir los recursos disponibles, planear soluciones a los problemas, establecer estrategias, innovar y generar competitividad. (Chiavenato, 2006)

Dentro de la TGA existen diversos enfoques con los cuales se aborda al estudio de la administración, como son el clásico, el humanista, el neoclásico, el estructuralista, el del comportamiento, el sistémico, el situacional, entre otros, Esta investigación recae sobre el enfoque situacional, el cual parte de la concepción de una realidad que existe a través de sistemas multidimensionales y multiescalares, establece que todas las variables que se encuentran dentro de un sistema se relacionan de alguna forma, plantea que no existe una verdad absoluta ni una solución única a un problema, y reconoce la influencia

del entorno para su solución.(Betts, 2011; Hellriegel y Slocum, 1973; Luthans y Stewart, 1977; Matus, 1980; Nobre et al., 2010; Zeithaml et al., 1988)

La existencia de múltiples soluciones para el mismo problema, y la influencia del entorno en las consecuencias que suceden a la implementación de alguna de ellas, conducen a la teoría de la toma de decisiones.

3.3. Teoría de la toma de decisiones

En la vida cotidiana de un ser humano, la mayoría de las acciones que realiza implican la toma de decisiones. Desarrollada desde mediados del siglo XX, la teoría de las decisiones estudia los problemas en los que se tiene una serie de opciones para elegir, y esa elección no se realiza de una manera aleatoria, sino por actividades dirigidas al logro de objetivos específicos.(Hansson, 2015)

Esta teoría plantea la existencia de un tomador de decisiones que tiene varias opciones frente a él. Cada opción se asocia con un número posible de consecuencias, algunas de las cuales son deseables de acuerdo a los objetivos del decisor. Las consecuencias resultantes de implementar una de las opciones, depende de las condiciones que prevalecen en el entorno.(R. Bradley, 2014)

Esta teoría se encuentra dividida en dos, la descriptiva y la normativa. La teoría descriptiva busca proporcionar la explicación y la predicción de elecciones realmente tomadas por individuos o grupos. La teoría normativa, se concentra en la forma en la que se tomará la decisión, la forma en la que se evaluarán las alternativas y los criterios y procedimientos a seguir para la toma de la decisión en específico. Es decir, la teoría normativa se enfoca en cómo las decisiones deben ser tomadas, mientras que la descriptiva analiza la forma en que realmente se toman.(R. Bradley, 2014; Hansson, 2015)

Dentro del enfoque situacional, ambas ramas de la teoría de decisiones son consideradas, pues en este enfoque se trabaja considerando el *“deber ser”* y *“lo que realmente puede ser”* de acuerdo a las condiciones presentes en el entorno.

En esta investigación, la teoría de la toma de decisiones es parte fundamental, pues los decisores encargados de elaborar los planes de desarrollo estatales, por medio de los cuales se realiza la inversión estatal, se enfrentan con un conjunto de posibilidades, las cuales lo acercan o no al logro de los objetivos establecidos. Para definir finalmente una estrategia, los decisores requieren conocer el fenómeno, a fin de determinar el resultado aproximado de las acciones. Es necesario considerar tanto el conocimiento formal como la empírica para llevar a cabo una toma de decisiones informada. Para conocer este fenómeno de manera formal, se utilizó a las redes neuronales como herramienta de modelación, pues al ser una herramienta bioinspirada, se relaciona por naturaleza con las herramientas difusas que permiten la integración del conocimiento empírico de los expertos.

3.4. Redes Neuronales

Durante los últimos años, las redes neuronales han sido utilizadas como una alternativa a los modelos estadísticos tradicionales. A pesar de haber sido creados dentro de la neurobiología matemática, diversos autores han ilustrado el comportamiento de modelos simplificados prácticos llevándolos hacia el área de la estadística. Tal es el caso de Gallinari et. al. en su artículo *"On the relations between discriminant analysis and multilayer perceptrons"* en el que se establece una relación entre un análisis discriminante y perceptrones multicapa para la clasificación de problemas (Gallinari et al., 1991). Así mismo Cheng y Titterington en su artículo *"Neural Networks: A Review from a Statistical Perspective"* realizan una comparación detallada entre diversos modelos de redes neuronales, con modelos estadísticos tradicionales (Cheng y Titterington, 1994), logrando mostrar en su trabajo una fuerte asociación de las redes neuronales prealimentadas con análisis discriminantes y regresiones. Por ello, las han sido utilizadas en áreas como la predicción y la clasificación, supliendo así el uso de modelos de regresión y otras técnicas estadísticas (Paliwal y Kumar, 2009). Sin embargo, Sarle et al. en su artículo *"Neural Networks and*

Statistical Models” explican que existe un punto de encuentro entre las redes neuronales y los modelos estadísticos, por lo que no compiten entre ellos cuando se realiza análisis de datos (Sarle et al., 1994).

Debido a sus características las redes neuronales son bastante atractivas en la elaboración de pronósticos. Se consideran modelos autoadaptables, basados en datos sobre los que se tienen suposiciones a priori sobre los modelos de los fenómenos que se estudian. También, una red se considera generalizable, no lineal, y es aceptada como un aproximador universal funcional (Khashei y Bijari, 2010).

A lo largo del tiempo, las redes neuronales han sido utilizadas para trabajar con series de tiempo (Chen et al., 2005; F. Giordano et al., 2007; Jain y Kumar, 2007), siendo Lapedes & Farber en su artículo *“Nonlinear signal processing using neural networks: Prediction and system modelling”*, los primeros en intentar realizar un modelo (Lapedes y Farber, 1987). Otros trabajos como el de Orhan et al., han aplicado las redes neuronales como un sistema de clasificación para la toma de decisiones (Orhan et al., 2011) y recientemente, redes neuronales de aprendizaje profundo, han sido utilizadas de manera muy efectiva para el reconocimiento de patrones (Li et al., 2018).

Por las características mencionadas anteriormente, esta herramienta resulta de gran utilidad para modelar fenómenos que no cumplen con los requerimientos de normalidad o heterocedasticidad para ser modelados mediante regresiones lineales, y aquellos que además son considerados dinámicos por naturaleza, como es el caso de la innovación.

3.5. Expertones

Para unificar la información de expertos, existe una herramienta basada en el análisis de posibilidad y la teoría de conjuntos borrosos, llamada “expertón”. Esta herramienta permite obtener información sobre la tendencia y distribución de las opiniones objetivas de los expertos, para que posteriormente sean agregadas a fin de genera una opinión general mediante una función de distribución

acumulativa, obtenida por expresiones lingüísticas de un grupo de expertos. Esta información se registra utilizando una escala endecadaria dentro del intervalo $[0,1]$.

Por lo tanto, el expertón queda definido como una extensión de un conjunto probabilístico en donde cada α -corte se reemplaza por un intervalo de probabilidades de acuerdo con los expertos.

A un expertón aplican la propiedad conmutativa, propiedad asociativa, la involución y el teorema de Morgan.

Puesto que se deriva de un conjunto probabilístico, el expertón es considerado como monotónico creciente horizontal y vertical no estricto

Cada experto expresa por medio de un α -corte entre un rango de $[0,1]$, el nivel de verdad al hacer una valuación. Posteriormente para la construcción del expertón, se evalúan las variables a través de intervalos de confianza, o en base a un número $\in [0,1]$. Se genera una opinión global de los expertos, se genera la estadística, y por último se aplica la ley de acumulación complementaria. (Kaufmann, 1988; Kaufmann y Gil-Aluja, 1986)

3.6. Análisis de Sensibilidad

El uso de modelos matemáticos para la toma de decisiones no es una práctica novedosa. Desde 1970 John Little, al discutir la relación entre los administradores y los números, sugiere que un modelo matemático diseñado para un administrador, nunca será adoptado a no ser que el administrador confíe en él, por lo tanto, debe poder comprender el modelo. Esto implica que sea capaz de interrogarlo, y que la información de salida le proporcione una mayor comprensión del problema, mejorando así la claridad del proceso de la toma de decisiones. (Borgonovo, 2017; Little, 1969, 2004)

En la actualidad, los tomadores de decisiones se apoyan de una computadora para llevar a cabo su tarea. Sin embargo, los modelos generados por ellas poseen una complejidad que en ocasiones dificulta el trabajo, y aunque el ordenador provee un resultado puntual, este resultado puede no satisfacer en su

totalidad al decisor. Cuando la decisión se realiza en un entorno incierto para el decisor, la complejidad aumenta debido a la presencia de entradas cuyo valor no se encuentra totalmente definido, lo que desencadena en la toma de una decisión informada por los datos de salida de los modelos y otras consideraciones adicionales como, por ejemplo, la legislación relacionada con el fenómeno sobre el cual se decide. (Borgonovo, 2017)

El desarrollo de un modelo para la toma de decisiones requiere la participación de un equipo multidisciplinario, que proporcionen diferentes ideas, juicios y datos. Y el proceso de toma de decisiones se encuentra definido por la identificación del problema, identificación de las alternativas, implementación del modelo, evaluación de las alternativas, análisis de sensibilidad e implementación de la mejor alternativa. En el caso de que se considere necesario mayor estudio después de la aplicación del análisis de sensibilidad, se puede volver a cualquiera de las primeras tres etapas del proceso según se requiera (S. Bradley et al., 1977; Clemen, 1996). En la etapa de evaluación de las alternativas, el decisor debe asegurarse de que los resultados del modelo tengan credibilidad dentro de las políticas de decisión del entorno, de lo contrario, el modelo podría ser rechazado (Gass, 1983). Es en este momento que el análisis de sensibilidad toma importancia, pues puede ser utilizado para comprender de mejor forma el funcionamiento de un modelo (Borgonovo, 2017). Otras funciones del análisis de sensibilidad son las de proveer un criterio objetivo en el proceso de modelaje, identificar el modelo, discriminarlo, calibrarlo o corroborarlo. (Saltelli 2000)

Los análisis de sensibilidad aportan información sobre las consecuencias de una decisión de acuerdo a los valores de los parámetros involucrados en ella. Por lo tanto, el análisis de sensibilidad es considerado como una herramienta importante dentro de la toma de decisiones, ya que dirige la atención a los aspectos fundamentales del problema, y muestra las consecuencias de un cambio o una variación.(Borgonovo, 2017; Howard y Abbas, 2016)

La definición del término *“análisis de sensibilidad”*, varía entre las comunidades técnicas y de acuerdo a la definición del problema en el que se utiliza, por lo tanto, una definición precisa requiere especificar la salida del análisis (Saltelli et al., 2004). Sin embargo, durante los últimos años, de manera general, se considera al análisis de sensibilidad como una *“medida local del efecto de una variable de entrada sobre una variable de salida, que permite comprender mejor el funcionamiento de un modelo”* (Borgonovo, 2017). En la práctica, un análisis de sensibilidad significa *“permitir la variación de todo lo incierto (variables, relaciones matemáticas, condiciones de frontera, etc.), a la vez que se corre el modelo, produciendo un rango de predicciones”* (Saltelli et al., 2004, 2020)

Existen diversos métodos de análisis, para los cuales el término *“sensibilidad”* no necesariamente posee el mismo significado. De igual forma, de acuerdo a los objetivos deseados con la aplicación del método, las ventajas y desventajas de cada uno de ellos varía. Lo más importante al momento de realizar un análisis de sensibilidad es plantear la cuestión que se desea resolver. (Borgonovo, 2017; Cacuci et al., 2005)

De manera general, los análisis de sensibilidad pueden clasificarse en globales y locales. Estos pueden diseñarse para resolver un problema en específico y actualmente existen muchos que se encuentran en la espera de más aplicaciones para explorar sus contenidos. Cada uno de ellos hace uso de distintas herramientas como por ejemplo programación lineal, diagramas de influencia, árboles de eventos y fallas, modelos de optimización, modelos de simulación, entre otros. Sin embargo, existen ciertas características deseables que los análisis de sensibilidad deben considerar durante su diseño (Borgonovo, 2017; Saltelli et al., 2004).

1. La capacidad de hacer frente a la escala y a la forma es una característica que se aplica tanto a globales como a locales, y consiste en incorporar el efecto del rango de entrada en su salida.
2. La inclusión de promedios multidimensionales. En los análisis de sensibilidad locales, se observa el efecto de la variación de un factor, cuando el resto permanece constante. En cambio, en los

análisis de sensibilidad globales, se observa el efecto de un factor mientras el resto también se encuentra variando.

3. Ser independientes del modelo. Para los análisis globales, el efecto de interacción debe ser observable. Este efecto se aprecia sobre todo en modelos no lineales, no aditivos, y sucede cuando el efecto de variar dos factores es diferente a la suma de sus efectos individuales.
4. Tener la propiedad de síntesis. Es decir, la posibilidad de tratar un grupo de factores como si fueran uno solo a fin de lograr una ágil interpretación de los resultados.
5. Tener un objetivo definido, lo que evita que los resultados puedan variar al aplicar diferentes medidas de sensibilidad.

De acuerdo a lo descrito en este capítulo, el análisis de sensibilidad diseñado para esta investigación tendrá las siguientes características.

Debido a que el cambio de valor en los coeficientes del vector de pesos genera la compensación de la variación por el resto de los coeficientes, el análisis será clasificado como global. Por lo tanto, el diseño proporcionará información del efecto de la variación de un factor, mientras el resto también varía. La graficación de los resultados del análisis permitirá el estudio de los factores de manera agrupada, por lo que tendrá propiedad de síntesis. El rango de variación elegido de los coeficientes del vector de peso, genera valores en el valor del índice de innovación dentro de su rango de trabajo, y cada cambio en los coeficientes del vector de peso produce un efecto observable en el valor del índice, lo que indica el uso aceptable de la escala de trabajo. Por último, se define el objetivo del análisis de sensibilidad, el cual será observar el efecto de los coeficientes en el vector de pesos para la integración de las propuestas de reinversión presupuestal, generadas mediante Expertones, Optimización, Incidencias e Históricas, en el índice de innovación del estado de Michoacán.

3.7. Teoría de las situaciones

Una situación es el lugar en donde un actor y una acción existen. La situación y la acción forman un sistema complejo con el actor y la realidad se torna situación en relación al actor y su acción. Por lo tanto, la misma realidad es muchas situaciones a la vez. Una situación es entonces todo aquello relevante para la acción, y esta relevancia varía de acuerdo a los objetivos de los actores, lo que proporciona no visiones subjetivas, sino realidades objetivas distintas. La situación existe de la manera en la que es percibida como “resultante vectorial de los hechos y fuerzas anteriores y presentes, de los actores allí situados” (Matus, 1980). Cada situación comprende un tiempo específico en el cual las acciones tendrán un resultado.

La transformación futura de una sociedad, está compuesta por una sucesión de situaciones en la que “cada situación pasada es consecuencia de la modificación de una anterior y cada situación planificada sólo puede lograrse como alteración de una situación previa por ocurrir” (Matus, 1980). La situación presente es el eslabón que une a la historia y al plan, y es el punto de partida de cualquier transformación. En esta investigación, la teoría situacional es utilizada para realizar una serie de propuestas posibles de reinversión de recursos y establecer el punto de partida para dicha propuesta.

Capítulo 4. Metodología

4.1. Diseño de la investigación

En esta sección se define el diseño de la investigación, es decir, la estructura conceptual mediante la cual se conducirá. Se detalla el plan y las estrategias de investigación para cumplir con los objetivos. (Kotharu, 2004; Kumar, 2011)

Esta investigación se desarrolla tomando al pragmatismo como paradigma de investigación, involucrando entonces la teoría general de la administración, la teoría de la toma de decisiones, la

planeación estratégica situacional, y la teoría de la lógica difusa, para obtener una solución al problema que considere tanto las variables teóricas, como a los actores involucrados en la toma de decisiones.

Una variable dependiente se define como un efecto generado que debe ser medido, pero no manipulado. Esta variable representa el fenómeno que desea ser estudiado en una investigación. (Hernández Sampieri et al., 2006; Monje Álvarez, 2011; Tamayo, 2003). La variable dependiente de acuerdo a la hipótesis planteada será el índice de innovación del estado de Michoacán que involucra el mercado nacional e internacional, la generación del conocimiento con orientación estratégica, el fortalecimiento a la innovación empresarial, el financiamiento a la innovación, el capital humano y el marco regulatorio e institucional. Las dimensiones de la variable son Instituciones; Capital Humano e Investigación; Infraestructura; Sofisticación de Mercado; Sofisticación de Negocio; Tecnología y Conocimientos; y Bienes y Servicios Creativos. Esta variable se encuentra diseñada por el Venture Institute y, en ella, se definen claramente los indicadores que determinan su valor (Tabla 40). Algunos indicadores toman como argumentos valores numéricos, por lo que son considerados cuantitativos, sin embargo, muchos otros corresponden a la medición de los atributos o cualidades del fenómeno, por lo que se suponen cualitativos, en consecuencia, la variable en su conjunto será considerada de carácter cualitativa. Es esta misma variable quien obliga a llevar a cabo una investigación de tipo transversal, pues únicamente se cuenta con los datos de una sola medición, realizada de forma oficial en el año 2013 por la Secretaría de Economía, en conjunto con el Venture Institute y, tomando como base las condiciones particulares de la región en materia de condiciones políticas e innovación, el horizonte espacial de esta investigación se acota al estado de Michoacán de Ocampo.

Por otro lado, la variable independiente es la causa del fenómeno, las causas que generan el efecto, por lo que antecede a la variable dependiente (Hernández Sampieri et al., 2006; Monje Álvarez, 2011; Tamayo, 2003). En este estudio, esta variable está integrada por los indicadores de inversión en el estado, que están compuestos por mediciones puramente numéricas, por lo que es considerada

completamente cuantitativa (INEGI, 2016). La variable independiente se encuentra integrada por las dimensiones de Inversión pública; Materiales y suministros; Recursos asignados a municipios; Servicios personales; Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas; Bienes muebles, inmuebles e intangibles; y Servicios generales.

Dentro de la investigación en las ciencias sociales, existen un par de paradigmas con fundamentos epistemológicos, diseños metodológicos técnicas e instrumentos propios, diseñados para el estudio de los fenómenos de acuerdo a la naturaleza el objeto que se estudia y los objetivos de la investigación (Monje Álvarez, 2011). El enfoque metodológico cuantitativo, emplea planteamientos del problema acotados temporal y espacialmente, empleando la estadística como medio para medir y analizar fenómenos, poniendo a prueba hipótesis. En cambio, el enfoque cualitativo permite planteamientos de problemas menos acotados, que poco a poco se van enfocando. Este enfoque de investigación no utiliza la estadística y generalmente se aplica a fenómenos en ambientes naturales (Hernández Sampieri et al., 2006). Debido a la dicotomía en el tipo de variables de este estudio, se elige un diseño de investigación del tipo mixto, por lo que se cuenta con las herramientas matemáticas y estadísticas del enfoque cuantitativo, y con las bondades del uso de herramientas diseñadas específicamente para el trabajo con variables cualitativas, que se adaptan mejor al estudio de fenómenos dinámicos.

En función de su alcance esta investigación se acotó como:

1. Exploratoria
2. Descriptiva
3. Correlacional

De tipo exploratorio porque busca examinar un problema poco estudiado, como es la reinversión en la innovación, sobre el cual no se ha abordado desde la perspectiva de la teoría de control. De tipo descriptivo porque se busca especificar las propiedades y las características del proceso de innovación, y

detallar cómo es y cómo se manifiesta. De tipo correlacional porque se busca conocer cómo se relacionan las variables del proceso de innovación y tratar de predecir su comportamiento.

Finalmente, se determina que el desarrollo de la investigación esté compuesto por cuatro partes. La primera de ella consiste en definir las relaciones que existen entre las variables de entrada y de salida, mediante el uso de redes neuronales. Como segunda etapa se realiza una optimización de la red neuronal para conocer la distribución teórica de recursos que permitiría obtener el mayor puntaje en el Índice Nacional de Innovación. La tercera etapa consiste en regionalización de la redistribución de recursos mediante las opiniones de expertos integradas con el uso de Expertones. Como resultado de la tercera etapa, se cuenta con cuatro distribuciones presupuestales que son integradas mediante una agregación ponderada, donde cada ponderación generará una propuesta de reinversión final distinta. En cuarta y última etapa, se realiza un análisis de sensibilidad que permite observar el movimiento del Índice Nacional de Innovación de acuerdo a la variación en la ponderación de las propuestas de reinversión generada por los tomadores de decisiones y por optimización. En esta etapa final se analizan diversos escenarios de reinversión. Para la elaboración de la propuesta se ha optado por trabajar con herramientas que utilizan lógica difusa, debido a que la investigación exploratoria realizada previamente, permite observar un vacío importante de información formal que describa el funcionamiento del modelo de innovación estatal, y muestra una tendencia a la acción de los decisores a trabajar de acuerdo a la experiencia y la imitación al modelo federal.

La operacionalización de variables se muestra en el Anexo 6, y permite observar los indicadores de las variables.

4.1.1. Parte 1: Construcción de la función de relación

A fin de seleccionar la herramienta para construir una función que relacione el índice de innovación con los indicadores de inversión, se realiza un análisis general de los métodos de optimización

y modelación (Anexo 7). En este análisis se encuentra que los modelos de superficies de respuesta son aquellos que se utilizan para crear una aproximación de la variable en un espacio de diseño, y estimar un conjunto de parámetros de entrada obteniendo una respuesta óptima. Esta optimización es rápida y no requiere experimentos adicionales o simulaciones. Una característica importante que inclina la decisión al uso de un modelo de este tipo, es que puede aplicarse, aunque se sepa poco del problema, situación particular en esta investigación. (Adby y Dempster, 1974; Cavazzuti, 2015; Nocedal et al., 1999; Pardalos y Pitsoulis, 2000)

Dentro de este grupo de modelos se encuentran el Método de Mínimos Cuadrados, el Método de Redes Neuronales, y otros. Estos dos métodos en particular fueron considerados para la modelación del problema, por las características de simplicidad relativa para su aplicación, el tamaño de la muestra para su construcción, y su aplicación histórica en la toma de decisiones. Sin embargo, la elección de aplicar un modelo de redes neuronales se debe a que éste presenta cuatro características específicas que permiten una mejor integración con otras técnicas que se aplicarán en las siguientes etapas de la investigación. (Adby y Dempster, 1974; Ben-Tal et al., 2009; R. E. Burkard et al., 1980; Cavazzuti, 2015; Kurdila, 2006; Morari, 2010; Nocedal et al., 1999; Sun y Yuan, 2006; Zhigljavsky y Žilinskas, 2008)

Primera, las redes neuronales son modelos heurísticos, que por naturaleza se comportan a similitud del pensamiento humano (Cavazzuti, 2015; Galushkin, 2007; Li et al., 2018; Morari, 2010; Paliwal y Kumar, 2009). En esta investigación existen dos factores que involucran fuertemente el factor humano, el primero es la naturaleza cualitativa de muchos indicadores que componen la variable de innovación, el segundo es el proceso holístico involucrado en la toma de decisiones requerida en el último paso de esta investigación para poder generar una propuesta de redistribución de recursos específica para el estado de Michoacán. Por lo tanto, el hecho de que este método involucre desde un principio una relación con el pensamiento humano, ayuda a que todo el proceso de la investigación se realice en torno al mismo concepto.

Segundo, debido a la forma en la que se construye el modelo de redes neuronales, permite un mejor comportamiento ante fenómenos dinámicos (Anderson y Mcneill, 1992; Cavazzuti, 2015; Cheng y Titterington, 1994; F. Giordano et al., 2007; Lapedes y Farber, 1987; Paliwal y Kumar, 2009). Esta investigación se enfoca en el comportamiento del índice de innovación en función de la distribución de los recursos dentro de una región. Teóricamente, el índice de innovación es considerado como un fenómeno dinámico, que presenta cambios relativamente rápidos dentro de un sistema. Por lo tanto, la reacción rápida de las redes neuronales ante los cambios es una ventaja importante para esta investigación.

Tercero, la salida del modelo de redes neuronales tiende a la estabilidad en ambas direcciones (Adby y Dempster, 1974; Anderson y Mcneill, 1992; Cavazzuti, 2015; Galushkin, 2007; Gil-Lafuente y Zopounidis, 2014; Khashei y Bijari, 2010; Paliwal y Kumar, 2009; Sarle et al., 1994). Esta característica matemática se debe a la posibilidad de elegir el comportamiento de la salida final del modelo. El fenómeno analizado en esta investigación se encuentra restringido a un rango entre 0 y 1. Un modelo que permita acotar los valores de salida a este rango, sin importar los rangos de los valores introducidos, o la variación que ocurra en un futuro a estos valores, presenta una ventaja para su aplicación.

Cuarto, los modelos de redes neuronales son ampliamente utilizados para control (Antsaklis, 1990, 1992; Campos y Lewis, 2009; Hagan et al., 2002; Hagan y Demuth, 1999; Krose y Smagt, 1996; Nguyen y Widrow, 1990; Paper, 1992; Zribi et al., 2018). Estos modelos forman parte de las herramientas de control, lo que permite que el modelo sea utilizado en futuras investigaciones para realizar un control en tiempo real que muestre los cambios en índice de innovación en relación a la distribución de los recursos económicos, de acuerdo al modelo de redes neuronales que se plantea en esta investigación.

Es importante recalcar que el objetivo de esta tesis no es modelar este fenómeno, sino realizar una propuesta de redistribución de recursos para lograr un valor específico del índice de innovación para una región específica. Por lo tanto, aunque se realiza una investigación general para la elección de un

modelo, no se profundiza más a detalle en el comportamiento de los mismos, ni se contrasta su eficiencia. Únicamente se realiza la construcción de un modelo teórico que anteriormente no existía en la literatura, para determinar un punto de partida que permita la aplicación de otras herramientas para la generación de la propuesta de reinversión. En este caso, el modelo de redes neuronales se considera suficiente por lo anteriormente mencionado, dejando la oportunidad de mejora para trabajos futuros.

4.1.2. Parte 2: Optimización de la red neuronal

La optimización de la red neuronal proporciona como resultado una distribución de recursos que teóricamente permitiría al estado alcanzar el nivel máximo de innovación dentro del Índice Nacional de Innovación generado por la Secretaría de Economía de la federación. Sin embargo, antes de considerar este resultado como una solución final, se debe tener en cuenta que la implementación de las soluciones en la práctica, dependen de tomadores de decisiones que involucran mayor cantidad de variables al momento de diseñar el presupuesto estatal. También se debe considerar que, debido a que la red neuronal es una función que define la relación del Índice Nacional de Innovación y los Indicadores Estatales de Inversión a nivel nacional, se busca una solución particular que beneficie al estado de Michoacán, por lo que el resultado de esta optimización deberá de ser integrado con la inversión actual que se realiza en el estado y la opinión de los tomadores de decisiones, para proporcionar una solución más integral, cuya implementación sea viable.

4.1.3. Parte 3: Regionalización de la propuesta

Como se menciona en capítulos anteriores, la posibilidad de innovar depende de las características particulares de una región. Por lo tanto, la redistribución de recursos obtenida en la parte 2 de la investigación, debe ahora influenciarse con el entorno de estado. La distribución actual de recursos

permite observar la tendencia de inversión en el estado, mientras que la opinión de los tomadores de decisiones, permite analizar el rumbo que se desea para la inversión.

Mediante el uso de Expertones se integra opinión de los tomadores de decisiones para general un par de propuestas que permitan plasmar su opinión objetiva. Para la selección de los tomadores de decisiones se consideran personas que hayan participado o estén participando en el diseño presupuestal, así como aquellos que se encuentren relacionados con la innovación.

Para esta investigación, el grupo de decisores consultados acumula experiencia en cargos como director general del Instituto de Planeación, director de Desarrollo Regional, asesor del titular de la Coordinación General de Gabinete y planeación, asesor en la Secretaría de Desarrollo Rural, director del Centro de Agronegocios, secretario técnico de la Comisión de Pesca, director regional de Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, coordinador general de Delegaciones y Coordinaciones Regionales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, subdelegado de Planeación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, analista de la Secretaría de Programación y Presupuesto, consultor asociado de Estudios y Proyectos de Ordenamiento Territorial, asesor para la integración del Plan de Desarrollo Sustentable-UNISON, encargado de la Rectoría de la universidad Politécnica de Uruapan, coordinador de Desarrollo Económico del municipio de Uriangato, jefe de departamento de Planeación y Vinculación del Instituto Tecnológico del Sur de Guanajuato, jefe de departamento del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos de Michoacán, auxiliar de Enlace de Evaluación del Censo Económico 1994 INEGI, capacitador en temas de “Mejoramiento de Procesos, Herramientas para la Calidad, Planeación Estratégica, Six Sigma y Lean Manufacturing”, colaborador del proyecto “Diagnóstico de las Capacidades en CT+I para el desarrollo de las vocaciones Competitivas del Estado de Michoacán”, colaborador en proyectos de Innovación con empresas michoacanas, colaborador académico del “Reporte sobre Desarrollo Humano en el estado de Michoacán del Programa de Naciones Humanas para el Desarrollo”, colaborador del plan de desarrollo Municipal, director del Instituto de Planeación

Municipal, secretario de Urbanismo y Medio Ambiente, subdelegado de Medio Ambiente, asesor para la elaboración del Plan de Acción de ciudades Emergentes y Sostenibles, colaborador de la Estrategia Nacional de Desarrollo Regional de Tierra Caliente, colaborador en el Plan Maestro de Urbanización de la Ciudad del Conocimiento de Morelia, director de Innovación de la “Secretaría de Innovación, Ciencia y Desarrollo Tecnológico”, jefe del departamento de Servicios a la Industria y Promoción a la industria de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, subdirector de Promoción Económica en la secretaría de Economía en Michoacán, consejero de la Administración Portuaria Integral Lázaro Cárdenas, consejero del Fideicomiso de la Micro, Pequeña y Mediana empresa, secretario técnico del Subcomité del Proyectos Productivos del Gobierno del estado de Michoacán, secretario técnico del Consejo Estatal de la Micro, Pequeña y Mediana empresa, Subdirector de Vinculación y Desarrollo Tecnológico en el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, Auditor Especial de Normatividad y Control de Calidad y encargado de despacho de la Auditoría Superior del Estado de Michoacán, asesor del Congreso del Estado de Michoacán, Secretario Técnico y Delegado Regional de la Región III en la Coordinación de Planeación para el Desarrollo del Estado de Michoacán, Director de Gestión del Centro Estatal de Desarrollo Municipal del Estado de Michoacán, jefe del departamento de Ordenamiento Territorial y Política Regional de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y profesor en las universidades de Sinaloa, Zacatecas, Sonora, y Michoacán, con estudios superiores, de especialidad y de posgrado en administración pública, desarrollo regional, proyectos de inversión y desarrollo, economía, planeación, calidad, estadística, ingeniería civil y urbanismo.

4.1.4. Parte 4: Análisis de sensibilidad

El objetivo de la aplicación del análisis de sensibilidad, es observar el efecto del peso de las propuestas de reinversión de recursos para el estado de Michoacán, obtenidas por cuatro métodos distintos, sobre el valor final del índice de innovación. Para establecer un punto de partida se conoce que

cada propuesta de reinversión **PR** está formada por siete coeficientes, cada uno de ellos correspondiente a una x del modelo de red neuronal que relaciona la innovación nacional con los indicadores estatales de inversión. Se tienen entonces que

$$PR_i = [x_{1,i}, x_{2,i}, x_{3,i}, x_{4,i}, x_{5,i}, x_{6,i}, x_{7,i}] \quad (4)$$

donde

PR_i es el vector de coeficientes que contiene la propuesta de reinversión i .

$x_{1,i} \dots x_{7,i}$ son los coeficientes que determinan la proporción del presupuesto asignada a cada capítulo presupuestal estatal (correspondientes a los coeficientes del Capítulo 1000: Servicios Personales; Capítulo 2000: Materiales y suministros; Capítulo 3000: Servicios Generales; Capítulo 4000: Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas; Capítulo 5000: Bienes muebles, inmuebles e intangibles; Capítulo 6000: Inversión pública; Capítulo 8000: Recursos asignados a municipios)

Estas cuatro propuestas son integradas para obtener una propuesta final **PF**, en la que se consideren las cuatro de manera ponderada. De manera que

$$PF = [w] * [PR] \quad (5)$$

es decir

$$PF = w_1 * PR_1 + w_2 * PR_2 + w_3 * PR_3 + w_4 * PR_4 \quad (6)$$

donde

PF es la propuesta de reinversión de recursos final que se evaluará en el modelo de red neuronal.

$w_1 \dots w_4$ corresponden al peso ponderado de cada una de las cuatro propuestas de reinversión de recursos.

PF entonces será también un vector compuesto por

$$PF = [x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7] \quad (7)$$

Puesto que la propuesta final será un promedio ponderado se conoce que

$$\sum_{i=1}^4 w_i = 1 \quad (8)$$

Por lo tanto, es importante observar que el peso de una propuesta siempre estará relacionado con las otras tres, es decir, el aumento o decremento del peso de una de ellas, reflejará un decremento o aumento respectivamente sobre el peso de al menos una de las propuestas.

Se parte entonces de la existencia de un modelo de red neuronal que describe la relación entre el índice nacional de innovación y los indicadores estatales de inversión.

$$z = -18.586756 + 18.98x_1 + 1.92x_2 + 19.04x_3 + 18.59x_4 + 20.77x_5 + 15.1x_6 + 15.13x_7 \quad (9)$$

$$y = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (10)$$

Donde

z es el término lineal de la red neuronal.

$x_1 \dots x_7$ corresponden al porcentaje del presupuesto dirigido a cada capítulo presupuestal de un estado.

y es la ecuación de la función sigmoideal utilizada como función de transferencia para la red neuronal. Este valor corresponde al índice de innovación estatal calculado.

De la investigación previa se conocen también cuatro propuestas de reinversión de recursos obtenidas mediante el uso de expertones, matrices de incidencias, método de optimización e inversiones históricas (Tabla 2).

Tabla 2

Propuestas de reinversión, resultado de la investigación previa.

Variable	Expertos	Optimización	Incidencias	Históricos
x_1	0.17	0	0.11	0.44
x_2	0.08	0	0.11	0.01
x_3	0.08	0	0.11	0.06
x_4	0.17	0	0.19	0.26
x_5	0.08	1	0.11	0.00
x_6	0.33	0	0.19	0.05
x_7	0.08	0	0.19	0.18
$\sum_{i=1}^7 x_i$	1	1	1	1

Nota. Elaboración propia.

Para obtener la propuesta final **PF** se tiene entonces que

$$PF = w_1 * PR_1 + w_2 * PR_2 + w_3 * PR_3 + w_4 * PR_4 \quad (11)$$

$$PR_i = [x_{1,i}, x_{2,i}, x_{3,i}, x_{4,i}, x_{5,i}, x_{6,i}, x_{7,i}] \quad (12)$$

Sustituyendo se tiene que

$$PF = \sum_{i=1}^4 (w_i * x_{1,i} + w_i * x_{2,i} + \dots + w_i * x_{7,i}) \quad (13)$$

Para realizar este análisis de sensibilidad se requiere conocer el valor en el cambio del índice de innovación con respecto al cambio de valor en el peso de una de las propuestas. Es decir

$$\Delta y = y - y_0 \quad (14)$$

donde

Δy es la diferencia entre el valor de estudio del índice de innovación y su valor real.

y es el valor de estudio del índice de innovación

y_0 es el valor base del índice de innovación.

Teniendo en cuenta que

Tabla 3

Asignación de variables dentro del vector w a las propuestas de reinversión.

Propuesta	Variable
Optimización	w_1
Expertos	w_2
Incidencias	w_3
Históricos	w_4

Nota. Elaboración propia.

y_0 se obtiene cuando

$$w = [0,0,0,1] \quad (15)$$

Por lo tanto cualquier otro valor del vector w genera un valor de estudio y . El valor de cambio de peso de las propuestas Δw_i puede ser arbitrario, siempre y cuando se considere que si $\sum_{i=1}^4 w_i = 1$, entonces

$$\sum_{i=1}^4 \Delta w_i = 0 \quad (16)$$

Tomando en cuenta estas consideraciones es posible llevar a cabo el diseño del análisis de sensibilidad.

El diseño de este análisis de sensibilidad se realiza con el fin de visualizar gráficamente Δy . Debido a la complejidad que genera $\sum_{i=1}^4 \Delta w_i = 0$, se plantea la creación de una tabla de valores con escala endecadaria, en donde el intervalo de variación sea de 0.1 positivo para una variable y negativo para otra, buscando así afectar la menor cantidad de variables en cada punto de estudio.

Una vez creada la tabla, se calculan los valores de **PF** para cada uno de los puntos de estudio, y los respectivos valores **y** calculados por medio del modelo de redes neuronales. Posteriormente estos dos valores serán graficados y analizados.

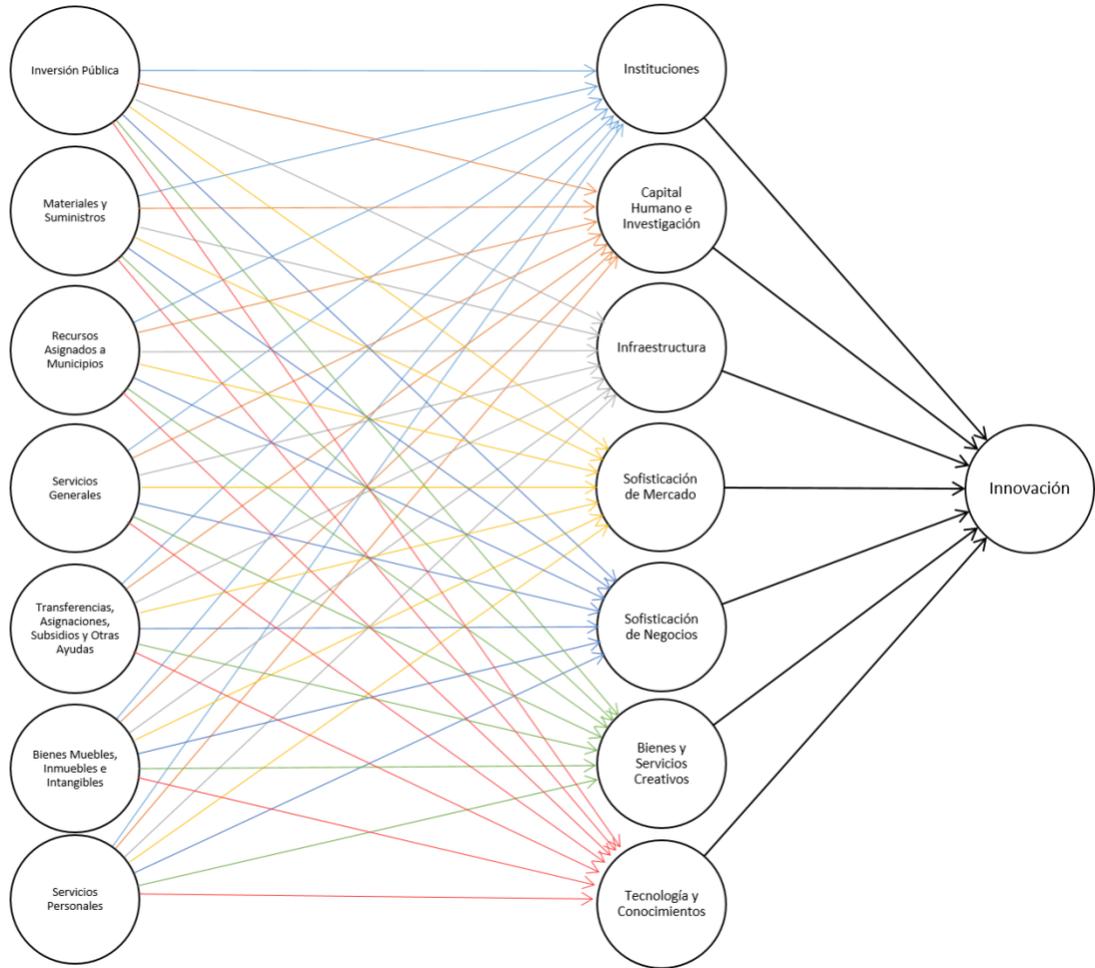
Capítulo 5. Resultados

5.1. Diseño del primer modelo sobre los indicadores de inversión

Para favorecer la comprensión de la red neuronal que se requiere diseñar, se realiza la construcción de un diagrama que muestra las relaciones de las variables a considerar dentro de la red. Para este problema en específico existen dos posibilidades, un diagrama simple que relaciona los indicadores estatales de inversión directamente con el índice de innovación (Figura 3), y un diagrama complejo que considera un nivel intermedio compuesto por los pilares de innovación (Figura 4). Como resultado de las pruebas realizadas en la sección anterior, se observa que el comportamiento del modelo es similar considerando el modelo simple o el complejo, por lo que para la simplificación del problema se descarta el modelo complejo. Por lo tanto, dado que dentro de una red neuronal una neurona es el elemento que permite dividir el problema en una serie de subproblemas (Galushkin, 2007), teniendo los siete pilares dentro del modelo implicaría la adición de siete neuronas para el planteamiento del problema, mientras que relacionando de forma directa los indicadores de inversión con la innovación, únicamente nos encontramos con la necesidad de agregar una sola.

Figura 3

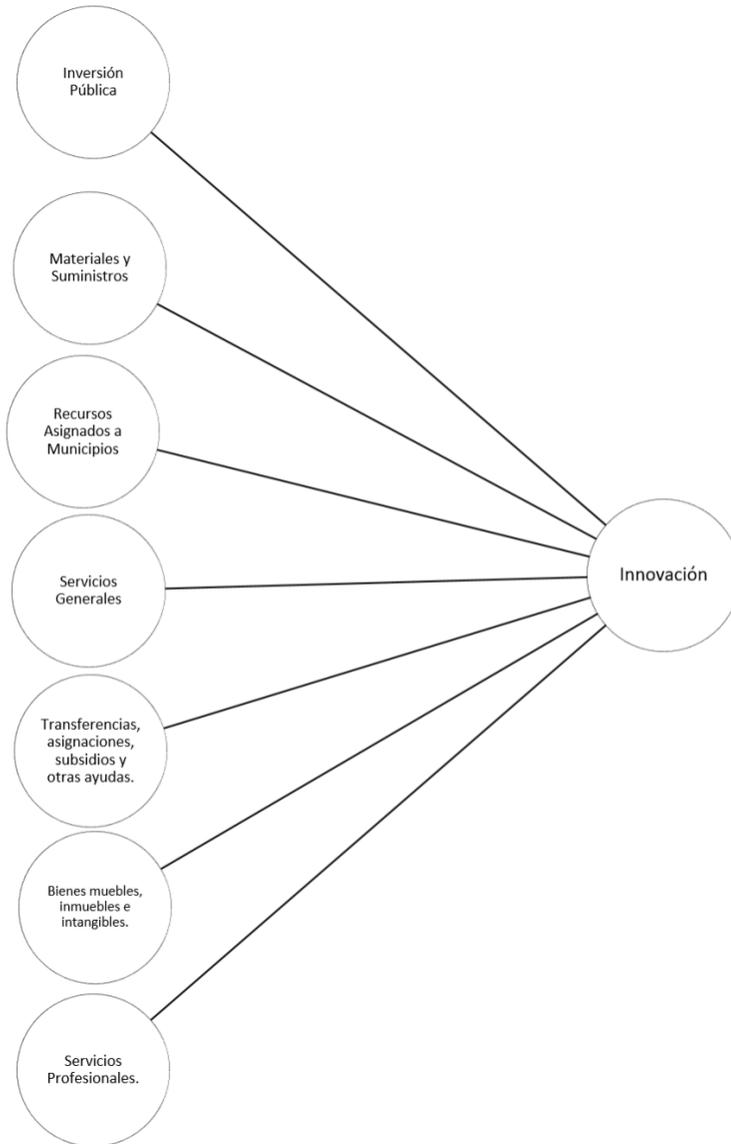
Diagrama de red neuronal con Pilares de Innovación como subcapa



Nota. Elaboración Propia

Figura 4

Diagrama de la red neuronal utilizando una sola capa



Nota. Elaboración propia.

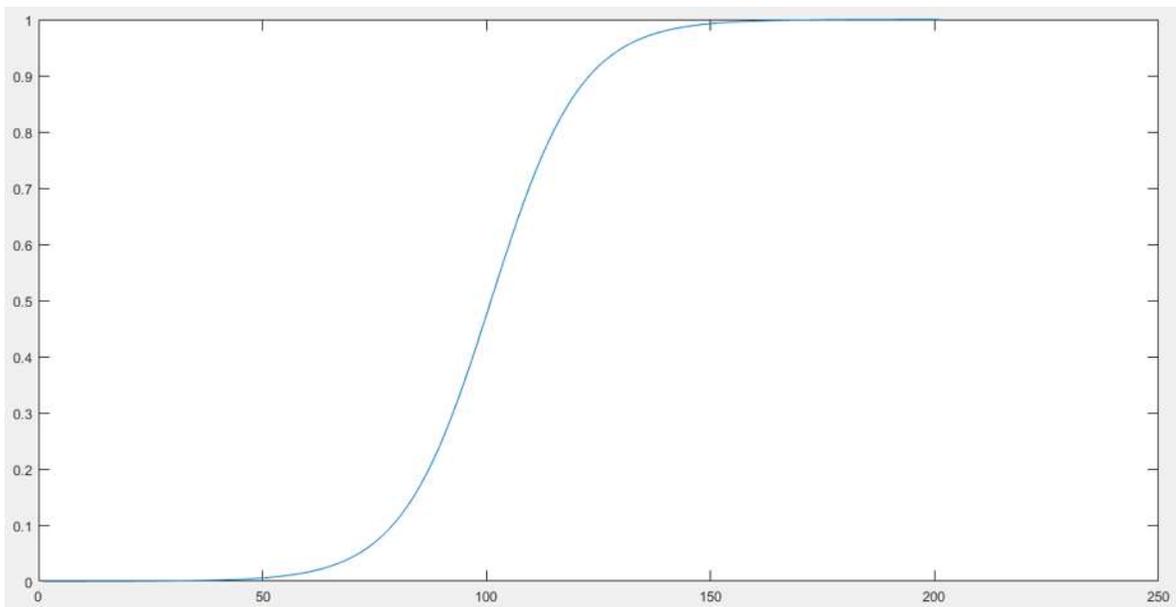
Una vez establecido el modelo, es necesario determinar la función de activación que se utilizará para la red neuronal (Galushkin, 2007). Para este problema se conoce que cada uno de los indicadores de inversión y el valor de innovación se encuentran restringidos de forma que:

$$0 \leq x_i, y \leq 1 \quad (17)$$

Por lo que la función tangencial queda descartada. También se sabe que no es un problema que tome valores booleanos, por lo que la función escalón no podrá ser utilizada. Una vez consideradas algunas funciones, se selecciona la función sigmoide como aquella que se asemeja más al comportamiento que se conoce de los datos tanto de entrada como de salida.

Figura 5

Gráfica de la función sigmoide.



Nota. Elaboración propia.

Después de seleccionar la función de activación, se construye la red neuronal con la ayuda del software MatLab (Figura 6). Para una red neuronal de una neurona y una capa, es sencillo determinar su modelo matemático que queda compuesto como:

$$z = b + \sum_{i=1}^n w_i x_i \quad (18)$$

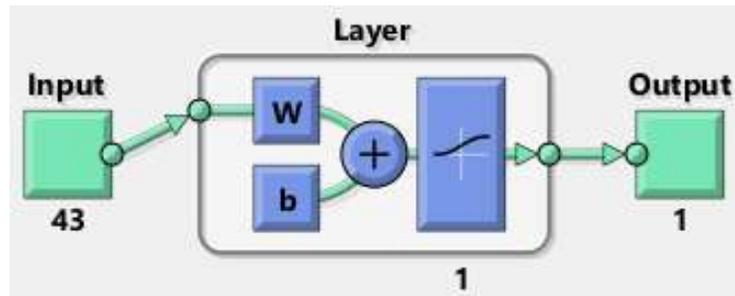
$$y = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (19)$$

En donde z es la función lineal formada por las observaciones, y y la función de activación sigmoide.

Con la finalidad de poder realizar una validación del modelo, la red se construye (Anexo 8) dejando fuera un grupo de datos, mismos que serán utilizados posteriormente para la validación del modelo.

Figura 6

Diagrama de la red neural construida.

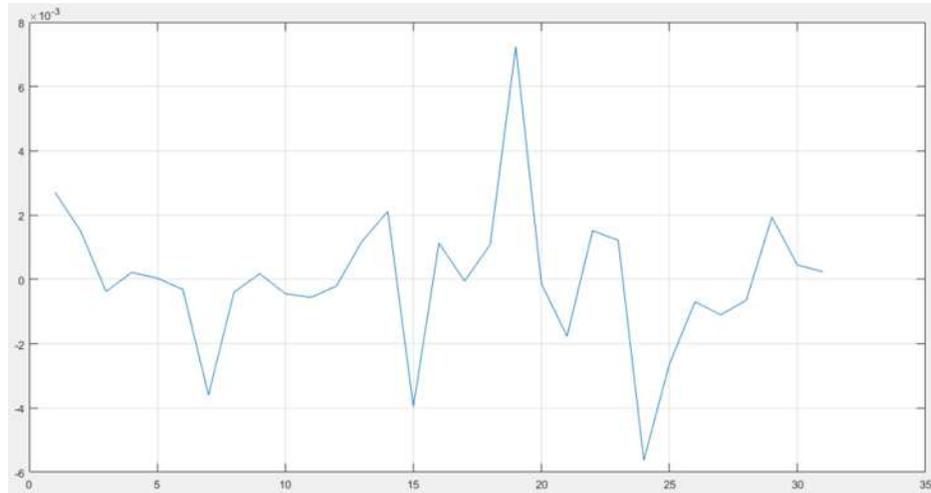


Nota. Elaboración Propia mediante el software MatLab.

Las condiciones iniciales se ajustan a un máximo de 200 iteraciones, logrando encontrar el gradiente mínimo después de 167. El error del modelo (Figura 7) tanto con datos de entrenamiento como con datos de evaluación se encuentra en escala de $1 * 10^{-3}$ conservando la dimensiones en cualquier parámetro.

Figura 7

Errores del modelo.



Nota. Elaboración propia mediante el software de MatLab.

Los parámetros finales obtenidos mediante este modelo muestran un movimiento inercial de -587621.466847764, que será el valor de b dentro de la ecuación (Ecuación 8). Con los pesos obtenidos en este modelo se observa que la variable de Servicios de traslado y viáticos es la que más contribuye a aumentar el valor de la innovación mientras que la variable de Subsidios y subvenciones será la que menos contribuye.

Tabla 4

Pesos obtenidos para las variables en la red neuronal.

Conceptos	w
Transferencias internas y asignaciones al sector público	585396.816
Ayudas sociales	-13356673
Subsidios y subvenciones	-92667775.4
Pensiones y jubilaciones	-7821467.27
Remuneraciones al personal	3162361.84
Remuneraciones adicionales y especiales	3964428.24

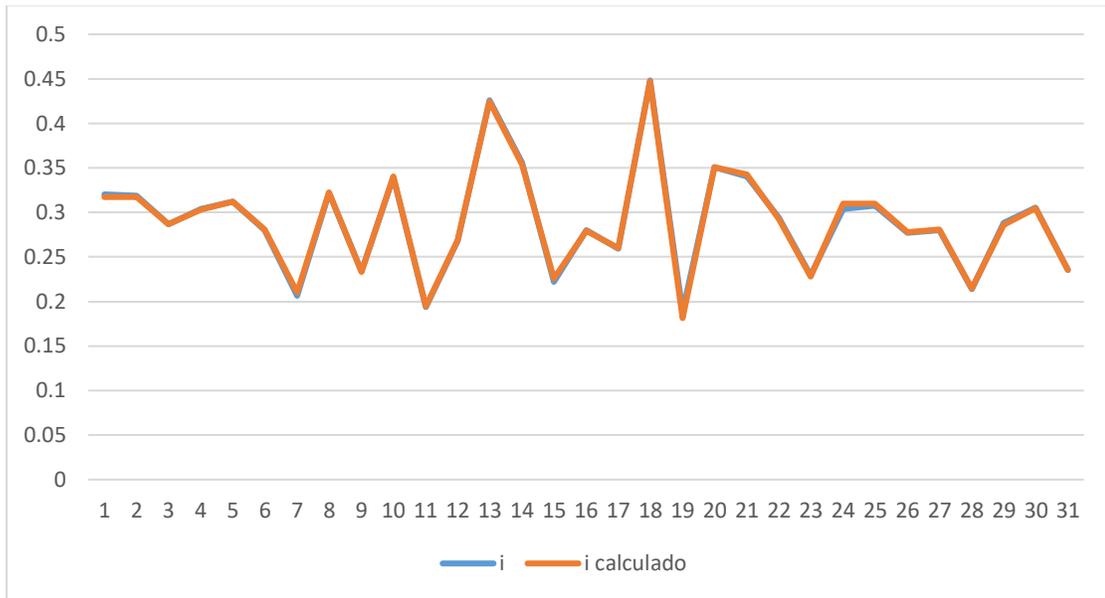
Seguridad social	-6519232.97
Otras prestaciones sociales y económicas	-4962728.11
Previsiones	-13929635.2
Pago de estímulos a servidores públicos	-12799891.9
Servicios básicos	1218745.9
Servicios de arrendamiento	15621140.5
Servicios profesionales, científicos, técnicos y otros servicios	10039859.7
Servicios financieros, bancarios y comerciales	3059189.65
Servicios de instalación, reparación, mantenimiento y conservación	1337299.03
Servicios de comunicación social y publicidad	3333386.15
Servicios de traslado y viáticos	15796254.9
Servicios oficiales	-14641874.3
Otros servicios generales	-12857185.5
Participaciones	1524917.39
Aportaciones federales, ramo general 33	-1553867.43
Recursos reasignados a municipios	3853866.7
Materiales de administración, emisión de documentos y artículos oficiales	587631.223
Alimentos y utensilios	587605.969
Herramientas, refacciones y accesorios menores	587700.332
Materiales y artículos de construcción y de reparación	587635.23
Productos químicos, farmacéuticos, laboratorio y materias primas de producción y comercialización	587505.29
Combustibles, lubricantes y aditivos	587625.186
Vestuario, blancos, prendas de protección y artículos deportivos	587577.406
Materiales y suministros para seguridad	587928.569
Materiales y suministros diversos	587652.104
Obra pública en bienes de dominio público	587620.409
Obra pública en bienes propios	587613.214
Proyectos productivos y acciones de fomento	587619.215
Mobiliario y equipo de administración	587725.367
Mobiliario y equipo educacional y recreativo	587359.345
Vehículos y equipo de transporte	587555.073
Equipo de defensa y seguridad y equipo e instrumental médico y laboratorio	587499.08
Maquinaria, otros equipos y herramientas	587709.047
Activos biológicos	587053.604
Bienes inmuebles	587659.277
Activos intangibles	587586.663
Bienes muebles, inmuebles e intangibles diversos	587626.656

Nota. Elaboración propia.

Contrastando el modelo obtenido por la red neuronal y los datos observados se muestra que la diferencia es prácticamente imperceptible (Figura 8), por lo que se puede considerar el resultado como un modelo aceptable.

Figura 8

Contrastación de modelos.



Nota. Elaboración propia.

Con los resultados anteriores, la ecuación final del modelo queda como:

$$\begin{aligned}
z = & -587621.466847764 + 585396.816x_1 - 13356673x_2 - 92667775.4x_3 \\
& - 7821467.273162361.84x_4 + 3162361.84x_5 \\
& + 3964428.24x_6 - 6519232.97x_7 - 4962728.11x_8 \\
& - 13929635.2x_9 - 12799891.9x_{10} + 1218745.9x_{11} \\
& + 15621140.5x_{12} + 10039859.7x_{13} + 3059189.65x_{14} \\
& + 1337299.03x_{15} + 3333386.15x_{16} + 15796254.9x_{17} \\
& - 14641874.3x_{18} - 12857185.5x_{19} + 1524917.39x_{20} \\
& - 1553867.43x_{21} + 3853866.7x_{22} + 587631.223x_{23} \\
& + 587605.969x_{24} + 587700.332x_{25} + 587635.23x_{26} \\
& + 587505.29x_{27} + 587625.186x_{28} + 587577.406x_{29} \\
& + 587928.569x_{30} + 587652.104x_{31} + 587620.409x_{32} \\
& + 587613.214x_{33} + 587619.215x_{34} + 587725.367x_{35} \\
& + 587359.345x_{36} + 587555.073x_{37} + 587499.08x_{38} \\
& + 587709.047x_{39} + 587053.604x_{40} + 587659.277x_{41} \\
& + 587586.663x_{42} + 587626.656x_{43}
\end{aligned} \tag{20}$$

$$y = \frac{1}{1 + e^{-z}} \tag{21}$$

Donde

x_i corresponde a los indicadores de inversión estatal

y es el índice de innovación

Sin embargo, al analizar los resultados se observa que debido a que el número de observaciones es considerablemente menor que la cantidad de variables del modelo, la red neuronal no está modelando el fenómeno, sino está memorizando, es decir, está aplicando directamente el valor de salida que se le

indica que debe tomar cuando existe una configuración determinada en los valores de los indicadores. Esta memorización presenta problemas, pues en el momento que se introducen al modelo configuraciones distintas a las empleadas para realizar la construcción de la red neuronal, los valores de salida no son válidos, por lo que el modelo no puede ser utilizado para realizar predicciones.

Por lo tanto, se requiere realizar una reducción de las variables para modelar el fenómeno. Esto puede lograrse de una manera sencilla al trabajar directamente con las dimensiones en las cuales se encuentran agregados los indicadores de inversión estatal, establecidas por el INEGI.

5.2. Segundo modelo del índice de innovación

Para realizar esta optimización se utilizó un modelo con el índice de innovación como variable dependiente, y siete variables independientes las cuales representan a las dimensiones que integran a los 43 indicadores de inversión. El tratamiento de los datos se efectuó de la misma forma, por lo que el valor de cada una de las variables representa el porcentaje del recurso total de la entidad que se le asigna (Anexo 9). Las variables para la construcción del segundo modelo de la red quedan de la siguiente manera:

Tabla 5

VARIABLES ASIGNADAS A LAS DIMENSIONES DE LA INVERSIÓN ESTATAL.

Dimensión	Variable
Servicios personales	x1
Materiales y suministros	x2
Servicios generales	x3
Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas	x4
Bienes muebles, inmuebles e intangibles	x5
Inversión pública	x6
Recursos asignados a municipios	x7

Nota. Elaboración Propia.

Para la construcción de este segundo modelo se conservan las características establecidas para el primero. Se emplea el método de redes neuronales con una sola capa, y una función de transferencia sigmoideal.

El resultado se alcanza después de ocho iteraciones (Anexo 10) dando como resultado lo siguiente:

Tabla 6

Resultados de la segunda red neuronal para el Índice Nacional de Innovación.

Variable	Valor
Bias	-18.586756
w1	18.9781594
w2	1.91510417
w3	19.0365996
w4	18.5913027
w5	20.7669823
w6	15.1004577
w7	15.1285225

Nota. Elaboración Propia

Por lo tanto, la ecuación del modelo queda como:

$$z = -18.586756 + 18.98x_1 + 1.92x_2 + 19.04x_3 + 18.59x_4 + 20.77x_5 + 15.1x_6 + 15.13x_7 \quad (22)$$

$$y = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (23)$$

Donde:

x_i corresponde a los indicadores de inversión estatal

y es el índice de innovación

Esta ecuación será utilizada para realizar una optimización, a fin de obtener los valores necesarios de x_i para obtener el valor de y más cercano a 1.

5.3. Primera optimización

Una vez obtenida una ecuación que determina el comportamiento del índice de innovación nacional en función de los indicadores de inversión estatal, se realiza la optimización de la función, a fin de obtener aquellos valores de x que permitan obtener el valor máximo posible en el índice de innovación.

Como primer paso se establecen las restricciones necesarias para realizar la optimización. Para este problema de investigación, los indicadores de inversión se encuentran acotados a tomar un valor entre cero y uno, por lo que con esta condicionante se generan las primeras 14 restricciones. También se conoce que la suma de estos indicadores debe ser igual a 1, pues cada uno de ellos representa la porción de los recursos totales disponibles en cada estado asignada al indicador. De igual forma, el valor del índice de innovación se encuentra acotado por el mismo rango y es la variable que se espera optimizar, por lo tanto, las restricciones para el problema se establecen de la siguiente manera:

$$0 \leq x_i \leq 1 \quad (24)$$

$$\sum_{i=1}^7 x_i = 1 \quad (25)$$

$$0 \leq y \leq 1 \quad (26)$$

Con estas restricciones se procede a realizar la optimización.

Para llevar a cabo la optimización de esta investigación, se utilizó la función NMaximize, del software Wolfram Alpha. Dentro de la función, el método utilizado para la optimización fue

“RandomSearch”, el cual utiliza a su vez la variante de “Punto Interior” cuando se optimizan funciones restringidas.

El resultado de la optimización, arroja el presupuesto invertido casi en su totalidad a la variable x_5 . La causa de este resultado se debe a que el problema que se plantea forma una superficie plana, pues únicamente se utiliza una variable objetivo, y los resultados de este tipo de problemas tienden ubicar los valores óptimos en las fronteras que se forman con la función y los ejes. Por lo tanto, cualquier método que se aplique al problema planteado hasta ahora, conducirá a un resultado similar. El resultado de la optimización queda entonces como:

Tabla 7

Resultados de la optimización.

Variable	Valor
x1	0
x2	0
x3	0
x4	0
x5	1
x6	0
x7	0

Nota. Elaboración propia.

Por lo tanto, de forma matemática, la propuesta de inversión ideal implicaría invertir el presupuesto estatal en el capítulo 5000, que corresponde a Bienes muebles, inmuebles e intangibles. Esta propuesta de reinversión es de carácter nacional, es decir, es lo que matemáticamente se obtiene aplicable a cualquier estado, sin considerar sus condiciones regionales. Para poder ajustar esta propuesta de manera que sea funcional para las particularidades del estado de Michoacán, es necesario considerar lo que sucede dentro del estado, que es percibido por los tomadores de decisiones o personas

involucradas en el proceso de la planeación presupuestal del estado de Michoacán. Para ello, es necesario la intervención de expertos, a fin de integrar su experiencia en una propuesta regional. La intervención de los expertos es información cualitativa sobre un proceso empírico que se realiza en la planeación presupuestal. Esta información se genera de forma subjetiva por parte del experto, por lo que corresponde al investigador aplicar diversos métodos que permitan reducir la subjetividad e incorporar dichas opiniones a los resultados matemáticos obtenidos mediante la optimización que, aun siendo teóricamente correctos, resulta impráctica su aplicación de forma pura.

Para lograr este objetivo, resulta de gran utilidad la implementación de herramientas desarrolladas dentro de la lógica difusa, pues esta nos permite capturar la lógica natural del lenguaje humano y transformarla al lenguaje formal, de manera que la subjetividad se vea reducida y la información pueda integrarse con los resultados matemáticos obtenidos previamente. En esta investigación, una de las herramientas de la teoría de la incertidumbre que es de utilidad para la integración de las opiniones de los expertos es la teoría de los “expertones”.

5.4. Expertones

Para aplicar la teoría de “expertones” se requiere adquirir la opinión de expertos que hayan participado en el proceso de planeación presupuestal del estado de Michoacán, desde la visión técnica, política o académica. Para esto se pidió a los tomadores de decisiones que realizaran una propuesta de reinversión ideal (Anexo 12), con la cual Michoacán lograra aumentar el Índice Nacional de Innovación.

Los alfa cortes quedan entonces valuados de la siguiente forma:

	Servicios personales	Materiales y suministros	Servicios generales	Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas	Bienes muebles, inmuebles e intangibles	Inversión pública	Recursos asignados a municipios
0	0.25	0.5	0.5	0.25	0.5	0	0.5
0.1	0.25	0.5	0.5	0.25	0.5	0	0
0.2	0	0	0	0	0	0	0.25
0.3	0.5	0	0	0.5	0	0.5	0.25
0.4	0	0	0	0	0	0.25	0
0.5	0	0	0	0	0	0.25	0
0.6	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0
0.8	0	0	0	0	0	0	0
0.9	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
Suma	1	1	1	1	1	1	1

Como siguiente paso en el proceso se calcula el valor acumulado para cada alfa corte y se calcula el expertón promediando los valores del alfa corte exceptuando el correspondiente a cero.

	Servicios personales	Materiales y suministros	Servicios generales	Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas	Bienes muebles, inmuebles e intangibles	Inversión pública	Recursos asignados a municipios
0	1	1	1	1	1	1	1
0.1	0.75	0.5	0.5	0.75	0.5	1	0.5
0.2	0.5	0	0	0.5	0	1	0.5
0.3	0.5	0	0	0.5	0	1	0.25
0.4	0	0	0	0	0	0.5	0
0.5	0	0	0	0	0	0.25	0
0.6	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0
0.8	0	0	0	0	0	0	0
0.9	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
Expertón	0.175	0.05	0.05	0.175	0.05	0.375	0.125

La agregación de la información por medio de expertones generó como resultado la siguiente propuesta de los tomadores de decisiones:

Tabla 8*Resultados de la opinión de los expertos en propuesta directa.*

Capítulo	Proporción del presupuesto
Servicios personales	0.175
Materiales y suministros	0.05
Servicios generales	0.05
Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas	0.175
Bienes muebles, inmuebles e intangibles	0.05
Inversión pública	0.375
Recursos asignados a municipios	0.125
Total	1

Nota. Elaboración propia.**5.5. Propuesta por análisis de incidencias e inversión real**

Otra información obtenida de los expertos, fue el grado de incidencia que existe entre los capítulos, y entre ellos y la innovación. Esta información se integró mediante la técnica de expertones y posteriormente se realizaron una serie de convoluciones, con las que se construyó una matriz de incidencias.

$$[\tilde{A}] \circ [\tilde{B}] \circ [\tilde{M}] = [\tilde{M}^*]$$

Donde

$[\tilde{A}]$ es una matriz de incidencias entre los capítulos

$[\tilde{B}]$ es una matriz de incidencias de los capítulos con el índice de innovación

$[\tilde{M}]$ es una matriz de incidencias entre el índice de innovación con él mismo

$[\tilde{M}^*]$ es la matriz de incidencias totales después de las convoluciones.

Es importante mencionar la propiedad de simetría de las matrices, por lo todas ellas en su diagonal tomarán el valor de 1.

Mediante la matriz $[\tilde{M}^*]$ es posible observar relaciones que los expertos perciben diferentes a las plasmadas en la propuesta directa de inversión. Utilizando como base esta matriz de incidencias, es posible crear una tercera propuesta de inversión, que integre estas opiniones.

Tabla 9

Resultados de la opinión de los expertos en análisis de incidencias.

Capítulo	Proporción del presupuesto
Servicios personales	0.11
Materiales y suministros	0.11
Servicios generales	0.11
Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas	0.19
Bienes muebles, inmuebles e intangibles	0.11
Inversión pública	0.19
Recursos asignados a municipios	0.19
Total	1

Nota. Elaboración propia.

Por último, se toma en cuenta la inversión real que se ha realizado desde el año base de esta investigación (2013) hasta la actualidad. De acuerdo a los datos del presupuesto de egresos reportados en por el INEGI 2013-2019, en promedio la distribución en los capítulos de egresos presupuestales se ha realizado de la siguiente manera:

Tabla 10

Inversión promedio en el estado entre 2013-2019.

Concepto	Inversión Real
Servicios personales	0.44
Materiales y suministros	0.01
Servicios generales	0.06
Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas	0.26
Bienes muebles, inmuebles e intangibles	0.00

Inversión pública	0.05
Recursos asignados a municipios	0.18
Total	1

Nota. Elaboración propia.

Se cuenta entonces con un total de cuatro propuestas de reinversión, cada una obtenida con diferentes criterios. De acuerdo al enfoque situacional en la administración, no existe una solución única a un problema, sino un conjunto de soluciones posibles que se ponen a consideración a los tomadores de decisiones. Para ello se plantean escenarios en los cuales se analiza el posible resultado de la aplicación de alguna de estas soluciones mediante escenarios. En cada uno de los escenarios se consideran las cuatro opciones, pero la ponderación favorece a una diferente en cada uno. Una vez establecido un vector de pesos se realiza una media ponderada para obtener la propuesta final de reinversión en cada uno de los escenarios.

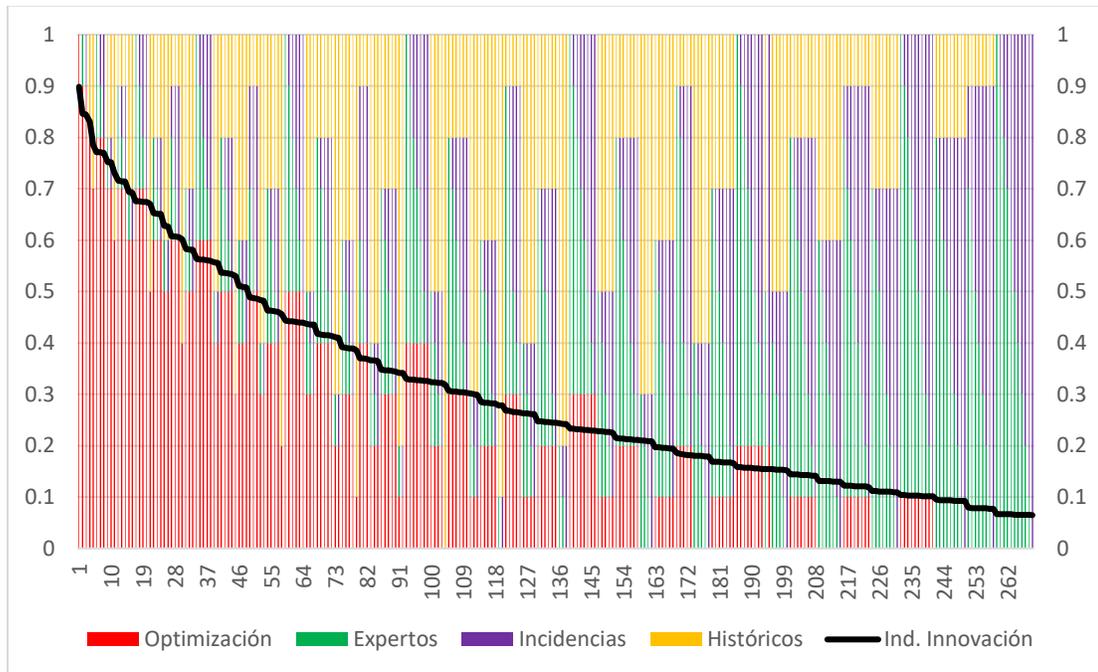
5.6. Análisis de sensibilidad

Para crear la tabla de valores se creó un código mediante el software de programación R, que genera una tabla de cuatro variables relacionadas con un incremento de 0.1, cumpliendo la condición de $\sum_{i=1}^4 w_i = 1$. Una vez generada esta tabla, dentro del mismo código se realiza el promedio ponderado de cada x_i . Por último se evalúa cada cambio para obtener el valor del índice de innovación y aplicando el modelo obtenido por redes neuronales, lo que genera una tabla de valores con un total de 269 observaciones (Anexo 14)

Se ordenan los datos de mayor a menor, tomando como referencia el valor del índice de innovación, y se grafican los valores de w_i con respecto a y (Figura 9). Se realiza la asignación de formatos de color condicionales para tener también un análisis gráfico sobre la misma tabla (Anexo 14). Con esto se completa el análisis de sensibilidad.

Figura 9

Representación gráfica del resultado del análisis de sensibilidad.



Nota. Elaboración propia.

5.6.1. Discusión de resultados

De acuerdo a la gráfica obtenida, se observa claramente una relación entre el peso de la propuesta de reinversión obtenida mediante el método de optimización, y el valor del índice de innovación. Esto sucede debido a que esta propuesta se obtuvo optimizando el modelo de red neuronal a fin de lograr el mayor valor en el índice de innovación, es decir 1. Por lo tanto, entre mayor sea el peso de esta propuesta en la propuesta final, mayor será el valor alcanzado por el índice de innovación. Ordenando y graficando de acuerdo a w_i , se puede observar cómo cambia el índice de innovación de acuerdo al cambio en el peso de cada variable (Figura 10, Figura 11, Figura 12 y Figura 13).

Analizando de manera independiente el comportamiento en el cambio del índice de innovación en el estado de Michoacán con relación al cambio de una sola variable, se percibe también que el cambio del índice de innovación está fuertemente relacionado con el cambio en el peso de la propuesta de reinversión, generada mediante la optimización del modelo de red neuronal (Figura 14, Figura 15, Figura 16 y Figura 17).

Se puede estudiar cuál de estas configuraciones presentan realmente un aumento en el índice de innovación en el estado de Michoacán, estableciendo el valor de y_0 , calculado con Ecuación (15).

Este valor del vector w indica entonces que únicamente será considerada la propuesta de reinversión obtenida mediante los registros de inversión históricos del estado de Michoacán. Por lo tanto, se tiene que

Tabla 11

Coefficientes de la propuesta de reinversión final considerando solo la generada por históricos.

Variable	Valor
x_1	0.44
x_2	0.01
x_3	0.06
x_4	0.26
x_5	0
x_6	0.05
x_7	0.18

Nota. Elaboración propia.

Sustituyendo estos valores en el modelo de red neuronal se tiene que

$$z_0 = -18.586756 + 18.98x_1 + 1.92x_2 + 19.04x_3 + 18.59x_4 + 20.77x_5 + 15.1x_6 + 15.13x_7 \quad (27)$$

$$z_0 = -18.586756 + 18.98 * (0.44) + 1.92 * (0.01) + 19.04 * (0.06) + 18.59 * (0.26) + 20.77 * (0) + 15.1 * (0.05) + 15.13 * (0.18)$$

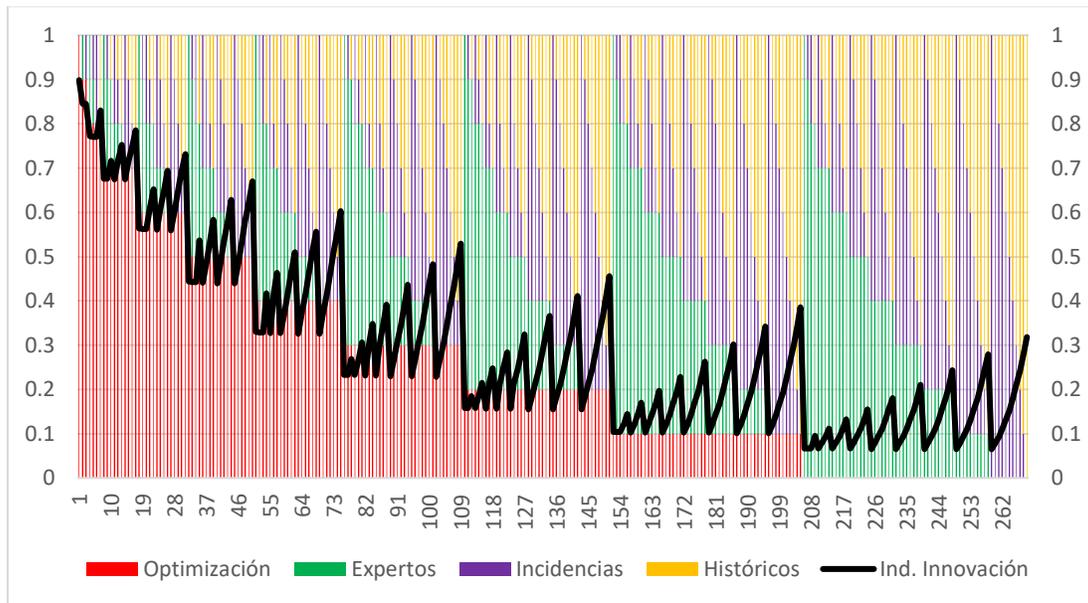
$$z_0 = -0.76$$

$$y_0 = \frac{1}{1 + e^{-(-0.76)}}$$

$$y_0 = 0.32$$

Figura 10

Resultado del análisis de sensibilidad ordenando de mayor a menor por la propuesta generada por optimización.



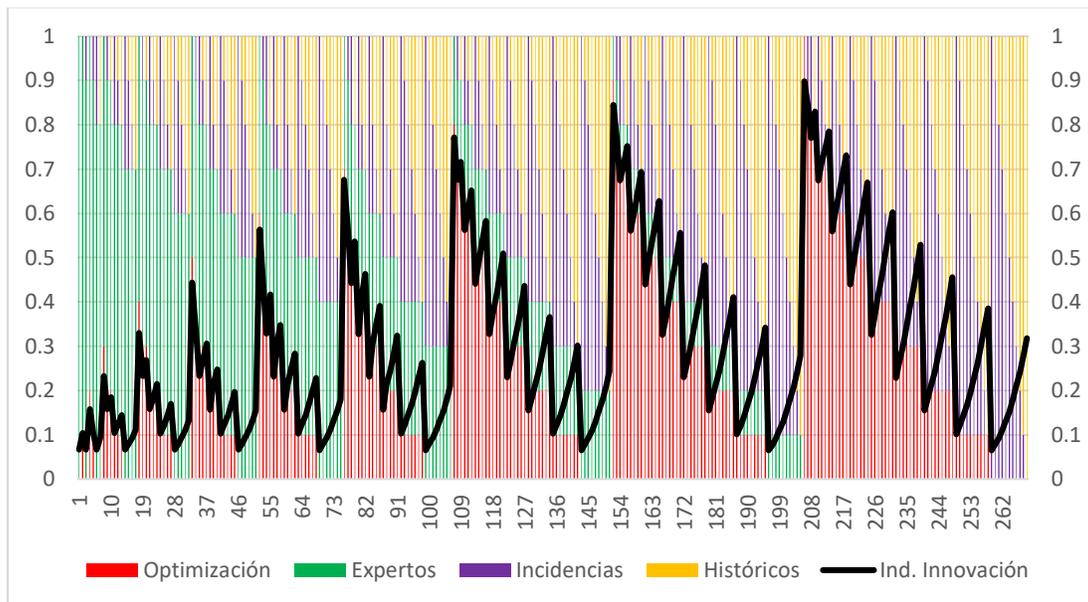
Nota. Elaboración propia.

En la Figura 10 se observa como el índice de innovación calculado se encuentra en relación directa al peso de la propuesta de optimización en la propuesta de reinversión final. También se observa una relación inversa al peso de la propuesta obtenida por el método de expertos e incidencias. Con este

primer resultado se podría recomendar a los tomadores de decisiones reconsiderar su estrategia de inversión.

Figura 11

Resultado del análisis de sensibilidad ordenando de mayor a menor por la propuesta generada por Expertos.

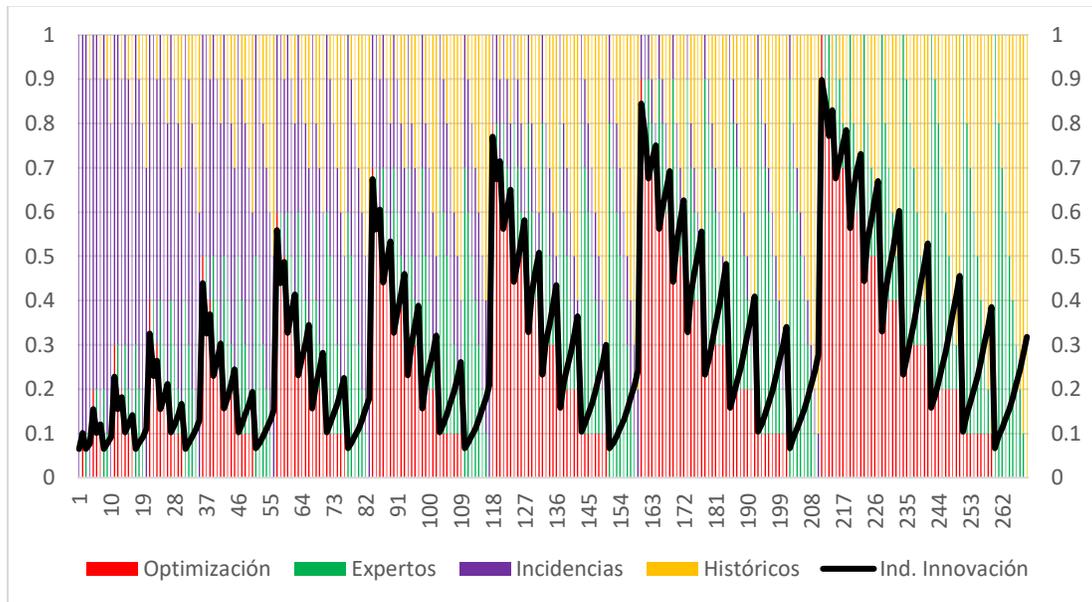


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 11 se observa nuevamente la relación directa entre el índice de innovación calculado y el peso de la propuesta de reinversión obtenida mediante optimización, lo que refuerza la conclusión anterior. En esta gráfica se observa más claramente la relación inversa entre el peso de la propuesta de reinversión obtenida mediante incidencias y el índice de innovación calculado.

Figura 12

Resultado del análisis de sensibilidad ordenando de mayor a menor por la propuesta generada por Incidencias.

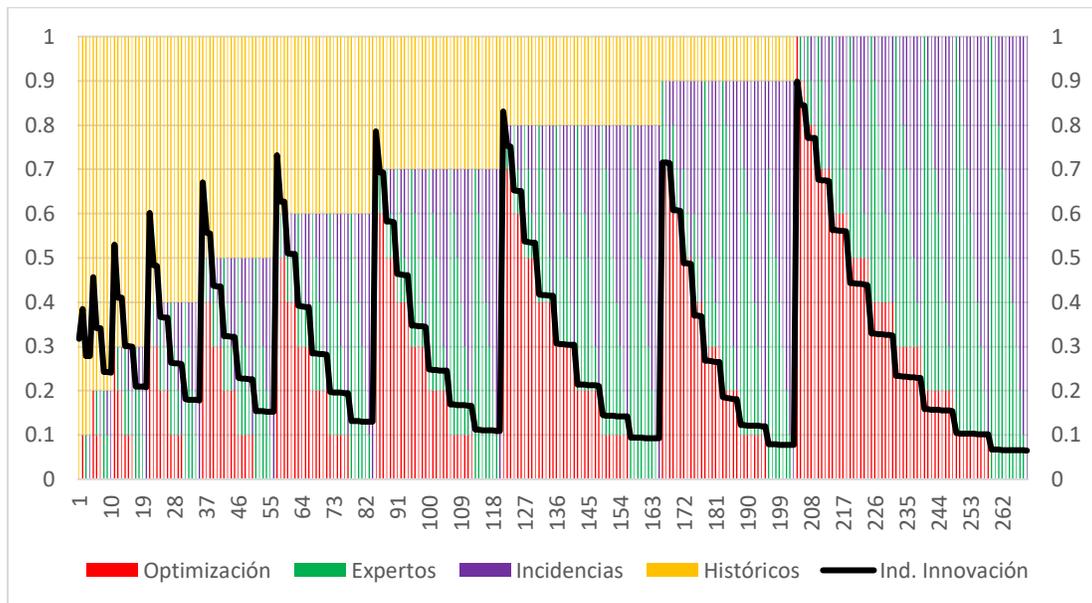


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 12 a diferencia de la gráfica anterior, muestra una relación claramente inversa al peso de la propuesta de reinversión obtenida por medio de expertones, y el índice de innovación calculado. Por lo que se refuerza la conclusión obtenida en la Figura 10.

Figura 13

Resultado del análisis de sensibilidad ordenando de mayor a menor por la propuesta generada por Históricos.



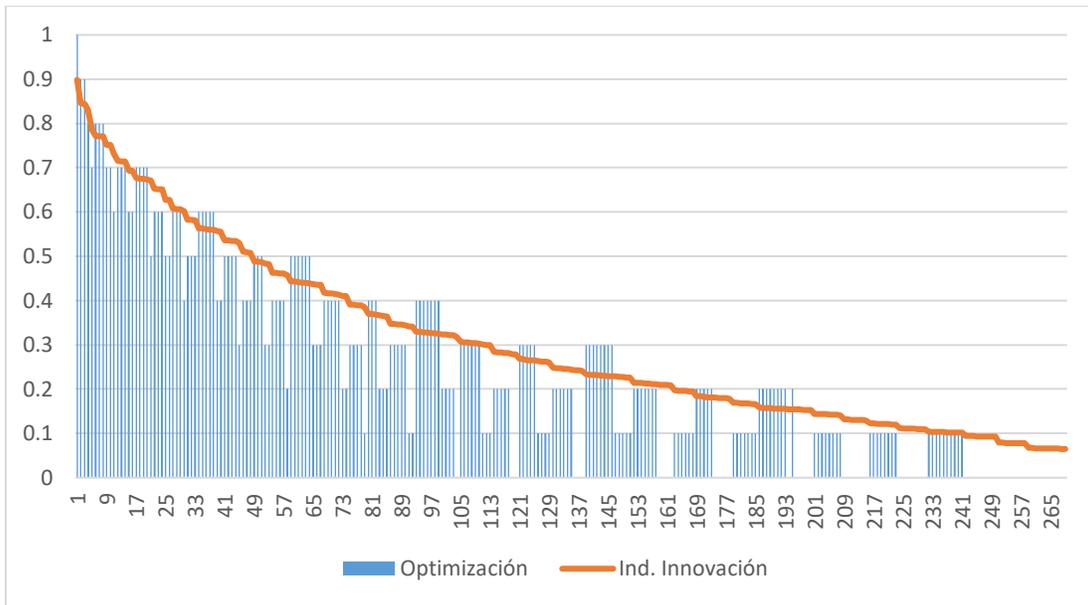
Nota. Elaboración propia.

En la Figura 13 se puede observar de manera definitiva la relación que sigue el índice de innovación calculado con el peso de la propuesta de reinversión obtenida mediante optimización, pues se distingue de manera gráfica como el índice presenta variaciones de forma escalonada al igual que el peso de la propuesta de optimización.

Al graficar de manera individual el índice de innovación calculado y el peso de cada una de las propuestas de reinversión, se observa de manera más clara la relación que existe entre ellos.

Figura 14

Índice de innovación vs. peso en la propuesta obtenida por Optimización.



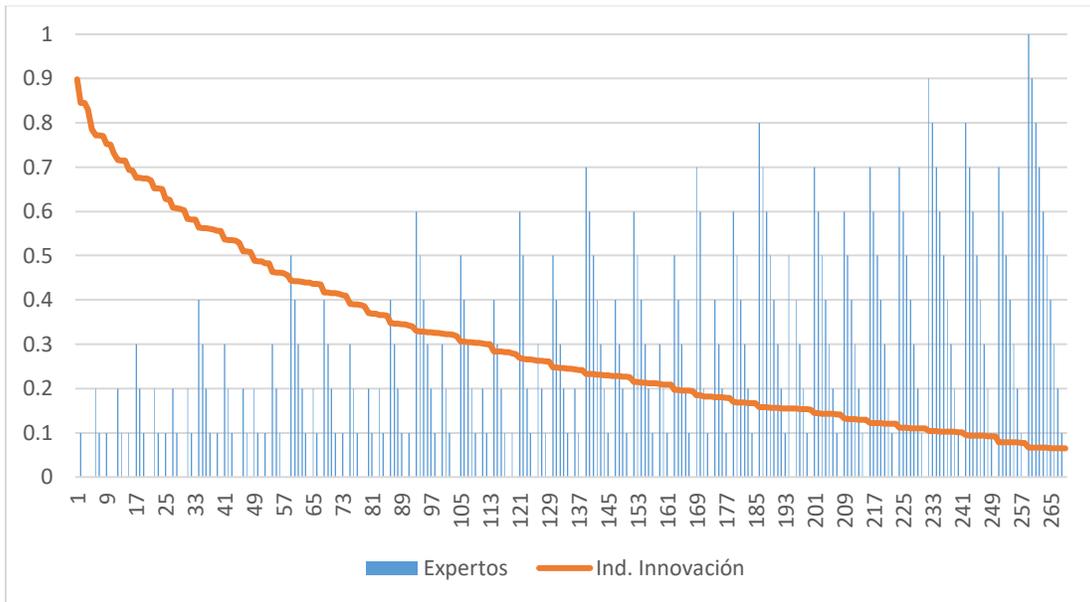
Nota. Elaboración propia.

La

Figura **14** muestra lo que en las figuras anteriores se viene analizando. Se observa claramente una relación directa entre el peso de la propuesta de reinversión obtenida mediante optimización y el índice de innovación calculado.

Figura 15

Índice de innovación vs. peso en la propuesta obtenida por Expertos.

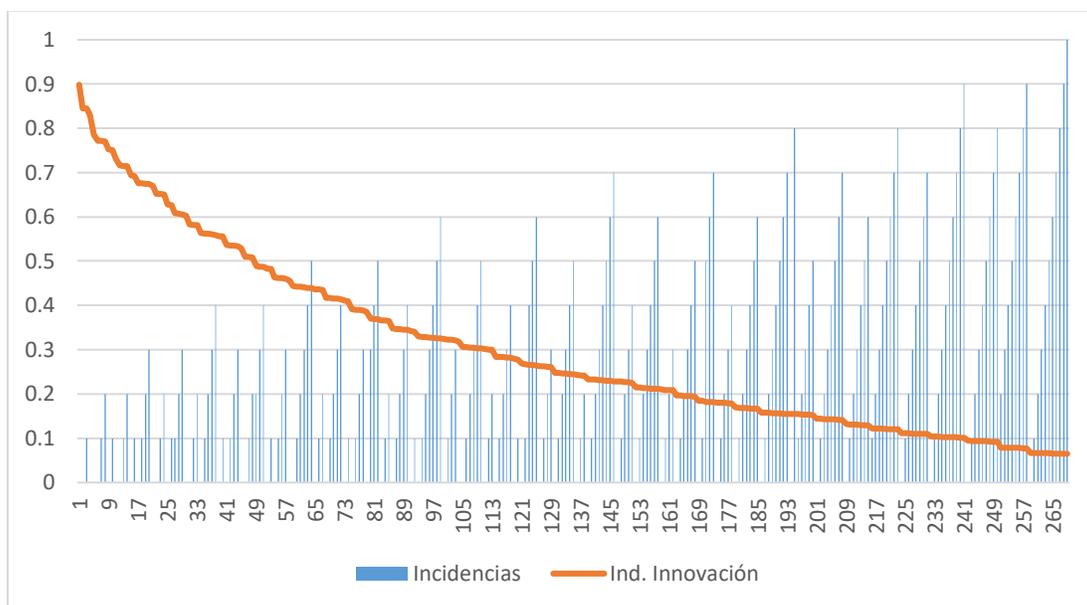


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 15 se observa de manera clara una relación inversa entre el peso de la propuesta de reinversión obtenida mediante la aplicación del método de expertones y el índice de innovación calculado.

Figura 16

Índice de innovación vs. peso en la propuesta obtenida por Incidencias.

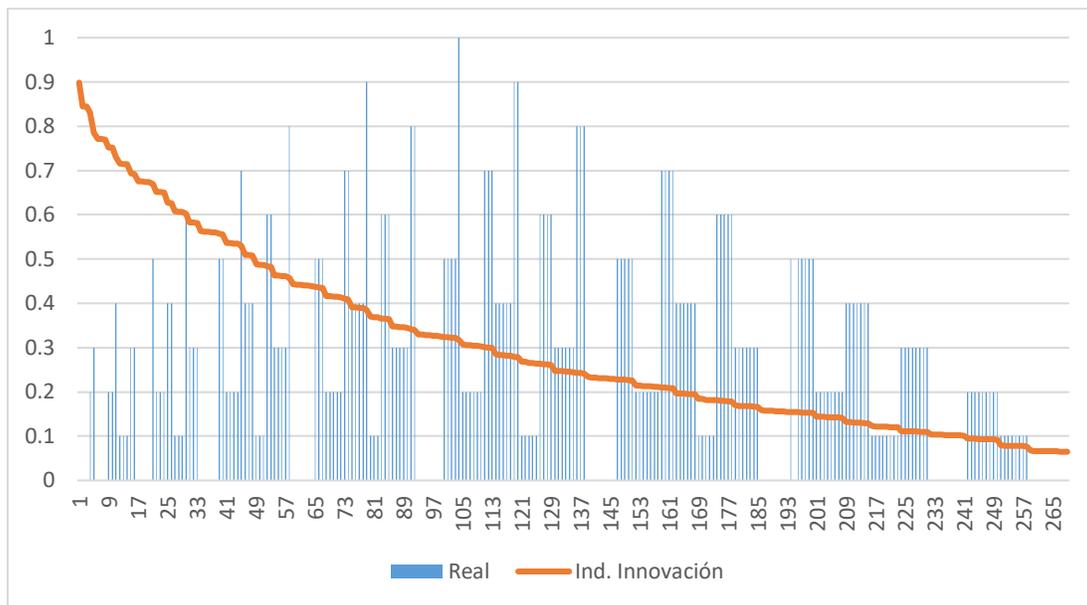


Nota. Elaboración propia.

De igual forma en la Figura 16 se observa una relación inversa entre la propuesta de reinversión obtenida mediante incidencias y el índice de innovación calculado.

Figura 17

Índice de innovación vs. peso en la propuesta obtenida por Real.



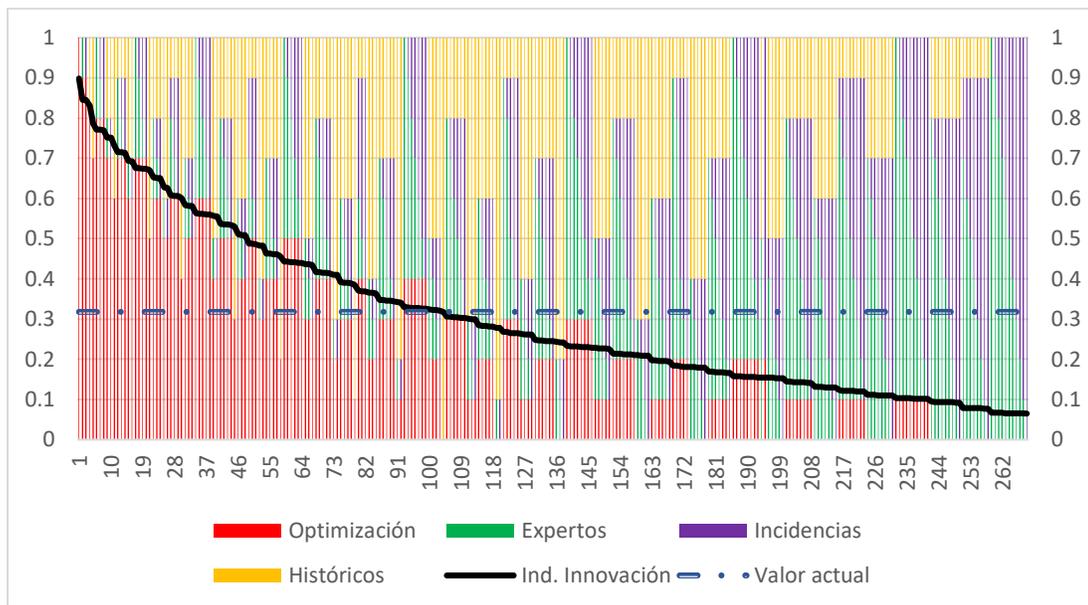
Nota. Elaboración propia.

En esta gráfica no se observa relación entre el índice de innovación calculado y el promedio de inversión real en el estado, por lo que la presencia de esta inversión en el cálculo de la propuesta de reinversión final, tendrá como único fin involucrar el escenario actual de inversión para lograr una propuesta viable y con un costo de implementación razonable.

Si se grafica una línea marcando este límite, se observa Δy . Se considera que y_0 es el valor del índice de innovación actual en el estado de Michoacán, y y es el valor que tomaría el índice en caso de una reinversión. Si el objetivo es elevar el índice de innovación en el estado de Michoacán, todas las propuestas de reinversión que colocan el índice por arriba de y_0 son consideradas como soluciones posibles (Figura 18).

Figura 18

Representación gráfica de y_0 y el análisis de sensibilidad



Nota. Elaboración propia

Recordando que la propuesta obtenida mediante los históricos es la que se encuentra aplicada actualmente en el estado, cualquier valor w_4 diferente a uno, implicará la transformación del entorno. Por lo tanto, se encuentra que existe una proporcionalidad inversa entre el peso de la propuesta de reinversión de recursos generada por los históricos, y la transformación del entorno para generar una variación en el índice de innovación del estado de Michoacán. Esto implica un punto importante para considerar por el decisor, pues aquellos con un perfil conservador, buscarán un vector w que les permita tener un índice de innovación superior a y_0 , que contenga un valor w_4 lo más alto posible. Sin embargo, un decisor menos conservador, no necesariamente tomará esto en consideración.

5.7. Situaciones

5.7.1. Situación 1. Mayor peso al resultado de optimización.

En esta primera situación se da mayor peso al resultado obtenido mediante la optimización de la red neuronal, que determina la relación entre los capítulos presupuestales y la innovación. El vector de pesos para la ponderación se establece entonces como:

Tabla 12

Vector de pesos para situación 1

Propuesta	w
Expertos	0.1
Optimización	0.7
Investigador	0.1
Real	0.1

Nota. Elaboración propia

Realizando la media ponderada se obtiene que la propuesta final en este escenario quedaría como:

Tabla 13

Propuesta de reinversión bajo situación 1.

Concepto	Porcentaje del presupuesto
Servicios personales	0.07
Materiales y suministros	0.02
Servicios generales	0.03
Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas	0.06
Bienes muebles, inmuebles e intangibles	0.72
Inversión pública	0.06
Recursos asignados a municipios	0.04
Total	1

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo al modelo obtenido mediante la red neuronal, estos valores de reinversión llevarían al estado de Michoacán a obtener un valor en el Índice Nacional de Innovación de 0.7131, lo cual colocaría al estado en el primer lugar de índice incluso sobre la ciudad de México. Para que este escenario pueda ser aplicado, una de las acciones más importantes que debe considerarse es la reducción considerable del capítulo de Servicios personales.

5.7.2. Situación 2. Mayor peso a la opinión de expertos.

En esta situación se da mayor peso al resultado obtenido de las propuestas de reinversión proporcionadas por los expertos mediante la aplicación de los cuestionarios. El vector de pesos para la ponderación se establece entonces como:

Tabla 14

Vector de pesos para situación 2.

Propuesta	w
Expertos	0.7
Optimización	0.1
Investigador	0.1
Real	0.1

Nota. Elaboración propia.

Realizando la media ponderada se obtiene que la propuesta final en este escenario quedaría como:

Tabla 15*Propuesta de reinversión bajo situación 2.*

Concepto	Porcentaje del presupuesto
Servicios personales	0.17
Materiales y suministros	0.07
Servicios generales	0.08
Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas	0.16
Bienes muebles, inmuebles e intangibles	0.17
Inversión pública	0.26
Recursos asignados a municipios	0.09
Total	1

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo al modelo obtenido mediante la red neuronal, estos valores de reinversión llevarían al estado de Michoacán a obtener un valor en el Índice Nacional de Innovación de 0.12674, lo cual colocaría provocaría que el estado disminuyera su índice de innovación.

5.7.3. Situación 3. Mayor peso a la propuesta por análisis de incidencias.

En esta situación se da mayor peso al resultado obtenido el análisis de incidencias proporcionado por los expertos. El vector de pesos para la ponderación se establece entonces como:

Tabla 16*Vector de pesos para situación 3.*

Propuesta	w
Expertos	0.1
Optimización	0.1
Investigador	0.7
Real	0.1

Nota. Elaboración propia.

Realizando la media ponderada se obtiene que la propuesta final en este escenario quedaría como:

Tabla 17

Propuesta de reinversión para situación 3.

Concepto	Porcentaje del presupuesto
Servicios personales	0.14
Materiales y suministros	0.09
Servicios generales	0.09
Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas	0.18
Bienes muebles, inmuebles e intangibles	0.18
Inversión pública	0.17
Recursos asignados a municipios	0.16
Total	1

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo al modelo obtenido mediante la red neuronal, estos valores de reinversión llevarían al estado de Michoacán a obtener un valor en el Índice Nacional de Innovación de 0.1119, lo que provocaría una disminución en el índice de innovación del estado.

5.7.4. Situación 4. Mayor peso a la inversión real.

En esta situación se da mayor peso al resultado obtenido mediante el promedio de la distribución del presupuesto en los últimos siete años. El vector de pesos para la ponderación se establece entonces como:

Tabla 18*Vector de pesos para situación 4.*

Propuesta	w
Expertos	0.1
Optimización	0.1
Investigador	0.1
Real	0.7

Nota. Elaboración propia.

Realizando la media ponderada se obtiene que la propuesta final en este escenario quedaría como:

Tabla 19*Vector de pesos para situación 4.*

Concepto	Porcentaje del presupuesto
Servicios personales	0.33
Materiales y suministros	0.03
Servicios generales	0.06
Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas	0.22
Bienes muebles, inmuebles e intangibles	0.12
Inversión pública	0.09
Recursos asignados a municipios	0.15
Total	1

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo al modelo obtenido mediante la red neuronal, estos valores de reinversión llevarían al estado de Michoacán a obtener un valor en el Índice Nacional de Innovación de 0.2922, lo que colocaría al estado en el lugar número 18 del ranking, justo por debajo del estado de Quintana Roo. De acuerdo a este escenario se lograría aumentar el índice de innovación del estado.

5.7.5. Integración de la propuesta final.

En esta situación se realiza una propuesta en la cual se propone un cambio mínimo a las condiciones actuales, que permitan además de aumentar el índice de innovación de Michoacán, colocarlo dentro de los cinco primeros estados en el ranking como se establece en el plan de gobierno propuesto por la administración 2015-2021. El vector de pesos queda establecido como:

Tabla 20

Vector de pesos

Propuesta	w
Expertos	0.1
Optimización	0.2
Investigador	0.1
Real	0.6

Nota. Elaboración propia.

Realizando la media ponderada se obtiene que la propuesta final en este escenario quedaría como:

Tabla 21

Propuesta de reinversión final.

Concepto	Porcentaje del presupuesto
Servicios personales	0.29
Materiales y suministros	0.03
Servicios generales	0.05
Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas	0.19
Bienes muebles, inmuebles e intangibles	0.22
Inversión pública	0.08
Recursos asignados a municipios	0.13
Total	1

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo al modelo obtenido mediante la red neuronal, estos valores de reinversión llevarían al estado de Michoacán a obtener un valor en el Índice Nacional de Innovación de 0.3577, lo que colocaría al estado en el lugar número 4 del ranking, justo por debajo del estado de Jalisco. De acuerdo a este escenario se lograría aumentar el índice de innovación del estado y cumplir con el plan de gobierno propuesto.

5.8. Prueba de Hipótesis

Finalmente, una vez aplicada la metodología y obtenidos los resultados, se diseñaron dos experimentos para comprobar las hipótesis planteadas.

5.8.1. Hipótesis 1. El modelo

Para la comprobación de esta hipótesis se diseñó un experimento en el que se contrastan el puntaje general de innovación de cada uno de los estados contenido en el Índice Nacional de Innovación, con el índice calculado mediante la sustitución de datos en la función matemática que relaciona los Indicadores de Inversión con el índice de Innovación. Se realizó un experimento de análisis de varianza obteniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 22

Análisis de varianza sobre el puntaje general de innovación obtenido del Índice Nacional de Innovación y los valores calculados mediante la función matemática obtenida.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2.774E-05	1	2.774E-05	0.00198185	0.96463459	3.99588713
Dentro de los grupos	0.86781913	62	0.01399708			
Total	0.86784687	63				

Nota. Elaboración Propia

Como resultado de la prueba se observa que el estadístico F es menor a su valor crítico, es decir:

$$F = 0.96469459 \quad (28)$$

$$V.C. = 3.99588713 \quad (29)$$

$$F < V.C. \quad (30)$$

Lo que coloca el valor de F en el lugar de aceptación de la hipótesis nula de la prueba, la cual teóricamente establece que ambos conjuntos de datos son estadísticamente idénticos. Por lo tanto, los resultados muestran que no existen diferencias estadísticas entre la media de las dos muestras, por lo que la hipótesis que sostiene la posibilidad de modelar el índice de innovación mediante los indicadores de inversión queda aceptada.

5.8.2. Hipótesis 2. La optimización

Para la comprobación de esta hipótesis se diseñó un experimento que permite demostrar estadísticamente que la distribución de los recursos obtenida por el método de optimización es distinta a cualquier otra realizada en la actualidad por los estados, por lo que puede considerarse una redistribución de los recursos.

Como primer paso se calculó la matriz de similitudes entre todos los estados y sobre todos los capítulos de inversión (Anexo 15). Posteriormente mediante un análisis de varianza para analizar obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 23

Análisis de varianza sobre el puntaje general de innovación obtenido de la matriz de similitudes

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	20.064286 2	29	0.69187194	32.4907811	4.3059E-119	1.4801515
Dentro de los grupos	19.164966 9	900	0.02129441			
Total	39.229253	929				

Nota. Elaboración Propia

Como resultado de la prueba se observa que el estadístico F es mayor a su valor crítico, es decir:

$$F = 32.4907811 \quad (31)$$

$$V.C. = 1.4801515 \quad (32)$$

$$F > V.C. \quad (33)$$

Lo que coloca el valor de F en el lugar de rechazo de la hipótesis nula, y aceptación de la hipótesis alternativa de la prueba, la cual teóricamente establece que por lo menos alguno de los conjuntos de datos es estadísticamente distinto. Sin embargo, a pesar de que se encuentra esta diferencia estadística, el método no permite identificarlo, por lo que se recurre al método de Tukey para encontrar el grupo de datos que presenta esta diferencia. Este método nos permitirá contrastar la diferencia pareada de los promedios con un valor crítico de Tukey, para determinar si la diferencia entre ellos es significativa o no. Los parámetros para el método son:

Tabla 24*Parámetros para la aplicación del método de Tukey*

Parámetro	Valor
k	32
N-k	960
CM	0.02331677
n	31
q(k,N-k)	5.346
T	0.14661631

Nota. Elaboración Propia

Al realizar la contrastación del valor absoluto de la diferencia de promedios con el valor crítico se obtiene que los valores de distribución obtenidos mediante el método de optimización son los que presentan una varianza distinta al resto.

Tabla 25

Resultados del método de Tukey para la comparación de la columna de Optimización con el resto de los estados.

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
a32-a1	0.75144178	Significativa
a32-a2	0.81936786	Significativa
a32-a3	0.78857874	Significativa
a32-a4	0.83797325	Significativa
a32-a5	0.61190476	Significativa
a32-a6	0.80325039	Significativa
a32-a7	0.82057627	Significativa
a32-a8	0.82039065	Significativa
a32-a9	0.72813872	Significativa
a32-a10	0.77885771	Significativa
a32-a11	0.77521961	Significativa
a32-a12	0.77777509	Significativa
a32-a13	0.78249258	Significativa
a32-a14	0.84450308	Significativa
a32-a15	0.50569667	Significativa
a32-a16	0.78495175	Significativa
a32-a17	0.80961209	Significativa
a32-a18	0.8332144	Significativa
a32-a19	0.77685263	Significativa
a32-a20	0.78536451	Significativa
a32-a21	0.8017436	Significativa
a32-a22	0.79448948	Significativa
a32-a23	0.83313348	Significativa
a32-a24	0.8048192	Significativa
a32-a25	0.80867334	Significativa
a32-a26	0.68688233	Significativa
a32-a27	0.81489477	Significativa
a32-a28	0.79864459	Significativa

a32-a29	0.69118676	Significativa
a32-a30	0.82257009	Significativa
a32-a31	0.74218031	Significativa
a32-a32	0	No Significativa

Nota. Elaboración Propia. a32: Diferencias de la columna de Optimización. a1...a31: Diferencias correspondientes al resto de los estados.

En la tabla anterior podemos observar como cada una de las diferencias entre promedios tiene un valor superior al valor crítico T. El único valor que no se encuentra en este caso es el de la comparación a32 con a32, debido a que al comparar una columna por sí misma, el resultado será que no existe una diferencia significativa.

$$T = 0.14661631 \quad (34)$$

$$a_{32} - a_{15} = 0.50569667 \quad (35)$$

$$a_{32} - a_{32} = 0 \quad (36)$$

$$a_{32} - a_{15} > T \quad (37)$$

$$a_{32} - a_{32} < T \quad (38)$$

Por lo que se puede concluir que la distribución de los recursos obtenida mediante el método de optimización sí presenta una diferencia estadística a la distribución actual de los recursos en cualquier estado, considerándola entonces como una redistribución. Esta redistribución al ser obtenida mediante un método de optimización, garantiza un valor máximo en el índice de innovación calculado, por lo que la hipótesis 2 que plantea que es posible encontrar una distribución distinta de recursos para obtener un valor deseado en el índice, queda aceptada.

Capítulo 6. Conclusiones

El objetivo general de este trabajo es realizar una propuesta de reinversión de recursos para el estado de Michoacán que permita elevar su nivel de innovación. Para ello fue necesario realizar una serie de pasos en los que se han encontrado hallazgos que servirán de base para investigaciones futuras.

6.1. De la investigación empírica

A pesar de que la innovación se ha considerado un elemento importante para la competitividad de los países, cada región realiza diferentes acciones dirigidas hacia la innovación, que permiten aprovechar sus condiciones geográficas, económicas y sociales particulares para el desarrollo de la innovación. Estas acciones son realizadas de acuerdo al modelo de innovación presente en cada uno de los países y son medidas mediante los índices de innovación. De acuerdo a la investigación empírica realizada, se observó la presencia de diversos índices que de forma oficial miden de manera nacional el nivel de innovación en cada país y generan un ranking.

Específicamente en México, la información que de manera oficial se presenta muestra únicamente la existencia de un índice nacional que de manera estatal mide el nivel de innovación de cada estado y genera un ranking. Sin embargo, esta medición se publicó únicamente durante el año 2013, por lo que no fue posible visualizar una continuidad en los datos. En el caso de Michoacán, el índice señala que el estado se encuentra en uno de los lugares más bajos en el ranking de innovación.

La administración actual 2015-2021, estableció como meta dentro de su plan de gobierno, elevar el nivel de innovación del estado hasta colocarlo en el quinto lugar del ranking. Para lograrlo, crea una serie de estrategias que se establecen en el plan estatal y en el presupuesto anual. Este presupuesto, es creado en su mayoría, a través de expertos, lo que genera la necesidad de desarrollar la tesis desde un enfoque filosófico que considerara la ser humano como parte fundamental y actor principal dentro de la investigación.

Abordar el problema desde el enfoque pragmático, permitió considerar la experiencia del sujeto como factor fundamental para la percepción de la realidad, y propició así el uso de teorías y herramientas ligadas a la estructura del pensamiento humano. A su vez, dirigió la investigación al enfoque situacional de la administración, lo que llevó a la aplicación de herramientas de la lógica difusa para la integración de la propuesta final.

Todas estas teorías y herramientas se encuentran relacionadas al trabajar en torno a la percepción humana. Por último, ya que el enfoque situacional reconoce una serie de soluciones posibles para un solo problema, permite establecer una serie de propuestas de reinversión que logran el objetivo planteado.

6.2. Hipótesis específica 1. El modelo

Hipótesis: El índice de innovación nacional puede modelarse a partir de los indicadores de inversión estatales.

A través de la aplicación de redes neuronales fue posible establecer un modelo que permite conocer la relación que existe entre la innovación y los indicadores estatales de inversión. El uso de las redes neuronales para realizar el modelo, permitió sobrepasar la limitación causada por la poca información disponible sobre el problema que se estudiaba. También, al poder regular la forma de la salida del modelo, es posible acotar de manera natural la ecuación, sin recurrir a restricciones. Al ser un modelo dinámico y de aprendizaje por entrenamiento, es posible modificar el modelo relativamente rápido de manera que responda al dinamismo natural del fenómeno de la innovación. Es importante señalar que, aunque se empleó la misma técnica, fue necesaria la generación de dos modelos ya que, en el primero, el hecho de tener un número tan alto de variables en comparación al número de observaciones, ocasionaba un efecto conocido como “memorización” en la red neuronal. Este efecto consistía en que la red proporcionaba exactamente el valor esperado de acuerdo a la configuración de los datos de ingreso, siempre y cuando esta configuración se encontrara dentro de los datos de aprendizaje. Sin embargo,

cuando se introducía una configuración distinta, la red era incapaz de realizar una predicción aceptable. Por eso la enfrentó la necesidad de contar con un modelo reducido, en donde la proporción variables/observaciones fuera adecuada. La desventaja más relevante con la aplicación de este método, es que cada vez que se aplica, aún con exactamente la misma entrada de datos, el resultado es distinto, por lo que se tiene una infinidad de relaciones posibles. Sin embargo, para este problema en particular, este problema no fue relevante, ya independientemente del resultado, el argumento mayor obtenido siempre era asignado a la misma variable.

Por todo lo anterior esta hipótesis se acepta.

6.3. Hipótesis específica 2: La optimización

Hipótesis: Mediante un módulo de optimización se puede determinar un nivel de innovación y la distribución de recursos necesaria para alcanzarlo.

La optimización se llevó a cabo mediante el uso de herramientas computacionales que permitieran eficientar el tiempo de investigación. El método de optimización fue el aleatorio, utilizando la variante de punto interior. La característica principal observada al aplicar una optimización mono-objetivo, es que el resultado se carga a las fronteras, por lo que la salida, considerando las restricciones del sistema, será siempre un uno en la variable que posee el mayor argumento. Por lo tanto, el resultado de la optimización será el mismo sin importar los valores de los argumentos del modelo de la red neuronal, pues la variable de mayor argumento es siempre la misma.

En consecuencia, esta hipótesis se acepta.

6.3.1. De la relación del Capítulo 5000: Bienes muebles, inmuebles e intangibles con el Índice Nacional de Innovación.

Dado que el resultado de la optimización dirige la inversión de manera absoluta hacia este capítulo, es interesante observar que, a pesar de ser un capítulo que sugiere enfocar el presupuesto en la adquisición de bienes, será el fin de estos bienes lo que determinará la contribución a la innovación, es decir, no cualquier adquisición dentro de este capítulo abonará al incremento de la innovación en el estado. Para saber exactamente cuál adquisición beneficiaría más al incremento del índice de innovación, se requieren estudios integrales que involucren el desarrollo regional, económico y humano del estado. Sin embargo, se pueden observar conceptos relacionados con las variables del Índice Nacional de Innovación de la Secretaría de Economía, como son el 5200 Mobiliario y Equipo Educativo y Recreativo, 5300 Equipo e Instrumental Médico y de Laboratorio, 5600 Maquinaria, Otros Equipos y Herramientas y 5800 Bienes Inmuebles. Estos conceptos apuntan a bienes tangibles que pueden impactar de forma directa a la sociedad y a las variables de los pilares del Índice Nacional de Innovación, por ejemplo, el 5200 se dirige directamente al segundo pilar de entrada Capital Humano e Investigación y Desarrollo. En el caso del 5300 y 5600, es importante señalar que la adquisición del instrumental médico y de laboratorio, así como de cualquier otra maquinaria, equipos o herramientas, sólo impactará a la innovación si es utilizado ya sea para el desarrollo científico y tecnológico, o para la formación de nuevos científicos, pues si esta adquisición es utilizada únicamente para realizar actividades comunes, no se impacta ningún pilar de acuerdo al índice nacional. De forma similar ocurre con el concepto 5800, mediante el cual la adquisición de bienes inmuebles impactará en el índice únicamente si estos tienen como objetivo el desarrollo o la divulgación científica o tecnológica como es el caso de los museos, bibliotecas, laboratorios de investigación, centros de innovación, entre otros, que permiten el flujo del conocimiento científico hacia la sociedad. En el caso de los museos y bibliotecas específicamente se impactaría el pilar de salida de Bienes Creativos en el Índice Nacional de Innovación.

Otro concepto, posiblemente el más importante es el 5900 Activos Intangibles. Ese concepto se encuentra relacionado directamente con las variables del Índice Nacional de Innovación, específicamente a los pilares de salida correspondientes a Tecnología y Conocimientos, y Bienes Creativos. Tanto el concepto como los pilares incluyen la generación de patentes, registro de marca y derechos de autor, por lo que una mayor inversión dentro de este concepto claramente impactará de forma positiva al índice.

Un ejemplo de lo que se explica anteriormente sería la creación de un hospital en el estado. Su construcción y equipamiento no tendría realmente un impacto hacia el índice de innovación. Sin embargo, si se considera un hospital escuela, en donde se llevará a cabo la formación de nuevos científicos y la investigación y desarrollo que pudiera desembocar en la generación de patentes, entonces realmente se impactaría al índice.

6.4. Hipótesis específica 3: Condiciones regionales

Hipótesis: Los factores regionales determinan las posibilidades de reasignación de recursos.

La optimización anterior proporciona una distribución de recursos que de manera nacional permite el aumento del índice de innovación. Sin embargo, las condiciones regionales específicas del estado de Michoacán, conducen a considerar factores que rigen el comportamiento de la inversión en el estado. Estas condiciones fueron proporcionadas por los expertos, siendo la más relevante la asignación de más del 50% del presupuesto estatal anual al gasto corriente. En contraste con la propuesta obtenida mediante la optimización, las condiciones del estado actualmente requieren mantener esta proporción específica, por lo que, a pesar de que la propuesta de reinversión obtenida mediante la optimización permite lograr teóricamente el aumento del índice de innovación del estado a un nivel que coloca a la entidad como el primer lugar del ranking, su operación requerirá una gran transformación dentro del estado. Por otro lado, la consideración única de la percepción de los expertos, no permite el aumento del índice, pues debe considerarse también la influencia de la situación actual en la situación futura.

Por lo tanto, es evidente que las condiciones regionales particulares del estado de Michoacán, determinar la posibilidad de la reasignación de recursos. En consecuencia, esta hipótesis se acepta.

6.5. Hipótesis general: Propuesta de reinversión

Hipótesis: Es posible lograr un aumento del índice de innovación en el estado de Michoacán invirtiendo la misma cantidad de recursos, pero distribuidos de manera eficiente.

Gracias al enfoque situacional, se obtuvieron varios resultados que en teoría permiten el aumento del índice de innovación de Michoacán mediante la inversión de sus recursos con una distribución distinta. Cada una de estas opciones presenta una situación distinta en la que, para lograr el objetivo, se deberán realizar cambios grandes o pequeños, dependiendo de la propuesta a implementar. De igual forma el tiempo en el que se obtengan los resultados dependerá de la capacidad de realizar estos cambios. De acuerdo a la teoría situacional, la situación futura depende de la situación actual, por eso fue realizada la propuesta del investigador, a fin de obtener una redistribución de recursos buscando variar de manera mínima el estado actual, considerando que el tiempo para aplicar cualquier estrategia sería relativamente corto.

Por lo anterior, la hipótesis general de la investigación se acepta.

6.5.1. Del análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad aplicado en esta investigación, proporciona información para la toma de decisiones.

El diseño del análisis se eligió mediante una tabla de valores para posteriormente ser representada de manera gráfica, debido a las características de las variables que se analizaron. Al ser variables relacionadas entre sí, el cambio de cualquiera de ellas implica forzosamente un cambio en por lo menos otra. Una de las variables independientes esta generada mediante la optimización de la ecuación

con la cual se calcula la variable dependiente, por lo tanto, la fuerte relación encontrada entre estas dos variables es esperada y justificada, y cualquier implementación de un método de optimización llevará a la asignación del valor máximo a esta variable.

Al trazar una línea indicando el valor de referencia del índice de innovación, se observan las configuraciones en el vector \mathbf{w} que permiten este aumento. Sin embargo, es importante tomar en cuenta, que toda acción en la que el peso de la propuesta generada a través de los datos históricos sea diferente de 1, requerirá la transformación del entorno. Por lo tanto, una configuración del vector \mathbf{w} en donde el peso de esta propuesta sea cercano a cero, implicará un cambio disruptivo en el entorno, y el costo de su implementación será alto.

El diseño de este análisis de sensibilidad puede ser aplicado en cualquier otro estudio en donde las variables dependientes estén condicionadas a $\sum_{i=0}^x \mathbf{w}_i = \mathbf{1}$. Es recomendable utilizarlo solo cuando las variables independientes son cuatro o más, debido a que se sobrepasan las tres dimensiones que permiten representar el resultado por medio de una superficie.

Los resultados observados en este análisis de sensibilidad proporcionan al decisor, información sobre el cambio del valor del índice de innovación en relación al cambio en el peso de las propuestas consideradas para conformar la propuesta de reinversión final. También proporciona información sobre los pesos de las propuestas que permiten un aumento en el valor del índice de innovación del estado de Michoacán. Sin embargo, el uso de esta herramienta para el aumento en el valor del índice no provee un único resultado, sino un grupo de posibles soluciones. Corresponde a trabajos futuros y a la aplicación de otras herramientas la decisión final del decisor, la evaluación de las implicaciones de esa decisión, al igual que de sus consecuencias. La aplicación de la teoría de planeación situacional es otro trabajo futuro sugerido para la generación de estrategias y tácticas.

6.6. Limitaciones y trabajos futuros

Esta investigación está dirigida específicamente al estado de Michoacán y, aunque el proceso puede ser replicado para cualquier región, debe considerarse que las opiniones de los expertos aquí concentradas no pueden ser aplicadas a investigaciones de regiones distintas.

Como trabajos futuros se requiere la replicación del modelo de redes neuronales a nivel mundial, ya que a nivel internacional se han registrado observaciones anuales, que proporcionan una base de datos mayor. Es necesaria una investigación cualitativa para determinar la razón por la cual el capítulo de Bienes muebles, inmuebles e intangibles es determinante en el aumento de la innovación nacional. Se requiere también el análisis disgregado de los subíndices de este capítulo para determinar con mayor precisión las acciones de impacto sobre el nivel de innovación.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los objetivos han sido cumplidos en su totalidad y las hipótesis han sido aceptadas.

Bibliografía

Adby, P. R., y Dempster, M. A. H. (1974). *Introduction to Optimization Methods*. London Chapman and Hall.

Aho, E., Brunila, A., Eriksson, J.-T., Harjunen, P., Toivanen, H., Karjalainen, S., Neittaanmäki, P., Heikinheimo, R., Kekkonen, T., Ormala, E., Peltonen, P., Strengell, M., Teperi, J., Pöysti, K., y Stenros, A. (2008). *Proposal for Finland 's National Innovation Strategy*. 50.

Alfaro-Garcia, V. G., Gil-lafuente, A. M., y Alfaro-Calderón, G. G. (2016). Quantification of the Incidence in Innovation Capacities by the Promotion of Specialized Economic Sectors. En ASME (Ed.), *Lectures*

- on Modelling and Simulation* (pp. 1–10). ASME.
- Anderson, D., y Mcneill, G. (1992). *ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS TECHNOLOGY*. 82.
- Antsaklis, P. J. (1990). Neural Networks in Control Systems. *IEEE Transactions in Neural Networks*, 10(3), 3–87. <https://doi.org/10.1109/72.80237>
- Antsaklis, P. J. (1992). Networks in Control Systems. *IEEE Control Systems*, 12(2), 8–10.
- Banco Mundial, G. (2016). *Dividendos Digitales Panorama General*. <https://doi.org/101596>
- Banerjee, S. (2014). *Mathematical Modeling. Models, Analysis and Applications* (Taylor & Francis Group (ed.); 1a ed.). CRC Press.
- Bárcena, A. (2008). *Innovación para el desarrollo. Reflexiones desde América Latina y el Caribe*. https://www.cepal.org/sites/default/files/presentation/files/081112_ctsd-abi-12noviembre2008_hg_0.pdf
- Ben-Tal, A., Ghaoui, L. El, y Nemirovski, A. (2009). *Robust Optimization* (I. Daubechies, W. E, J. K. Lenstra, y E. Süli (eds.)). Princeton Series in Applied Mathematics.
- Betts, S. C. (2011). Contingency Theory: Science Or Technology? *Journal of Business & Economics Research (JBER)*, 1(8). <https://doi.org/10.19030/jber.v1i8.3044>
- Biesta, G., y Burbules, N. (2003). *Pragmatism and educational research*. Rowman & Littlefield.
- Borgonovo, E. (2017). Sensitivity Analysis. An Introduction for the Management Scientist. En *International Series in Operations Research & Management Science* (Vol. 251, p. 291). Springer.
- Borgonovo, E., Hazen, G. B., Jose, V. R. R., y Plischke, E. (2021). Probabilistic sensitivity measures as information value. *European Journal of Operational Research*, 289(2), 595–610. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.07.010>
- Bradley, R. (2014). Decision Theory : A Formal Philosophical Introduction Introduction : Making Decisions. En *Introduction to Formal Philosophy* (pp. 1–42). https://doi.org/10.1007/978-3-319-77434-3_34

- Bradley, S., Hax, A., y Magnanti, T. (1977). *Applied Mathematical Programming*.
- Burkard, R., Dell'Amico, M., y Martello, S. (2009). *Assignment Problems*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Burkard, R. E., Derigs, U., Bönniger, T., y Katzakidis, G. (1980). Solution Methods with Fortran-Programs Assignment and Matching Problems. En H. Albach, A. V. Balakrishnan, M. Beckmann, P. Dhrymes, J. Green, W. Hildenbrand, W. Krelle, H. P. Künzi, K. Ritter, R. Sato, H. Schelbert, y P. Schönfeld (Eds.), *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* (Número 184). Springer.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-51576-7>
- Cacuci, D. G., Ionescu-Bujor, M., y Navon, I. M. (2005). *Sensitivity and Uncertainty Analysis. Applications to Large-Scale Systems*. Taylor & Francis Group.
- Calderón Ordoñez, C. (2015). Información económica y estatal Guanajuato Contenido Geografía y Población Actividad Económica Sector Externo Ciencia y Tecnología Directorio Informe de Labores Geografía y Población. *Secretaría De Economía*, 1–11.
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/43342/Chiapas.pdf>
- Campolongo, F., Cariboni, J., y Saltelli, A. (2007). An effective screening design for sensitivity analysis of large models. *Environmental Modelling and Software*, 22(10), 1509–1518.
<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2006.10.004>
- Campos, J., y Lewis, F. L. (2009). Neural Control Systems. En *Control, Systems, Robotics, and Automation: Vol. XVII* (pp. 131–195). EOLSS.
- Cavazzuti, M. (2015). *Optimization methods: from theory to design Scientific and Technological Aspects un Mechanics* (Número January 2013). Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-31187-1>
- Chen, Y., Yang, B., Dong, J., y Abraham, A. (2005). *Time-series forecasting using flexible neural tree model*. 174, 219–235. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2004.10.005>

- Cheng, B., y Titterington, D. M. (1994). Neural Networks: A Review from a Statistical Perspective. *Statistical Science*, 9(1), 2–30. <https://doi.org/10.1214/ss/1177010638>
- Chiavenato, I. (2006). *Introducción a la teoría general de la administración* (R. del Bosque, N. Islas, y Z. García (eds.); 7a Edición). Mc Graw Hill. <https://doi.org/1234567890>
- Clemen, R. T. (1996). *Making Hard Decisions. An Introduction to Decision Analysis* (2a edición). Duxbury Press.
- Comité Intersectorial para la Innovación. (2011). *Programa Nacional de Innovación*. 87.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2015). Agenda de Innovación de Michoacán. En *Agendas Estatales de Innovación* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cordera, R., y Provencio, E. (2015). *Informe del Desarrollo en México 2015* (Primera ed).
- Cornell University, INSEAD, y WIPO. (2018). The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation. En *Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation*.
- Cortés, P., Díaz-Molina, I., y Román, H. (2013). *Radriografía de la Innovación en Grandes Empresas Chile 2013*.
- De Castro, M. (2015). *Índice de Desarrollo Humano para las entidades federativas, México 2015*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <http://www.mx.undp.org/>
- Del Castillo Hermosa, J., Díez Fuente, C., y Innovatec. (2006). Infraestructuras de apoyo a la innovación científica y tecnológica: elementos clave de competitividad industrial. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, 63, 128–151. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2326296>
- Development, E. (2015). *Frascati Manual 2015* (Número October). <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>
- Dutta, S., Lanvin, B., y Wunsh-Vincent, S. (2004). The Global Innovation Index 2016. Winning with Global Innovation. En *The Global Innovation Index . Winning with Global Innovation*.
- Fazlollahtabar, H. (2021). *A DSS - Based Dynamic Programming for Finding Optimal Markets Using*

- Neural Networks and Pricing*. 14(1), 87–106. <https://doi.org/10.22059/ijms.2020.269091.673397>
- Gallinari, P., Thiria, S., Badran, F., y Fogelman-Soulie, F. (1991). On the relations between discriminant analysis and multilayer perceptrons. *Neural Networks*, 4(3), 349–360.
[https://doi.org/10.1016/0893-6080\(91\)90071-C](https://doi.org/10.1016/0893-6080(91)90071-C)
- Galushkin, A. (2007). Neural Networks Theory. En *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Número 9). Springer.
- Gass, S. I. (1983). Decision-Aiding Models: Validation, Assessment, and Related Issues for Policy Analysis. *Operations Research*, 31(4), 603–631.
- Gide, A. (2019). Mathematical Modelling. A Graduate Textbook. En John Wiley & Sons Inc. (Ed.), *Moghadas, Seyed M. Jaberi-Douraki, Majid* (1a ed.). Wiley.
- Gil-Lafuente, A. M., y Zopounidis, C. (2014). Decision Making and Knowledge Decision Support Systems: VIII International Conference of RACEF, Barcelona, Spain, November 2013 and International Conference MS 2013, Chania Crete, Greece, November 2013. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 675, 67–78. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-03907-7>
- Giordano, F., La Rocca, M., y Perna, C. (2007). Forecasting nonlinear time series with neural network sieve bootstrap. *Computational Statistics & Data Analysis*, 51(8), 3871–3884.
<https://doi.org/10.1016/j.csda.2006.03.003>
- Giordano, F. R., Fox, W. P., y Horton, S. B. (2013). *A course in mathematical modeling* (Brooks/Cole (ed.); 5a ed.). Richard Stratton.
- Gobierno del Estado de Michoacán. (2015). *Plan de desarrollo integral del Estado de Michoacán*.
<http://foros.michoacan.gob.mx>
- Government Offices of Sweden. (2012). *The Swedish Innovation Strategy*. 62.
<http://www.government.se/content/1/c6/20/25/58/ace0cef0.pdf>
- Hagan, M. T., y Demuth, H. B. (1999). Neural Networks for Control. *Proceedings of the 1999 American*

- Control Conference*, 3, 1642–1656. <https://doi.org/10.1109/ACC.1999.786109>
- Hagan, M. T., Demuth, H. B., y Jes, O. De. (2002). An introduction to the use of neural networks in control systems. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 985(May), 959–985. <https://doi.org/10.1002/rnc.727>
- Han, Y., Yang, G., y Zhang, T. (2021). Spatial-temporal response patterns of tourist flow under entrance tourist flow control scheme. *Tourism Management*, 83(November 2020), 104246. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2020.104246>
- Hansson, S. O. (2015). *Decision Theory: A Brief Introduction*. January 2005.
- Hellriegel, D., y Slocum, J. W. (1973). Organizational design: A contingency approach. A model for organic management design. *Business Horizons*, 16(2), 59–68. [https://doi.org/10.1016/S0007-6813\(73\)80011-4](https://doi.org/10.1016/S0007-6813(73)80011-4)
- Henry, C. (2003). Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. En *Harvard Business School Press*. Harvard Business School Publishing Corporation.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptizta Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación. En *Metodología de la investigación*.
- Heydari, J., y Asl-Najafi, J. (2021). A revised sales rebate contract with effort-dependent demand: a channel coordination approach. *International Transactions in Operational Research*, 28(1), 438–469. <https://doi.org/10.1111/itor.12556>
- Hippel, E. von, y Krogh, G. von. (2003). Open Source Software and the “Private-Collective” Innovation Model: Issues for Organization Science. *Organization Science*, 14(2), 209–223. <https://doi.org/10.1287/orsc.14.2.209.14992>
- Howard, R. A., y Abbas, A. E. (2016). *Foundations of Decision Analysis*. Pearson Education Limited.
- Hu, Y. H., y Hwang, J.-N. (2002). Handbook of Neural Network Signal Processing. En *Electrical engineering and applied signal processing*. CRC Press LLC.

- IMCO. (2016). *Índice de competitividad estatal 2016*.
- INEGI. (2016). *Síntesis metodológica de la estadística de finanzas públicas estatales y municipales: Vol. vii*.
- Instituto, E., y Estadística, N. De. (2016). *ÍNDICE NACIONAL DE COMPETITIVIDAD 2016*.
- Jain, A., y Kumar, A. M. (2007). *Hybrid neural network models for hydrologic time series forecasting*. 7, 585–592. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2006.03.002>
- Jaworski, K. (2020). Forecasting exchange rates for Central and Eastern European currencies using country-specific factors. *Journal of Forecasting*, 0–1. <https://doi.org/10.1002/for.2749>
- Johnson, R. B. (2016). *Mixed Methods Research : A Research Paradigm Whose Time Has Come*. October 2004. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Kaufmann, A. (1988). Theory of Expertons and Fuzzy Logic. *Fuzzy Sets and Systems*, 28, 295–304.
- Kaufmann, A., y Gil-Aluja, J. (1986). *Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas* (Editorial Milladoiro (ed.)).
- Kaushik, V., y Walsh, C. A. (2019). *Pragmatism as a Research Paradigm and Its Implications for Social Work Research*.
- Khashei, M., y Bijari, M. (2010). An artificial neural network (p, d, q) model for timeseries forecasting. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 479–489. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.05.044>
- Kotharu, C. R. (2004). *Research Methodology. Methods and Techniques* (New Age (ed.); 2a ed.). New Age International (P) Ltd., Publishers.
- Krose, B., y Smagt, P. Van Der. (1996). *Introduction to Neural*. University of Amsterdam.
- Krylatov, A., Zakharov, V., y Tuovinen, T. (2020). *Springer Tracts on Transportation and Traffic Optimization Models and Methods for Equilibrium Traffic Assignment*. Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-34102-2>
- Kumar, R. (2011). *Research Methodology* (3a ed.). SAGE Publications.

- Kurdila, A. (2006). *Robust optimization-directed design* (A. J. Kurdila, P. M. Pardalos, y M. Zabrankin (eds.)). Springer.
- Lapedes, A. S., y Farber, R. (1987). *Nonlinear signal processing using neural networks: Prediction and system modelling*. (p. 52). Los Alamos National Laboratory.
- Li, X., Ding, Q., y Sun, J. Q. (2018). Remaining useful life estimation in prognostics using deep convolution neural networks. *Reliability Engineering and System Safety*, 172, 1–11.
<https://doi.org/10.1016/j.ress.2017.11.021>
- Little, J. D. C. (1969). *Models and Managers: The concept of a Decision Calculus* (Núm. 02139).
- Little, J. D. C. (2004). *Models and Managers : The Concept of a Decision Calculus*. November 2014.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.1040.0267>
- Luthans, F., y Stewart, T. I. (1977). A General contingency Theory of Management. *Academy of Management Review*, 2(2), 181–195. <https://doi.org/10.5465/amr.1977.4409038>
- Matus, C. (1980). *Planificación de situaciones*. Fondo de Cultura Económica.
- Méndez Alvarez, C. E. (1988). *Guía para elaborar diseños de Investigación en Ciencias Económicas, Contables y Administrativas* (p. 129). <https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=7797>
- Meyer, W. J. (1984). *Concepts of mathematical modeling*. Mc Graw Hill.
- Monje Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. *Universidad Surcolombiana*, 1–217.
<http://carmonje.wikispaces.com/file/view/Monje+Carlos+Arturo+-+Guía+didáctica+Metodología+de+la+investigación.pdf>
- Morari, M. (2010). Neural Network-Based State Estimation of Nonlinear Systems Application to Fault Detection and Isolation. En M. Thoma, F. Allgöwer, y M. Morari (Eds.), *Lecture Notes in Control and Information Sciences 395* (p. 165). Springer.
- Morgan, D. L. (2014). Pragmatism as a Paradigm for Social Research. *Qualitative Inquiry*, August.

<https://doi.org/10.1177/1077800413513733>

Nguyen, D. H., y Widrow, B. (1990). Neural Networks for Self-Learning Control Systems. *Control System Magazine*, 18–23.

Nobre, F. S., Tobias, A. M., y Walker, D. S. (2010). A new contingency view of the organization: Managing complexity and uncertainty through cognition. *BAR - Brazilian Administration Review*, 7(4), 379–396. <https://doi.org/10.1590/S1807-76922010000400005>

Nocedal, J., Wright, S. J., y Robinson, S. M. (1999). *Numerical Optimization* (P. Glynn y S. M. Robinson (eds.)). Springer.

OCDE. (2016). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*.

https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-en

OECD/Eurostat. (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. En *The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities* (4th ed.). OECD Publishing, Paris/Eurostat. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>

OECD. (2014). *OECD Reviews of Innovation Policy*. August, 30.

<http://www.oecd.org/sti/inno/netherlands-innovation-review-recommendations.pdf>

OECD. (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>

OECD. (2017a). Going for Growth 2017 priorities. En *Economic Policy Reforms 2017: Going For Growth* (pp. 253–256).

OECD. (2017b). Mexico. *OECD Economic Surveys, January*.

https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/eco_surveys-mex-2017-en

OECD. (2017c). *OECD Economic Surveys: Mexico 2017*. OECD Publishing.

https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/eco_surveys-mex-2017-en

OECD, y Eurostat. (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre*

innovación. (Grupo Tragsa (ed.); 3a ed.). OECD/European Communities.

<https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>

Orhan, U., Hekim, M., y Ozer, M. (2011). EEG signals classification using the K-means clustering and a multilayer perceptron neural network model. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 13475–13481. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.149>

Paliwal, M., y Kumar, U. A. (2009). Neural networks and statistical techniques: A review of applications. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 2–17. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.10.005>

Paper, S. (1992). Neural Networks for Control Systems A Survey *. *Automatica*, 28(6), 1083–1112.

Pardalos, P. M., y Pitsoulis, L. S. (2000). Nonlinear Assignment Problems Algorithms and Applications. En *Combinatorial Optimization* (Vol. 7). Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3155-2>

Patriksson, M. (2015). *The traffic Assignment Problem. Models and Methods*. Dover Publications, Inc.

Piscoya, Luis. (2009). *El proceso de la investigación científica. Un caso y glosarios* (Universidad Inca Garcilaso de la Vega (ed.); 1a ed.). Fondo Editorial.

Rastegar, H., Arbab Shirani, B., Mirmohammadi, S. H., y Akhondi Bajegani, E. (2021). A hybrid mathematical programming model and statistical approach for bidding price decision in construction projects. *Journal of Project Management*, 6, 1–22.
<https://doi.org/10.5267/j.jpms.2020.10.003>

Saltelli, A., Bammer, G., Bruno, I., Charters, E., Fiore, M. Di, Didier, E., Espeland, W. N., Kay, J., Piano, S., Lo, Mayo, D., Jr, R. P., Portaluri, T., Porter, T. M., Puy, A., Ravetz, J. R., Reinert, E., Sarewitz, D., Stark, P. B., Stirling, A., ... Vineis, P. (2020). Five ways to ensure that models serve society : a manifesto. *Nature*, 582, 482–484.

Saltelli, A., y Homma, T. (1996). Importance measures in global sensitivity analysis of model output. *Reliab. Eng. Sys. Safety*, 52, 1–17.

- Saltelli, A., Tarantola, S., Campolongo, F., y Ratto, M. (2004). *Sensitivity Analysis in Practice. A Guide to Assessing Scientific Models*. John Wiley & Sons Inc.
- SAPRU, R. K. (2013). *Administrative Theories and Management Thought*. 628.
<https://books.google.com/books?id=8F9v9vVPLoAC&pgis=1>
- Sarle, W. S., SAS Institute Inc., NC, y USA. (1994). *Neural Networks and Statistical Models* (p. 13).
<https://doi.org/https://www.doi.org/10.1.1.27.699>
- Schwab, K. (2016). *Informe de Competitividad Global 2016-2017* (Vol. 5, Número 5). <https://doi.org/92-95044-35-5>
- Schwab, K. (2017). The Global Competitiveness Report The Global Competitiveness Report 2017-2018. En *World Economic Forum* (Vol. 5, Número 5). <https://doi.org/92-95044-35-5>
- Secretaría de Finanzas y Administración. (2012). *Manual para el ejercicio y control del presupuesto de egresos del gobierno del estado de Michoacán para el ejercicio fiscal 2013*.
- Sun, W., y Yuan, Y.-X. (2006). OPTIMIZATION THEORY AND METHODS Nonlinear Programming. En *Springer Optimization and Its Applications* (Vol. 1). Springer.
- Swiss Confederation. (2015). Research and innovation in Switzerland 2016. *State Secretariat for Education, Research and Innovation*.
<http://www.sbfi.admin.ch/themen/01367/index.html?lang=en>
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la Investigación Científica*.
- The World Bank. (2016). *Innovation in Electronic Payment Adoption : The Case of Small Retailers* (Número June).
http://www3.weforum.org/docs/Innovative_Solutions_Accelerate_Adoption_Electronic_Payments_Merchants_report_2016.pdf
- Tidd, J. (2006). A review of innovation models. *Imperial College London, Tanaka Business School*, 16.
www.emotools.com/static/upload/files/innovation_models.pdf

- Torres-Hernández, Z. (2008). *Teoría General De La Administración* (J. E. Callejas y V. Estrada-Flores (eds.); 1a ed.). Grupo Editorial Patria. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2009.06.001>
- UNESCO. (2018). *Dataset: Science, technology and innovation. Data extracted on 21 May 2018 03:33 UTC (GMT) from UIS.Stat.* <http://data.uis.unesco.org/>
- Venture Institute, CONACYT, y Secretaría de Economía. (2013). *Índice Nacional De Innovación.*
- WIPO, y INSEAD. (2017). *The Global Innovation Index 2017* (S. Duttra, B. Lavin, y S. Wunsch-Vincent (eds.); 10a Edició).
- Wu, J., Du, G., y Jiao, R. J. (2021). Optimal postponement contracting decisions in crowdsourced manufacturing: A three-level game-theoretic model for product family architecting considering subcontracting. *European Journal of Operational Research*, 291(2), 722–737.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.09.049>
- Xiao-jun, Z., Chun-Hua, Y., Wei-Hua, G., y Tian-Xue, D. (2014). A Particle Swarm Optimization Algorithm with Variable Random Functions and Mutation. *Acta Automatica Sinica*, 40(7), 1339–1347.
[https://doi.org/10.1016/S1874-1029\(14\)60015-X](https://doi.org/10.1016/S1874-1029(14)60015-X)
- Yakovleva, E. A., Azarova, N. A., y Titova, E. V. (2015). Innovation as a vector of regional economic development and a necessary condition for the progress of the world economy. *Asian Social Science*, 11(20), 90–96. <https://doi.org/10.5539/ass.v11n20p90>
- Zadeh, L. A. (2013). Fuzzy logic. *Computational Complexity: Theory, Techniques, and Applications*, 9781461418, 1177–1200. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1800-9_73
- Zeithaml, V. A., Varadarajan, P. R., y Zeithaml, C. P. (1988). The Contingency Approach: Its Foundations and Relevance to Theory Building and Research in Marketing. *European Journal of Marketing*, 22(7), 37–64. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000005291>
- Zhang, Y., Lin, W. H., Huang, M., y Hu, X. (2021). Multi-warehouse package consolidation for split orders in online retailing. *European Journal of Operational Research*, 289(3), 1040–1055.

<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.07.004>

Zheng, X. X., y Chang, C. Ter. (2021). Topology design of remote patient monitoring system concerning qualitative and quantitative issues. *Omega (United Kingdom)*, 98, 102137.

<https://doi.org/10.1016/j.omega.2019.102137>

Zhigljavsky, A., y Žilinskas, A. (2008). *Stochastic Global Optimization* (P. M. Pardalos (ed.)). Springer.

Zribi, A., Chtourou, M., y Djemel, M. (2018). A New PID Neural Network Controller Design for Nonlinear Processes. *Journal of Circuits, Systems and Computers*, 27(4), 1–10.

Anexos

Anexo 1. Análisis de los programas estatales

Tabla 26

Clasificación de los programas de acuerdo a la variable atendida en el modelo de Adams.

	Estrategia de Innovación	Gestión del conocimiento	Gestión de proyectos	Gestión de portafolio	Impulsores internos	Organización y estructura	Impulsores externos
Frecuencias	3	8	8	2	27	7	5
Máximo	Impulsores Internos						

Nota. Elaboración Propia (Alfaro-Garcia et al., 2016; Comité Intersectorial para la Innovación, 2011; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015; Development, 2015; OECD y Eurostat, 2005)

Tabla 27

Clasificación de los programas de acuerdo a la variable atendida en el modelo de Oslo.

	Infraestructura y Marco Institucional	Empresa Innovación de Producto	Empresa Innovación de Proceso	Empresa Innovación de Mercadotecnia	Empresa Innovación Organizativa	Políticas de Innovación	Sistema Público de Educación y de Investigación	Otras empresas	Demanda
Frecuencias	22	5	7	1	5	1	11	4	2
Máximo	Infraestructura y Marco Institucional								

Nota. Elaboración Propia. (Alfaro-Garcia et al., 2016; Comité Intersectorial para la Innovación, 2011; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015; Development, 2015; OECD y Eurostat, 2005)

Tabla 28

Clasificación de los programas de acuerdo a la variable atendida en el modelo del Programa Nacional de Innovación.

	Mercado nacional e internacional	Generación de conocimiento con orientación estratégica	Fortalecimiento a la innovación empresarial	Financiamiento a la innovación	Capital humano	Marco regulatorio e institucional
Frecuencias	10	12	3	19	9	5
Máximo	Financiamiento a la Innovación					

Nota. Elaboración Propia. (Alfaro-García et al., 2016; Comité Intersectorial para la Innovación, 2011; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015; Development, 2015; OECD y Eurostat, 2005)

Tabla 29

Clasificación de los programas de acuerdo a la variable atendida en el modelo de Frascati.

	Prototipos	Plantas Piloto	Ingeniería industrial y equipamiento	Producción de prueba
Frecuencias	8	9	12	4
Máximo	Ingeniería Industrial y Equipamiento			

Nota. Elaboración Propia. (Alfaro-García et al., 2016; Comité Intersectorial para la Innovación, 2011; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015; Development, 2015; OECD y Eurostat, 2005)

Anexo 2. Índice Nacional de Innovación Parte 1

Tabla 30

Datos normalizados y estandarizados del índice de Innovación Parte 1

Estado	Instituciones	CapitalHumano eInvestigación	Infraestructura	SofisticacionDe Mercado	SofisticacionDe Negocios	TecnologíaYCon ocimientos	BienesYServicio sCreativos	PuntajeGeneral
Aguascalientes	0.710095712	0.265649553	0.296021938	0.274149908	0.29651265	0.212831585	0.329795473	0.31989974
Baja California	0.509080578	0.349571473	0.275018621	0.28777403	0.28801067	0.281185086	0.311287047	0.319063571
Baja California Sur	0.645301961	0.265284257	0.227329597	0.417405552	0.185101399	0.145505199	0.304824394	0.286624675
Campeche	0.576678331	0.204968367	0.241291961	0.311684765	0.151403751	0.241647342	0.37841794	0.303619038
Coahuila de Zaragoza	0.36015028	0.368210993	0.284630892	0.380261158	0.262324581	0.313104169	0.273139116	0.312118611
Colima	0.641985107	0.275152586	0.340976541	0.30684203	0.104030675	0.184238283	0.268659083	0.280123035
Chiapas	0.547753456	0.189893623	0.250045349	0.135474795	0.099798532	0.163468172	0.173534271	0.206547186
Chihuahua	0.535920811	0.268241293	0.298018434	0.250804847	0.458923376	0.330576032	0.231960476	0.321825003
Durango	0.390135622	0.228529455	0.218402249	0.211011465	0.204379749	0.153540047	0.280307069	0.233707633
Guanajuato	0.682787355	0.353185084	0.239497959	0.261949396	0.325942577	0.361996972	0.252005211	0.339836783
Guerrero	0.264032394	0.157721253	0.254878032	0.172928349	0.212516259	0.170532754	0.179215174	0.193644611
Hidalgo	0.481661916	0.244740357	0.270253156	0.159113753	0.171786223	0.184250462	0.358799945	0.268518142
Jalisco	0.457133772	0.482914408	0.49445285	0.302831744	0.497669702	0.414339926	0.394268544	0.425652365
México	0.487448868	0.516034254	0.498708917	0.241580831	0.34868802	0.332257492	0.25342135	0.355665799
Michoacán de Ocampo	0.372003478	0.247460087	0.297358372	0.12270296	0.177075527	0.23158019	0.169464029	0.221921097
Morelos	0.486984328	0.356591324	0.338318379	0.146643074	0.217785592	0.320916269	0.18128356	0.280182227
Nayarit	0.549228914	0.258265185	0.217190487	0.18248625	0.156273597	0.095976578	0.396931296	0.259571412
Nuevo León	0.675839657	0.472780078	0.303705352	0.527899757	0.465552962	0.407851529	0.40675846	0.448230278
Oaxaca	0.290640173	0.112941067	0.219739275	0.098354788	0.086989271	0.149969818	0.280609955	0.188511401
Puebla	0.418274251	0.341354369	0.244763339	0.223258882	0.304606696	0.434371384	0.35451601	0.350447602
Querétaro	0.664441657	0.322275576	0.233269721	0.465092281	0.331984812	0.261229606	0.294240369	0.340573898
Quintana Roo	0.463322096	0.247466186	0.297337983	0.450219682	0.195874385	0.190046575	0.325238546	0.294243313
San Luis Potosí	0.476591417	0.245334918	0.189454279	0.186580734	0.264339923	0.214652128	0.157775658	0.229337074
Sinaloa	0.612004181	0.276299691	0.202928649	0.243012201	0.359451286	0.196019938	0.34238181	0.303970038
Sonora	0.48816571	0.262971165	0.274990336	0.299935841	0.293289602	0.249661961	0.332521681	0.307481176
Tabasco	0.437107313	0.158512423	0.156114505	0.223275606	0.198128232	0.140719819	0.498048427	0.27700587
Tamaulipas	0.449154425	0.249433132	0.366780556	0.247153042	0.197329758	0.164809271	0.351471481	0.280055279

Tlaxcala	0.481142437	0.19677653	0.251348352	0.118562745	0.077134003	0.186741941	0.219899709	0.214156819
Veracruz de Ignacio de la Llave	0.511909827	0.310085948	0.377666489	0.18616628	0.142094102	0.158951445	0.382640374	0.288190219
Yucatán	0.572237705	0.361252881	0.289360047	0.216822303	0.20002816	0.200469165	0.365374206	0.305430952
Zacatecas	0.458243456	0.193568768	0.089255053	0.069664657	0.161719164	0.10734591	0.446360376	0.235671681

Nota. Elaboración Propia en base a los datos de (Venture Institute et al., 2013)

Anexo 3. Distribución de los capítulos presupuestales.

Tabla 31

Datos normalizados y estandarizados de la inversión estatal de México Parte 2

Estado	BienesMueblesInmueblesIntangibles	InversionPublica	Materialesysuministros	RecursosAsignadosAMunicipios	ServiciosGenerales	ServiciosPersonales	TranferenciasAsignacionesSubsidiosYOtrasAyudas
Aguascalientes	0.332596541	0.89515147	0.173367561	0.25887293	0.08940731	0.04430811	0.48938601
Baja California	0.381496489	0.1890943	0.521262399	0.09037043	0.09932943	0.50510091	0.259564205
Baja California Sur	0.125884047	0.36115689	1	0.25838634	0.15784544	0.08696811	1
Campeche	0.451694987	0.34137792	0.836591188	0.97363327	0.99630058	0.77921436	0.656644698
Coahuila de Zaragoza	0.197504521	0.38257733	0.386978346	0	0.44401391	0.65939582	0.043459671
Colima	0.853398706	0.50650944	0.463555913	1	0.2851143	0.22878626	0.674104636
Chiapas	0.129722768	0.20471048	0.381607691	0.71710081	0.26469131	0.25661474	0.423743869
Chihuahua	0.372068224	0.22680178	0.250966739	0.13410359	0.80267342	0.26539895	0.679249873
Durango	0.505747834	0.42815409	0.262469266	0.15521673	0.2493268	0.86245111	0.274948915
Guanajuato	0.28740554	0.06531801	0.33709184	0.04481989	0.31435868	0.48101152	0.151652658
Guerrero	0.318497294	0.58280021	0.292861972	0.60953942	0.22552635	0.0569133	0.556263234
Hidalgo	0.62585342	0.18074761	0.335214065	0.35570725	0.21229099	0	0.638478627
Jalisco	0.063575278	0	0.520378595	0.16573726	0.05012636	0.52989141	0.188990898
México	0.119087174	0.21712131	0.227823671	0.09830276	0.07073712	0.32075633	0.458294156
Michoacán de Ocampo	0.13106959	0.50528608	0.564617629	0.12864923	0.20524794	0.77696316	0
Morelos	0.450437417	0.12286875	0.442656102	0.26457492	0.28869488	0.03158502	0.618169593
Nayarit	0.032589031	0.12099026	0.597219697	0.717406	0.41064173	0.19803895	0.714057618
Nuevo León	0.490785606	0.10691015	0.489446896	0.37129668	0.49443314	0.34834494	0.709802077
Oaxaca	0.112965149	0.73802002	0.273762757	0.49546643	0.46577933	0.0725621	0.610393461
Puebla	0.408368385	0.09753663	0	0.20664315	0.2454709	0.59888063	0.241859129
Querétaro	0.416678653	0.11545556	0.560687752	0.19618476	0.27606108	0.08083301	0.593593268
Quintana Roo	0.461709683	0.4164134	0.615622575	0.29666377	1	0.12628398	0.72932618
San Luis Potosí	0	0.12465269	0.341336041	0.30766799	0	0.22457757	0.525876782
Sinaloa	0.104706093	0.69493034	0.510102714	0.1043016	0.25524721	0.17345357	0.615558988
Sonora	0.376666237	1	0.532273873	0.12793575	0.33283087	0.33185856	0.600569989
Tabasco	0.385602222	0.00496578	0.739970515	0.77751151	0.32821372	1	0.279639627
Tamaulipas	0.661408013	0.09360383	0.558903603	0.08793412	0.89714046	0.17842742	0.460621242

Tlaxcala	1	0.57497554	0.403128646	0.23045918	0.07889691	0.12171244	0.574362758
Veracruz de Ignacio de la Llave	0.239826905	0.24337742	0.207232401	0.20253014	0.15009109	0.68630138	0.126969549
Yucatán	0.447692533	0.03099902	0.419665873	0.30081128	0.50716312	0.5716599	0.355317125
Zacatecas	0.692582363	0.5297166	0.328121301	0.45294968	0.21053382	0.85830402	0.295651033

Nota. Elaboración propia en base a datos tomados de INEGI 2019.

Anexo 4. Distribución de los capítulos presupuestales ampliados.

Tabla 32

Indicadores de Inversión Pública. Datos normalizados y estandarizados.

<i>Estado</i>	<i>1.InversionPublica</i>	<i>1.1Obra pública en bienes de dominio público</i>	<i>1.2Obra pública en bienes propios</i>	<i>1.3Proyectos productivos y acciones de fomento</i>
<i>Aguascalientes</i>	0.89515147	0.72421128	0	1
<i>Baja California</i>	0.1890943	0.15528886	0.41235852	5.7544E-05
<i>Baja California Sur</i>	0.36115689	0.4838817	0	0.05461786
<i>Campeche</i>	0.34137792	0.46979579	0	0.03027608
<i>Coahuila de Zaragoza</i>	0.38257733	0.41782678	0	0.24840605
<i>Colima</i>	0.50650944	0.61659352	0.16608581	0.06580383
<i>Chiapas</i>	0.20471048	0.29359829	0.0001581	0.02437579
<i>Chihuahua</i>	0.22680178	0.3185377	0.04593739	0.00295302
<i>Durango</i>	0.42815409	0.5214054	0.06513695	0.11586075
<i>Guanajuato</i>	0.06531801	0.02446838	0.25458971	0.03778373
<i>Guerrero</i>	0.58280021	0.77558379	0.04114673	0.02511689
<i>Hidalgo</i>	0.18074761	0.26269484	0.02522747	0.0071406
<i>Jalisco</i>	0	0.00963105	0	0.0570702
<i>México</i>	0.21712131	0.32174229	0	0
<i>Michoacán de Ocampo</i>	0.50528608	0.37918863	0.00845814	0.65344822
<i>Morelos</i>	0.12286875	0.04487246	0.3323682	0.10061129
<i>Nayarit</i>	0.12099026	0.1186997	0.24232321	0.00185088
<i>Nuevo León</i>	0.10691015	0.12199302	0.12168341	0.03523576
<i>Oaxaca</i>	0.73802002	0.79546092	0.06751103	0.38575736
<i>Puebla</i>	0.09753663	0.16510485	0	0
<i>Querétaro</i>	0.11545556	0.12249123	0.05676596	0.09930685
<i>Quintana Roo</i>	0.4164134	0.5579186	0.04789267	0.02017946
<i>San Luis Potosí</i>	0.12465269	0	0.00504508	0.40983724
<i>Sinaloa</i>	0.69493034	0.60907637	0	0.69705524
<i>Sonora</i>	1	1	1	0.06717902
<i>Tabasco</i>	0.00496578	0.04249724	0	0.00278827
<i>Tamaulipas</i>	0.09360383	0.08313425	0.20356692	0.02632326
<i>Tlaxcala</i>	0.57497554	0.77901522	0	0.02359907
<i>Veracruz de Ignacio de la Llave</i>	0.24337742	0.2319891	0	0.25562802
<i>Yucatán</i>	0.03099902	0.03495048	0.06748727	0.04482921
<i>Zacatecas</i>	0.5297166	0.71329347	0.05155856	0.0034628

Nota. Elaboración propia en base a los datos de INEGI 2019

Tabla 33

Indicadores de materiales y suministros. Datos normalizados y estandarizados.

Estado	2.Materiales y suministros	2.1Materiales de administración, emisión de documentos y artículos oficiales	2.2Alimentos y utensilios	2.3Herramientas, refacciones y accesorios menores	2.4Materiales y artículos de construcción y de reparación	2.5Productos químicos, farmacéuticos, laboratorio y materias primas de producción y comercialización	2.6Combustibles, lubricantes y aditivos	2.7Vestuario, blancos, prendas de protección y artículos deportivos	2.8Materiales y suministros para seguridad	2.9Materiales y suministros diversos
Aguascalientes	0.173367561	0.404418179	0.365865053	0.414646902	0.009486502	0.161022188	0.099065079	0.052304889	0.083830028	0.113966364
Baja California	0.521262399	0.033869413	0.251213425	0.457017286	0.475801286	0.427781139	0.370915334	0.33691576	0.219583249	0.034208374
Baja California Sur	1	1	0.745920885	0.945774769	0.379628499	0.139579923	1	0.297841255	0.042497332	0.004321145
Campeche	0.836591188	0.753922022	0.895561733	0.319426179	1	0.470259153	0.239157595	0.405560293	0.178598021	4.19307E-05
Coahuila de Zaragoza	0.386978346	0.268480473	0.348733954	0.257062152	0.085683836	0.870163248	0.283221644	0.324825363	0.258098853	0.199233462
Colima	0.463555913	0.290841825	0.279139654	1	0.142362074	0.195073749	0.421995776	0.476036838	0.716504929	0
Chiapas	0.381607691	0.441192948	0.74607822	0.598781057	0.085059459	0.551641119	0.136079656	0.501803059	0.024058269	0.269077936
Chihuahua	0.250966739	0.362949769	0.165837096	0.401979898	0.063502979	0.021615037	0.055924607	0.188135738	0.005118562	0.484854924
Durango	0.262469266	0.320809386	0.409922899	0	0.111758331	0.134882914	0.268024045	0.248194162	0.000693126	0.02089
Guanajuato	0.33709184	0.424385605	0.33115565	0.477859929	0.127589521	0.286284434	0.257942278	0.400960964	0.310412466	0.003636772
Guerrero	0.292861972	0.701205866	0.124590456	0.550277269	0.066843258	0.287399732	0.211479244	0.12024274	0.127875942	0.030774811
Hidalgo	0.335214065	0.501077976	0.328088259	0.387066256	0.091043857	0.165367676	0.318506573	0.194451822	0.108086268	0.033765435
Jalisco	0.520378595	0.338063689	0.459743773	0.932321058	0.175725451	1	0.263482355	0.428132941	0.239684468	0.250410763
México	0.227823671	0.355466814	0.160221614	0.235701102	0.058977806	0.127068347	0.205635318	0.562633303	0.060102889	0.015202664
Michoacán de Ocampo	0.564617629	0.351191476	0.524441142	0.677131822	0.335010594	0.775787188	0.335873858	0.421898788	0.302619089	0.08655594
Morelos	0.442656102	0.644610113	0.527440021	0.394889829	0.191760916	0.634370285	0.233482557	0.453857889	0.097254337	0.091479828
Nayarit	0.597219697	0.338634422	0.496777621	0.899517174	0.279716147	0.083690483	0.486427727	0.46251299	0.183193764	0.150080547
Nuevo León	0.489446896	0.569261918	0.432789347	0.661784347	0.095232513	0.872012464	0.346301348	0.380563727	0.407810277	0.10554269
Oaxaca	0.273762757	0	0	0.027846413	0.00015236	0	0.269149677	0.361093647	0.131176062	0.5226517
Puebla	0	0.088793069	0.096919913	0.139234016	0	0.143655747	0	0.076094532	0.114766832	0.007468851
Querétaro	0.560687752	0.44134129	0.204442381	0.621769762	0.354797019	0.574029758	0.353321693	0.711906201	0.156476557	0.055725556
Quintana Roo	0.615622575	0.435055444	1	0.289850085	0.264243151	0.040848589	0.529251849	0.543771421	0.572993755	0.094300913
San Luis Potosí	0.341336041	0.493166811	0.34402371	0.288345915	0.197279768	0.617626797	0.162318038	0.170706347	0.529171089	0.046251582
Sinaloa	0.510102714	0.260592034	0.145328892	0.288790703	0.16488225	0.857206101	0.531502811	0.226628621	0.62515705	0.032840414
Sonora	0.532273873	0.327334868	0.344216615	0.7899524	0.063626565	0.095672489	0.633622961	0.428240031	0.083271533	0.085258874
Tabasco	0.739970515	0.71011021	0.485573853	0.365544088	0.351605961	0.660244403	0.325570964	1	1	0.446910877
Tamaulipas	0.558903603	0.441031084	0.373382592	0.386973055	0.161220943	0.320187825	0.200800874	0	0.084274632	1
Tlaxcala	0.403128646	0.872112217	0.526161603	0.306781429	0.140642132	0.052963213	0.291974098	0.40810786	0.093159419	0.00869983

Veracruz de Ignacio de la Llave	0.207232401	0.329339139	0.090046968	0.350423383	0.13491862	0.221541578	0.11944978	0.031810267	0	0.098252072
Yucatán	0.419665873	0.305176423	0.46335506	0.193550965	0.259619316	0.294431314	0.105962446	0.140396019	0.73163003	0.512637031
Zacatecas	0.328121301	0.593559554	0.343322782	0.463463722	0.021818146	0.033253857	0.363632158	0.124484034	0.011296316	0.032041116

Nota. Elaboración propia en base a los datos de INEGI 2019

Tabla 34

Indicadores de Recursos asignados a municipios. Datos normalizados y estandarizados.

Estado	3.RecursosAsignadosA Municipios	3.1Participaciones	3.2Aportaciones federales, ramo general 33	3.3Recursos reasignados a municipios
Aguascalientes	0.25887293	0.37508275	0.03526656	0.07466822
Baja California	0.09037043	0.16816754	0	0.05924479
Baja California Sur	0.25838634	0.44630721	0.01748215	0.03440056
Campeche	0.97363327	1	0.29726778	0.24063631
Coahuila de Zaragoza	0	0.06724333	0.02911575	0.0040498
Colima	1	0.3454713	0.01664929	1
Chiapas	0.71710081	0.06331912	1	0.07194527
Chihuahua	0.13410359	0.15353321	0.11647951	0.0275168
Durango	0.15521673	0.11210383	0.19850423	0.01727323
Guanajuato	0.04481989	0.01644757	0.14700767	0
Guerrero	0.60953942	0	0.69453297	0.24111687
Hidalgo	0.35570725	0.12574268	0.28461137	0.17658501
Jalisco	0.16573726	0.31897844	0.0424153	0
México	0.09830276	0.13265091	0.07180324	0.03707237
Michoacán de Ocampo	0.12864923	0.07963007	0.21095441	0
Morelos	0.26457492	0.16760218	0.08942493	0.1951783
Nayarit	0.717406	0.33362507	0.17528853	0.54087064
Nuevo León	0.37129668	0.25027721	0.01679142	0.31943356
Oaxaca	0.49546643	0.11170402	0.7110718	0.00593461
Puebla	0.20664315	0.05341003	0.34959763	0
Querétaro	0.19618476	0.31230604	0.09322131	0
Quintana Roo	0.29666377	0.17017446	0.16318571	0.17133559
San Luis Potosí	0.30766799	0.24956379	0.31491883	0
Sinaloa	0.1043016	0.18878388	0.07366143	0
Sonora	0.12793575	0.25718654	0.03420655	0.00848715
Tabasco	0.77751151	0.82781513	0.19319539	0.22195619
Tamaulipas	0.08793412	0.14174886	0.0664834	0.02207825
Tlaxcala	0.23045918	0.19036388	0.1641998	0.07584936
Veracruz de Ignacio de la Llave	0.20253014	0.05731176	0.33994082	0
Yucatán	0.30081128	0.25694717	0.29800181	0
Zacatecas	0.45294968	0.41561157	0.22276212	0.12292184

Nota. Elaboración propia en base a los datos de INEGI 2019

Tabla 35

Indicadores de Servicios personales. Datos normalizados y estandarizados. x

Estado	4.Servicios Personales	4.1 Remuneraciones al personal	4.2 Remuneraciones adicionales y especiales	4.3 Seguridad social	4.4 Otras prestaciones sociales y económicas	4.5 Previsiones	4.6 Pago de estímulos a servidores públicos
Aguascalientes	0.04430811	0.0452816	0.19896364	0.06501295	0.03706126	0	0.01896805
Baja California	0.50510091	0.15493785	0.85041486	0.35916966	0.5222343	0	0.01843836
Baja California Sur	0.08696811	0.03362686	0.15769561	0.32243849	0.00459467	0	0.03428329
Campeche	0.77921436	1	0	0	0	0	0
Coahuila de Zaragoza	0.65939582	0.85919194	0	0	0	0	0
Colima	0.22878626	0.10942346	0.33214454	0.13829279	0.23855542	0	0.20605882
Chiapas	0.25661474	0.38585269	0	0	0	0	0
Chihuahua	0.26539895	0.16806212	0.60727912	0.07903853	0.06474001	0	0.08213664
Durango	0.86245111	0.52663856	0.69240898	0.23827302	0.6269389	0	0.68503643
Guanajuato	0.48101152	0.26111118	0.4845557	0.20064937	0.51937312	0	0.15046767
Guerrero	0.0569133	0.01535652	0.3168708	0.04842758	0.09422508	0	0.00899664
Hidalgo	0	0	0.25995654	0.01430341	0.02134352	0	0
Jalisco	0.52989141	0.39954653	0.41024386	0.23786411	0.23354176	1	0.06709038
México	0.32075633	0.18998747	0.39670076	0.13618471	0.27050151	0.80452198	0.02730562
Michoacán de Ocampo	0.77696316	0.42812851	0.53052901	0.25166356	1	0	0.13067493
Morelos	0.03158502	0.02547645	0.15549504	0.06916401	0.09403691	0	0.00111687
Nayarit	0.19803895	0.09120508	0.28347892	0.04745305	0.35872433	0.19141812	0.06683092
Nuevo León	0.34834494	0.26194739	0.25609267	0.12503389	0.35373042	0	0.04454142
Oaxaca	0.0725621	0.05000639	0.15147851	0.01825763	0.20331377	0.07169599	0.02460772
Puebla	0.59888063	0.29415888	0.62339175	0.25300384	0.57100268	0	0.37919914
Querétaro	0.08083301	0.08909555	0.14817264	0.06358302	0.08369263	0	0.01075522
Quintana Roo	0.12628398	0.05561362	0.36754934	0.05675762	0.14971805	0	0.05403591
San Luis Potosí	0.22457757	0.15659607	0.17674474	0.10960849	0.31526705	0	0.0405017
Sinaloa	0.17345357	0.07762816	0.35407553	0.07831659	0.21631529	0.07062095	0.09979475
Sonora	0.33185856	0.27522412	0.13862328	0.28560675	0.20786911	0	0.01933651
Tabasco	1	0.58245752	1	0.29395719	0.4902281	0	1
Tamaulipas	0.17842742	0.0264467	0.35521109	0.0645852	0.32414934	0.24436057	0.24237027
Tlaxcala	0.12171244	0.05092735	0.30314865	0.09503564	0.19050038	0	0
Veracruz de Ignacio de la Llave	0.68630138	0.41117707	0.41924666	0.19340345	0.64878414	0	0.63176579
Yucatán	0.5716599	0.44442855	0.39654083	0.21239437	0.16624357	0	0.54669132
Zacatecas	0.85830402	0.30719035	0.71089558	1	0.58167064	0	0.56558915

Nota. Elaboración propia en base a los datos de INEGI 2019

Tabla 36

Indicadores de Transferencias, Asignaciones, Subsidios y otras ayudas. Datos normalizados y estandarizados.

Estado	5.1TransferenciasAsignacionesSubsidiosOtrasAyudas	5.2Transferencias internas y asignaciones al sector público	5.3Ayudas sociales	5.4Subsidios y subvenciones	5.5Pensiones y jubilaciones
Aguascalientes	0.48938601	0.49128365	0	0	0.00010088
Baja California	0.259564205	0.26062594	0.01583612	0	0.00426866
Baja California Sur	1	1	0.06018445	0	0.01406252
Campeche	0.656644698	0.65868475	0	0	0
Coahuila de Zaragoza	0.043459671	0.04320251	0	0	0.01875018
Colima	0.674104636	0.61817728	0.05187426	0	0.59184533
Chiapas	0.423743869	0.42559919	0	0	0
Chihuahua	0.679249873	0.5847307	0	0	1
Durango	0.274948915	0.25930122	1	0	0.01583214
Guanajuato	0.151652658	0.14942339	0.1143696	0.00457784	0.02044782
Guerrero	0.556263234	0.55118389	0.44398246	0	0
Hidalgo	0.638478627	0.62753408	0.26144593	0	0.09137474
Jalisco	0.188990898	0.18867411	0.12457043	0	0.00011095
México	0.458294156	0.4378029	0.29042814	1	0.00183557
Michoacán de Ocampo	0	0	0.08370071	0	0.00198859
Morelos	0.618169593	0.59700272	0.16101721	0	0.21354248
Nayarit	0.714057618	0.69453394	0.27269093	0	0.17898118
Nuevo León	0.709802077	0.66528157	0.19754956	0	0.45011044
Oaxaca	0.610393461	0.60708065	0.22924103	0	0.01740924
Puebla	0.241859129	0.24146389	0.12956908	0	0.00053683
Querétaro	0.593593268	0.57978391	0	0	0.16359356
Quintana Roo	0.72932618	0.7215477	0.62286828	0	0
San Luis Potosí	0.525876782	0.52691139	0.00958319	0	0.00776341
Sinaloa	0.615558988	0.60043103	0.09407175	0	0.16198262
Sonora	0.600569989	0.60246888	0.00609743	0	0
Tabasco	0.279639627	0.28032061	0	0	0.01097597
Tamaulipas	0.460621242	0.46219171	0	0	0.00325232
Tlaxcala	0.574362758	0.57633755	0	0	0
Veracruz de Ignacio de la Llave	0.126969549	0.12352246	0.01439763	0	0.05010214
Yucatán	0.355317125	0.3226307	0.38853227	0	0.29330858
Zacatecas	0.295651033	0.28626993	0.70224781	0	0

Nota. Elaboración propia en base a los datos de INEGI 2019

Tabla 37

Indicadores de Bienes muebles, inmuebles e intangibles. Datos normalizados y estandarizados.

<i>Estado</i>	<i>6.BienesMueblesInmueblesEIntangibles</i>	<i>6.1Mobiliario y equipo de administración</i>	<i>6.2Mobiliario y equipo educativo y recreativo</i>	<i>6.3Vehículos y equipo de transporte</i>	<i>6.4Equipo de defensa y seguridad y equipo e instrumental médico y laboratorio</i>	<i>6.5Maquinaria, otros equipos y herramientas</i>	<i>6.6Activos biológicos</i>	<i>6.7Bienes inmuebles</i>	<i>6.8Activos intangibles</i>	<i>6.9Bienes muebles, inmuebles e intangibles diversos</i>
Aguascalientes	0.33259654	0.27680911	0.04683653	0.57587194	0.12481476	0.18001962	0	0.02101218	0.2402982	0
Baja California	0.38149649	0.63308325	0.31823416	0.2540569	0.32944287	0.29714925	0.04143092	0.06494207	0.10105532	0
Baja California Sur	0.12588405	0.14458086	0.2876489	0.18803085	0	0.03010356	0	0	0.13178855	0
Campeche	0.45169499	0	0	0	0	0	0	0	0	0.906795
Coahuila de Zaragoza	0.19750452	0	0	0	0	0	0	0	0	0.39945188
Colima	0.85339871	0.85897427	0.46300154	0.73831898	0.68949894	0.51778085	0	0.0789302	1	0
Chiapas	0.12972277	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26416511
Chihuahua	0.37206822	0.86391565	0.33721666	0.19373287	0.73040822	0.08282575	0	0.02557429	0.09277165	0
Durango	0.50574783	1	0.47867641	0.14022373	0.0007439	0.00683741	0	1	0.02866023	0
Guanajuato	0.28740554	0.6793437	0.36957809	0.21226073	0.18556888	0.05382027	0	0.19181251	0	0
Guerrero	0.31849729	0.28776238	0.05859339	0.68193757	0.17912622	0.04218857	0.00747118	0.16096999	2.8182E-05	0
Hidalgo	0.62585342	0.49473939	0.06848258	0.44441914	0.9244226	0.27588229	1	0.62414256	0.0678874	0
Jalisco	0.06357528	0.16927211	0.23389696	0.0211611	0.00021199	0.03400648	0.01513943	3.9645E-05	0.02660662	0
México	0.11908717	0.41498859	0.02742142	0.14330561	0.00832944	0.04098705	0	0	0.00095828	0
Michoacán de Ocampo	0.13106959	0.44304959	0.04735457	0.15311347	0.07081758	0.02495299	0.0168019	0	0.00023276	5.2333E-06
Morelos	0.45043742	0.57837018	0.12648475	0.38488899	0.06853305	0.34129744	0.0818457	0.11425097	0.47850381	0
Nayarit	0.03258903	0.12006466	0.05522708	0.00279509	0.00822894	0.01571895	0	0	0.02798124	0
Nuevo León	0.49078561	0.87319938	0.07758304	0.71665569	0.26358063	0.24524531	0	0.05159224	0.07946267	0
Oaxaca	0.11296515	0.13225392	0.05856437	0.15550458	0.15025709	0.01263055	0	0.03729755	0.06342392	0
Puebla	0.40836838	0.19574801	0.55771034	0.17974277	9.1894E-06	0.1923447	0	0.8023128	0.01058942	0
Querétaro	0.41667865	0.56524602	0.06770828	0.49957416	0.22684319	0.23944864	0	0	0.39809547	0
Quintana Roo	0.46170968	0.64154736	1	0.36074064	0.93192762	0.09944101	0	0	0.09612282	0

San Luis Potosí	0	0.00132579	0	0	0	0.00133795	0	0.00709866	0	0
Sinaloa	0.10470609	0.30605906	0.25847829	0.00437119	0.00707119	0.08986486	0	0	0.03448467	0
Sonora	0.37666624	0.76300001	0.07260181	0.4479495	0.15537944	0.25677331	0	0.03604906	0.0385971	0
Tabasco	0.38560222	0.79630164	0.49450936	0.50819275	0.32426099	0.10868773	0	0	0.00939304	0
Tamaulipas	0.66140801	0.74695211	0.60663459	1	0.26857101	0.42821656	0	0.0095329	0.17605853	0.00277816
Tlaxcala	1	0.61485442	0.3967714	0.26520748	1	0.31908839	0	0.01950298	0.18708793	1
Veracruz de Ignacio de la Llave	0.2398269	0	0	0	0	0	0	0	0	0.48392385
Yucatán	0.44769253	0.85694596	0.40885784	0.72140953	0.14850106	0.14737585	0	0.01257251	0.06585598	0
Zacatecas	0.69258236	0.98787816	0.31831391	0.36736815	0.20421134	1	0.01636134	0.05655568	0.04251204	0

Nota. Elaboración propia en base a los datos de INEGI 2019

Tabla 38

Indicadores de Servicios generales. Datos normalizados y estandarizados.

Estado	7.ServiciosG enerales	7.1Servicios básicos	7.2Servicios de arrendamie nto	7.3Servicios profesionale s, científicos, técnicos y otros servicios	7.4Servicios financieros, bancarios y comerciales	7.5Servicios de instalación, reparación, mantenimie nto y conservació n	7.6Servicios de comunicació n social y publicidad	7.7Servicios de traslado y viáticos	7.8Servicios oficiales	7.9Otros servicios generales
Aguascalientes	0.08940731	0.22282761	0.10094144	0.1194134	0.06577543	0.29301323	0.14527056	0.07829287	0.10674399	0.0132331
Baja California	0.09932943	0.71481442	0.07165575	0.07135492	0.02838503	0.37509927	0.11569726	0.2221551	0.05085127	0
Baja California Sur	0.15784544	0.3957546	0.17157885	0.09075171	0.06713406	0.21341967	0.26030498	0.32876251	0.3958396	0.0009164
Campeche	0.99630058	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Coahuila de Zaragoza	0.44401391	0	0	0	0	0	0	0	0	0.51018037
Colima	0.2851143	0.71655387	0.08560723	0.24031784	0.05790257	0.39859995	0.13477286	0.18517153	0.24055303	0.06938846
Chiapas	0.26469131	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35114027
Chihuahua	0.80267342	0.69672659	0.28699999	0.29088235	1	0.79087612	0.81363059	0.4339334	0.35040251	0.00091866
Durango	0.2493268	0.54344287	0.28334924	0.1054336	0.19469137	0.2531733	0.21165795	0.44611391	0.49653977	0.00342199
Guanajuato	0.31435868	0.33503318	0.14647726	0.53118419	0.0287021	0.34114315	0.09434845	0.07755553	0.10667365	0.05255581
Guerrero	0.22552635	0.20312038	0.24628056	0.15414098	0.08587538	0.19649743	0.29980377	1	0.13596187	0.0190817
Hidalgo	0.21229099	0.28511563	0.20235701	0.13098046	0.11621716	0.29330065	0.10316448	0.24608312	0.33333041	0.065921
Jalisco	0.05012636	0.47264186	0.0701216	0.04398561	0.08700912	0.26179652	0.03335364	0.20931897	0.12408708	0.0041868
México	0.07073712	0.16544709	0.06367902	0.16336065	0.0373336	0.13034141	0.03567379	0.05333622	0.11073546	0.04484305
Michoacán de Ocampo	0.20524794	0.40264125	0.33772165	0.05576156	0.04672569	0.08566435	0.06556319	0.53885112	0.0930259	0.10903621
Morelos	0.28869488	0.33165136	0.16910367	0.1776418	0.07262276	0.16362506	0.55803735	0.08797909	0.64478178	0.0139362
Nayarit	0.41064173	0.27519843	0.22101907	0.08330771	0.26334404	0.05153696	0.19694329	0.64927137	0.75846057	0.17010683
Nuevo León	0.49443314	0.64079286	0.47365308	0.16005987	0.18696189	0.76914013	0.42478231	0.09154944	0.26987456	0.08698609
Oaxaca	0.46577933	0.24027694	0.26742996	0.15229468	0.34955808	0.18331407	0.26849718	0.24515887	0.18004673	0.19889675
Puebla	0.2454709	0.23847603	0.10404783	0.29236778	0.16740827	0.17306417	0.02119204	0.09647284	0.60585495	0.06004816
Querétaro	0.27606108	0.36590782	0.23039793	0.19534798	0.0309173	0.33009834	0.2703081	0.07638347	1	0.01836161
Quintana Roo	1	0.49439392	1	1	0.02399219	0.21700522	1	0.4084696	0.92783174	0.03718045

San Luis Potosí	0	0.19826566	0.11202053	0.01196603	0.03635768	0.10461385	0.06426943	0.10083608	0.04256728	0.02805307
Sinaloa	0.25524721	0.41420978	0.30362954	0.06972294	0.38286187	0.20850781	0.19246318	0.77689514	0.05599513	0.01095212
Sonora	0.33283087	0.66748436	0.51244093	0.17099802	0.06173384	0.54061068	0.2231891	0.36850922	0.3296606	0.01946915
Tabasco	0.32821372	0.6650742	0.24336756	0.1217243	0.07939114	0.5218652	0.149626	0.3497985	0.06394615	0.11568055
Tamaulipas	0.89714046	1	0.41678561	0.6488536	0.19778316	0.34061991	0.63969533	0.87856087	0.80199613	0.14012885
Tlaxcala	0.07889691	0.2916759	0.04311749	0.10968428	0.03218858	0.38155453	0.1329651	0.06782679	0.25866827	0.00075762
Veracruz de Ignacio de la Llave	0.15009109	0.38948213	0.18511387	0.11320695	0.13657476	0.17433697	0.03714154	0.27100167	0.3897584	0.02788847
Yucatán	0.50716312	0.85411205	0.38619007	0.17693316	0.06128371	1	0.32050482	0.35571145	0.42501729	0.09231811
Zacatecas	0.21053382	0.48283651	0.11426099	0.12573334	0.05871461	0.14878498	0.41330638	0.34943686	0.39929199	0.0051286

Nota. Elaboración propia en base a los datos de INEGI 2019

Anexo 5. Matriz de congruencia.

La matriz de congruencia permite establecer de manera gráfica una relación estrecha entre las variables y el planteamiento del problema.(Hernández Sampieri et al., 2006)

Tabla 39

Matriz de Congruencia.

Planteamiento del problema						
Justificación	Objetivo	Descripción del problema	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Autores
En la actualidad, la innovación es considerada como uno de los factores básicos para el desarrollo en los países avanzados. Debe ayudar a detectar la necesidad de nuevos procesos y servicios de mayor calidad, generando nuevas prestaciones con el menor coste posible. A partir de la segunda mitad de los años noventa, los modelos económicos han establecido como	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar si la forma en la que el Sistema Estatal de Innovación distribuye los recursos produce un aumento significativo en el índice de innovación del estado de Michoacán</p> <p>Objetivos</p>	El estado de Michoacán se encuentra en uno de los últimos lugares de competitividad del país, quedando arriba solo de Chiapas, Oaxaca y Guerrero. Este índice está dado por diez subíndices, conservando el de innovación constante, utilizado no solo para medir la competitividad a nivel nacional, sino también a nivel mundial. Es importante señalar que el estado de Querétaro, quien ocupa el quinto lugar de competitividad, logra posicionarse gracias a los estímulos enfocados a la innovación. En el año 2014 fue señalado como el segundo	<p>Hipótesis General:</p> <p>La forma en la que el Sistema Estatal de Innovación distribuye los recursos no produce un aumento significativo en el índice de innovación del estado de</p>	<p>Variable Dependiente:</p> <p>Índice de Innovación</p>	<p>Instituciones</p> <p>Capital Humano e Investigación</p> <p>Infraestructura</p> <p>Sofisticación de Mercado</p> <p>Sofisticación de Negocios</p>	<p>Secretaría de Economía (2013)</p>

<p>factores críticos el conocimiento, la formación y el capital intelectual, marcando la economía basada en el conocimiento. (Del Castillo Hermosa, Díez Fuente, & Innovatec, 2006)</p> <p>Esta economía se generó debido al rápido desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones, que están contribuyendo a crear la Sociedad de la Información. De acuerdo a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), más del 50% del PIB se genera sobre la base de las inversiones en productos y servicios de alta tecnología, fundamentalmente en las tecnologías de la información y las comunicaciones. (Confederación Empresarial de Madrid, 2001)</p> <p>Jim Yong Kim,</p>	<p>Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar si el Sistema Estatal de Innovación está formado de manera sólida 2. Determinar si los programas de fomento a la innovación en el estado tienen resultados medibles 3. Determinar si los programas de fomento a la innovación en el estado tienen un impacto significativo en el índice de innovación en el estado 4. Determinar si el Sistema Estatal de Innovación de Michoacán contempla todas las variables necesarias en la distribución de 	<p>estado con mayor número de empresas e instituciones dedicadas a la producción científica y tecnológica y como el tercer estado con mayor cantidad de investigadores y patentes. (IMCO, 2016)</p> <p>Michoacán, entre 2012 y 2013 contaba con cuatro instituciones con programas de doctorado en el estado que cuentan con el reconocimiento de CONACYT, se encontraba ubicado en el décimo lugar de cantidad de investigadores miembros del SNI con 624 investigadores, contaba con el 89.3% del total de población de usuarios de la telefonía móvil, con 12 patentes registradas en el año 2012, con 1543 becas vigentes nacionales del CONACYT en 2013 de las cuales 832 fueron nuevas, con 33 proyectos que solicitando fondos mixtos de apoyo a la investigación científica y tecnológica, de los cuales 15 fueron aprobados resultando un total de inversión de 14.5 millones de pesos, con una eficiencia de innovación de 0.90 colocando al estado en el lugar 19 de 32, y reportando buenos niveles en infraestructura con el</p>	<p>Michoacán</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El Sistema Estatal de Innovación está formado de manera sólida 2. Los programas de fomento a la innovación en el estado tienen resultados medibles 3. Los programas de fomento a la innovación en el estado no tienen un impacto significativo en el índice de 	<p>Tecnología y Conocimientos</p> <p>Bienes y Servicios Creativos</p> <hr/> <p>Inversión pública</p> <p>Materiales y Suministros</p> <p>Recursos Asignados a Municipios</p> <p>Servicios personales</p> <p>Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas</p> <p>Bienes muebles, inmuebles e intangibles</p>	<p>Economía (2013)</p> <p>Secretaría de Economía (2013)</p> <p>Secretaría de Economía (2013)</p> <hr/> <p>Secretaría de Economía (2013)</p>
---	--	---	---	--	---

<p>presidente del Banco Mundial señala que, a través de la inclusión, la eficiencia y la innovación, el acceso a las tecnologías digitales, brinda oportunidades que antes estaban fuera del alcance de los sectores desfavorecidos. También facilitan la participación de las mujeres en el mercado laboral al igual de que crea la posibilidad de que el 80% de las personas con discapacidad lleven vidas más productivas. Así, se impulsa la productividad y se reduce la desigualdad, se generan más empleos y mejores servicios. (Banco Mundial, 2016) Michoacán cuenta incluso con una agenda de innovación en la cual se establece como objetivo ubicar a Michoacán dentro de los primeros cinco estados con mayor índice de innovación en el país, a</p>	<p>recursos para lograr un aumento significativo del índice de innovación en el estado</p> <p>5. Determinar si es posible lograr un aumento significativo del índice de innovación en el estado de Michoacán invirtiendo la misma cantidad de recursos, pero distribuidos de manera eficiente.</p>	<p>lugar 10. De esta forma para el año 2014, Michoacán quedó ubicado dentro de los últimos cinco estados con respecto al subíndice de innovación. Estos índices bajos tanto federales como estatales se conservan a pesar de los programas e incentivos de fomento a la innovación que se encuentran operando en la actualidad (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015; IMCO, 2016; OECD,2009;Venture Institute, 2013)</p> <p>De acuerdo a un análisis realizado a los proyectos y programas para el impulso a la innovación que actualmente se encuentran activos y prioritarios en el estado de Michoacán y a distintos modelos de innovación, se encuentra que en el estado se está dando impulso de forma notablemente mayor al factor de infraestructura, mientras que el resto de los factores quedan descuidados algunos casi por completo. Tomando también como referencia los cuatro planes de desarrollo estatal que se han aplicado desde el año 2003 en el estado se puede observar que mientras en los tres</p>	<p>innovación en el estado</p> <p>4. El Sistema Estatal de Innovación de Michoacán no contempla todas las variables necesarias en la distribución de recursos para lograr un aumento significativo del índice de innovación en el estado.</p> <p>5. Es posible lograr un aumento significativo del índice de innovación</p>	<p>Servicios generales</p>	<p>Secretaría de Economía (2013)</p>
---	--	--	---	----------------------------	--------------------------------------

<p>fin de lograr proporcionar una mejor calidad de vida a sus habitantes. (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015) La modificación realizada a la Ley de Ciencia y Tecnología publicada en el diario oficial el 12 de junio del 2009, contempla a la innovación como un “elemento trascendente y de vinculación que permitirá el incremento de la productividad y competitividad de los sectores productivos y de servicios”.(Comité Intersectorial para la Innovación, 2011)</p>	<p>primeros que comprenden desde 2003 hasta 2015 no se contempla a la innovación como un factor de desarrollo por lo cual no se incluye dentro de los planes, y es hasta el último con periodo 2015-2021 que la innovación aparece como una prioridad, con objetivos y líneas estratégicas bien definidas. El impacto de lo anterior en el desarrollo económico del estado resulta muy visible al analizar los indicadores de bienestar estatales que proporciona el INEGI. El Porcentaje de Población en Pobreza Extrema (Figura 1 Figura 4) permite observar claramente el efecto.(Activities, 2015; Alfaro-Garcia, Gil-lafuente, & Alfaro-Calderón, 2016; Comité Intersectorial para la Innovación, 2011; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015; OECD & Eurostat, 2007)</p>	<p>en el estado de Michoacán invirtiendo la misma cantidad de recursos, pero distribuidos de manera eficiente</p>
---	---	---

Nota. Elaboración propia.

Anexo 6. Operacionalización de variables

La operacionalización de las variables es el proceso en el cual se traducen las variables y conceptos, a indicadores verificables y medibles.

Esta operacionalización se fundamenta en la definición real y operacional de la variable. (Hernández Sampieri et al., 2006; Monje Álvarez, 2011)

Tabla 40

Operacionalización de variables.

<i>Planteamiento del problema</i>			<i>Hipótesis</i>	<i>Variables</i>	<i>Definición Real</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Descripción del indicador</i>	<i>Fuente</i>	<i>Escala</i>	
<i>Justificación</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Descripción del problema</i>										
En la actualidad, la innovación es considerada como uno de los factores básicos para el desarrollo en los países avanzados. Debe ayudar a detectar la necesidad de nuevos procesos y servicios de mayor calidad, generando nuevas prestaciones con el menor coste posible. A partir de la segunda	Objetivo General: Determinar el impacto de una redistribución de recursos en el índice de innovación en el estado de Michoacán	Actualmente, Suiza ocupa el primer lugar a nivel mundial en el ranking de innovación, seguido por Suecia y Noruega. Los dos primeros países comparten la característica de emplear dos o más modelos de innovación, uno de ellos apoyando el desarrollo de empresas privadas	Hipótesis General: Una redistribución de recursos impactará de forma positiva y significativa al índice estatal de innovación.	Variable Dependiente: Índice de Innovación	Índice que captura la riqueza en innovación de la sociedad	Índice en el cual los factores de innovación están en continua evaluación y provee una herramienta clave y base de datos sustancial de medidas detalladas para refinar las políticas de innovación.	PILAR INSTITUCIONES	Seguridad	Índice compuesto de número de personas que votan, consistencia política y número de homicidios	IFE	Estatal	
	Objetivos Específicos: 1. Conocer el impacto de una distribución de recursos en el pilar de Entradas del índice			Hipótesis Específicas: 1. El impacto de una distribución de recursos					Eficiencia de gobierno	Gobierno eficiente y eficaz, Índice de competitividad estatal	IMCO	Estatal
									Libertad de prensa y violencia	Personas desaparecidas, torturadas o con trato cruel, agravio a periodistas de Enero a Abril 2013	Comisión de Derechos Humanos, Sistema Nacional de Alerta	Estatal

mitad de los años noventa, los modelos económicos han establecido como factores críticos el conocimiento y el capital intelectual, marcando la economía basada en el conocimiento . (Del Castillo Hermosa, Díez Fuente, & Innovatec, 2006) Esta economía se generó debido al rápido desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones, que están contribuyendo a crear la Sociedad de la Información. De acuerdo a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo	estatal de innovación 2. Conocer el impacto de una distribución de recursos en el pilar de Gestión del Conocimiento del índice estatal de innovación 3. Conocer el impacto de una distribución de recursos en el pilar de Estrategia del índice estatal de innovación 4. Conocer el impacto de una distribución de recursos en el pilar de Organización y Cultura del índice estatal de innovación 5. Conocer el impacto de una distribución de recursos en el pilar de Gestión de Portafolio	mientras que el otro apoya la innovación como objetivo socializar el conocimiento y los nuevos procesos a fin de crear un sistema cooperativo para aumentar el desarrollo económico del país y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Un factor compartido por los países que se encuentran en los primeros lugares del ranking es que buscan el equilibrio entre la inversión pública y privada, ya que la inversión pública puede absorber riesgos mientras que la privada	en el pilar de Entradas del índice estatal de innovación es positivo y significativo. 2. El impacto de una distribución de recursos en el pilar de Gestión del Conocimiento del índice estatal de innovación es positivo y significativo. 3. El impacto de una distribución de recursos en el pilar de Estrategia del índice estatal de innovación es positivo y significativo. 4. El impacto	PILAR CAPITAL HUMANO E INVESTIGACIÓN	Calidad de la regulación	Índice de regulación básica	INAFED- Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal Índice de competitividad, IMCO	Municipal
					Estado de Derecho	Sistema de derecho confiable y objetivo		Estatad
					Facilidad para abrir una empresa	Variable facilidad de abrir una empresa de Doing Buissness México	Doing Business Mexico- World Bank 2012	Estatad
					Facilidad para pagar impuestos	Promedio de respuesta a pregunta: ¿Qué tan fácil considera es hacer las declaraciones fiscales?	Encuesta RENIECYT	Estatad
					Gasto en educación por alumno	Gasto en educación por estudiante en 2010	Centro de investigación económica presupuestaria, CIEP	Estatad
					Nivel educativo	Años promedio de educación de la población 2010	INEGI-Censo de Población y Vivienda	Localidad
					Resultados examen PISA	Ranking de resultados al examen PISA 2009	SEP	Estatad
					Calidad educativa	Proporción alumno/maestro de	SEP	Localidad

<p>Económico (OCDE), más del 50% del PIB se genera sobre la base de las inversiones en productos y servicios de alta tecnología, fundamentalmente en las tecnologías de la información y las comunicaciones. (Confederación Empresarial de Madrid, 2001) Jim Yong Kim, presidente del Banco Mundial señala que, a través de la inclusión, la eficiencia y la innovación, el acceso a las tecnologías digitales, brinda oportunidades que antes estaban fuera del alcance de los sectores desfavorecidos. También facilitan la participación</p>	<p>del índice estatal de innovación 6. Conocer el impacto de una distribución de recursos en el pilar de Gestión de Proyecto del índice estatal de innovación 7. Conocer el impacto de una distribución de recursos en el pilar de Comercialización del índice estatal de innovación</p>	<p>tiene el capital para innovar. (Government Offices of Sweden, 2012; Henry, 2003; Hippel & Krogh, 2003; Swiss Confederation, 2015; Tidd, 2006) Es natural considerar que la única razón por la que Suiza ocupa el primer lugar en innovación es por la cantidad de recursos que se invierten en este país para la investigación y el desarrollo, pues el gasto interno bruto en I+D es de 1703.91 PPA\$ en contraste con el de Chile por ejemplo, que es el primer país del bloque latinoamericano, ubicado</p>	<p>de una distribución de recursos en el pilar de Organización y Cultura del índice estatal de innovaciones positivo y significativo. 5. El impacto de una distribución de recursos en el pilar de Gestión de Portafolio del índice estatal de innovaciones positivo y significativo. 6. El impacto de una distribución de recursos en el pilar de Gestión de Proyecto</p>	<p>educación media superior en 2009</p>	Grado aprobado nivel superior, % de mayor a 18	Porcentaje de la población con 18 años o más con educación superior	SEP	Localidad
					Maestrías y doctorados	Maestros y doctores entre población	INEGI 2009	Localidad
					Estudiantes en el extranjero	Estudiantes en el extranjero becados por el CONACYT, promedio de 1996 a 2011	INEGI-CONACYT	Estatad
					Número de investigadores miembros del SIN	Número de personas pertenecientes al SIN	CONACYT	Estatad
					Inversión en IyD	Monto de fondos mixtos del CONACYT en 2011	CONACYT	Estatad
					Calidad de Institutos de Investigación	Promedio de respuesta a pregunta ¿Cómo calificaría la calidad de las instituciones científicas de su ciudad?	Encuesta RENIECYT	Estatad

<p>de las mujeres en el mercado laboral al igual de que crea la posibilidad de que el 80% de las personas con discapacidad lleven vidas más productivas. Así, se impulsa la productividad y se reduce la desigualdad, se generan más empleos y mejores servicios. (Banco Mundial, 2016) Michoacán cuenta incluso con una agenda de innovación en la cual se establece como objetivo ubicar a Michoacán dentro de los primeros cinco estados con mayor índice de innovación en el país, a fin de lograr proporcionar</p>	<p>en el lugar número 46 con un gasto de 77.95529 PPA\$. Sin embargo, de los cinco primeros lugares en innovación, es Finlandia quien gasta un mayor porcentaje de su PIB en I+D con un 3.41594% en contraste con Suiza, que ocupa el tercer lugar con un 2.96635%. De forma análoga en el bloque latinoamericano tenemos a México como el de mayor porcentaje de su PIB gastado en I+D de 0.49364% ubicado en el lugar 58 en el índice de innovación, en contraste con el 0.36486% de gasto en Chile. De igual forma</p>	<p>del índice estatal de innovación es positivo y significativo. 7. El impacto de una distribución de recursos en el pilar de Comercialización del índice estatal de innovación es positivo y significativo.</p>	<p>PILAR INFRAESTRUCTURA</p>	Número de institutos de investigación	Servicios de investigación científica y de desarrollo	DENUE-INEGI 2009	Localidad
				Espíritu emprendedor	Aplicaciones recibidas para la aceleradora	Venture Institute	Estatad
				Acceso a TIC	Índice compuesto de Numero de suscripciones a teléfono, a celular, y con computadora, entre la población	INEGI 2010	Localidad
				Uso de internet	Usuarios de internet entre población	INEGI 2010	Localidad
				Gobierno en línea	Número de Instituciones de administración pública municipal con función servicio web	INEGI, Encuesta Nacional de Gobierno, seguridad pública y justicia municipal 2009	Municipal
				Participación en línea	Uso de Redes Sociales como fuente de información	SEGOB, Encuesta Nacional sobre cultura política 2012	Municipal
				Infraestructura de comunicaciones	Espectro de ondas AM y FM, y	Descifra	Localidad

<p>una mejor calidad de vida a sus habitantes. (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015) La modificación realizada a la Ley de Ciencia y Tecnología publicada en el diario oficial el 12 de junio del 2009, contempla a la innovación como un "elemento trascendente y de vinculación que permitirá el incremento de la productividad y competitividad de los sectores productivos y de servicios".(Comité Intersectorial para la Innovación, 2011) El valor de esta investigación radica en que</p>	<p>se observa a Chile como el país con menor inversión en innovación de todos aquellos que se contemplan en la OCDE.(Dutta, Lanvin, & Wunsch-Vincent, 2004; OCDE, 2016; UNESCO, 2018) Una vez analizado la cantidad de recursos que cada uno de los países invierte en su I+D, podemos enfocarnos a su distribución. Los modelos de innovación suizos les permiten cubrir seis de los siete pilares de la innovación, mientras que México solo cubre cinco y Chile dos. Sin embargo, nuevamente</p>	PILAR SOFISTICACIÓN DE MERCADO	Producción de energía (megawatts/hora)	canales de televisión Generación de energía eléctrica 2012(megw hats hora) per cápita	SENER	Estatal
			Consumo de energía (megawatts/hora)	Consumo de energía eléctrica 2012 (megawatts-hora) per cápita	SENER	Estatal
			Calidad de transporte	Densidad de carreteras (km de carretera en área del estado)	SCT-INEGI	Estatal
			Formación bruta de capital fijo	Formación bruta de capital fijo, %PIB	INEGI Censo Económico 2009	Localidad
			Eficiencia energética	PIB/ consumo de energía (megawatts-hora)	INEGI y SENER 2012	Estatal
			Rendimiento ambiental	Número de denuncias ambientales de 1994 hasta 2009 entre población	INEGI 2010	Municipal
			Acceso al crédito	Número de puntos de acceso a bancos	Reporte de inclusión financiera de CNVB 2012	Municipal
			Uso de crédito	Número de contratos de crédito para cada	Reporte de inclusión financiera de CNVB 2012	Municipal

<p>los resultados obtenidos servirán para la toma de decisiones en la inversión de recursos en el proceso de innovación, que permitirá a su vez fortalecer la competitividad del estado de Michoacán, contribuyendo a una mejoría en la calidad de vida de los habitantes del estado. También aportará información acerca del Sistema Estatal de Innovación y del impacto de los programas de fomento a la innovación en el estado.</p>	<p>destaca que al igual que Suiza, Chile ha cambiado su política de inversión enfocándola ahora a un modelo de innovación abierta. Un caso probado del que se tiene registro de un cambio similar con resultados satisfactorios es Finlandia, nación que llevó a cabo un programa de redistribución de recursos para la innovación logrando recuperar su quinto lugar en el año 2016 y mantenerse actualmente, después de un desplome que tuvo en el año 2015, donde cayó desde el lugar número 4 hasta el lugar número 6 en el ranking global de</p>	<p>PILAR SOFISTICACIÓN DE NEGOCIOS</p>	Microfinanzas	10,000 adultos	Reporte de inclusión financiera de CNVB 2012	Municipal
			Capitalización del mercado	Valor de empresas que cotizan en la BMV	BMV 2012	Estatad
			Intercambio de acciones	Importe 2012 de las empresas que cotizan en la BMV	BMV 2012	Estatad
			Intensidad de competencia local	Promedio de respuesta a pregunta: ¿Cómo calificaría la intensidad de la competencia en el mercado de su sector en su ciudad?	Encuesta RENIECYT	Estatad
			Profesionales empleados, %PEA	Número de profesionales/PEA 2010	INEGI Censo Población y Vivienda 2010	Localidad
			Empresas que ofrecen capacitación	Porcentaje de empresas que respondieron SI a: ¿Su empresa ofrece un programa de capacitación a sus empleados?	Encuesta RENIECYT	Estatad

<p>innovación.(Aho et al., 2008; Cortés, Díaz-Molina, & Román, 2013; Dutta et al., 2004; Swiss Confederation, 2015) De acuerdo con lo anterior, comienzan a plantearse diversas preguntas, como, por ejemplo, ¿qué factores realmente influyen en un aumento positivo y significativo del índice de innovación en las naciones?, ¿por qué a pesar de tener una inversión mayor que un país similar como los es Chile, nos encontramos tan alejados de él?, ¿es posible que la forma de distribuir los recursos que se invierten sea</p>	IyD Empresarial	Actividades de innovación realizadas por empresas	ESIDET 2009- INEGI	Estatal
	Gasto en IyD empresarial	Promedio respuesta: ¿Qué porcentaje de los ingresos anuales de la empresa se invierten en actividades de innovación?	Encuesta RENIECYT	Estatal
	Número de organizaciones del RENIECyT	Empresas del RENIECYT entre unidades económicas	CONACYT 2012	Estatal
	Grado de colaboración	Promedio de respuesta a: ¿Su empresa ha colaborado con universidades y centros de investigación?	Encuesta RENIECYT	Estatal
	Alianzas estratégicas	Promedio de respuesta: ¿Cuántos acuerdos de colaboración para desarrollar innovación ha tenido	Encuesta RENIECYT	Estatal

determinante en el impacto que se tiene sobre el índice de innovación?, ¿por qué a pesar de solo invertir en dos pilares de innovación, Chile ha logrado tan buenos resultados?, ¿es que existen pilares que impactan a otros en consecuencia?

Número de clusters	su empresa? Y ¿Su empresa es miembro de alguna asociación de su sector? Número de clusters identificados sobre las unidades económicas	Descifra	Localidad
Pago por uso de propiedad intelectual	Porcentaje de empresas que respondieron SI a ¿Esta empresa efectúa algún pago por uso de derechos de autor o propiedad intelectual?	Encuesta RENIECYT	Estatal
Importación de bienes de alta tecnología	Porcentaje de empresas que respondieron SI a ¿Esta empresa importa bienes de alta tecnología?	Encuesta RENIECYT	Estatal
Inversión Directa Extranjera	IDE en millones de dólares por estado, promedio de 1989 hasta 2011	SE	Estatal

	Número de incubadoras y aceleradoras	Numero de incubadoras y aceleradoras entre población	INADEM	Estatal
	Starts-ups y PyMES	Promedio de respuesta: ¿En qué grado tiene a proveedores o clientes a start-ups o PyMES?	Encuesta RENIECYT	Estatal
PILAR TECNOLOGÍA Y CONOCIMIENTO	Patentes	Número de patentes registradas 2012	IMPI	Estatal
	Tasa crecimiento de patentes	Diferencia número de patentes registradas en 2008 y 2012	IMPI	Estatal
	Impacto de artículos publicados	Impacto de artículos publicados 2011	CONACYT	Estatal
	6.4 Productividad laboral	PIB 2010 entre PEA	INEGI	Estatal
	Uso de software	Respuesta SI a pregunta: ¿Emplea computo en procesos administrativos?	INEGI-ESIDET 2009	Estatal
	Certificados de calidad ISO 9001 y 14000	Establecimientos certificados con ISO 9001 y 140001 entre	INEGI	Estatal

	Impacto de innovación en el mercado	unidades económicas Promedio de respuesta a: ¿Dónde tuvo impacto su innovación, nivel empresarial, regional, nacional o internacional?	Encuesta RENIECYT	Estatal
	Regalías por uso de propiedad intelectual	Porcentaje de empresas que respondió SI a: ¿Esta empresa recibe algún pago o regalía por el uso de propiedad intelectual?	Encuesta RENIECYT	Estatal
	Exportación de bienes de alta tecnología	Porcentaje de empresas que respondió SI a: ¿Esta empresa exporta bienes de alta tecnología?	Encuesta RENIECYT	Estatal
PILAR BIENES Y SERVICIOS CREATIVOS	TIC & Creación de modelos de negocio	Promedio respuesta a: ¿En qué grado las tecnologías de información y	Encuesta RENIECYT	Estatal

		comunicación están creando nuevos o mejorando servicios y productos de su empresa?		
	TIC & Creación de modelos de organización	Promedio de respuesta a: ¿En qué grado las tecnologías de la información y comunicación están creando nuevos o mejorando los métodos de organización y los procesos empresariales de la empresa?	Encuesta RENIECYT	Estatal
	Gasto en actividades culturales	Número de bibliotecas y museos, per cápita	DENUE-INEGI 2009	Localidad
	Producción y transmisión de películas y televisión	Número de unidades económicas en industria filmica, per cápita	DENUE-INEGI 2010	Localidad
	Impresión de periódicos y diarios	Número de unidades en edición de periódicos e impresión, per cápita	DENUE-INEGI 2011	Localidad

				Tweets per cápita	Número de tweets en una semana, per cápita	Descifra	Localidad
Variable Dependiente: Índice de Desarrollo Humano Municipal	"Tendencia de una región a la expresión de la libertad de las personas para vivir una vida prolongada, saludable y creativa; perseguir objetivos que ellas mismas consideran valorables y participar activamente en el desarrollo sostenible y equitativo del planeta que compartimos".	"Indicador de los avances o retrocesos en las condiciones de vida de las personas en contextos que evolucionan constantemente." (PNUD, 2010)	SALUD	Esperanza de vida al nacer.	Se utiliza la Tasa de Mortalidad Infantil ante la carencia de información sobre la EVN a nivel municipal.	CONAPO	Nacional
			EDUCACIÓN	Tasa de Mortalidad infantil municipal.	Años esperados de escolaridad para personas entre 6 y 24 años.	INEGI	Nacional
			INGRESO	Años promedio de escolaridad para las personas mayores de 24 años	Ingreso total per cápita de cada municipio. Ingreso nacional bruto. Paridad del poder de compra.	Estimación del ingreso corriente del que disponen las familias a nivel municipal, ajustado al INB	CONEVAL INB de México Banco Mundial

	(PNUD, 2010)						
Variable Independiente: Indicadores de Inversión Estatal	Uso de recursos con el objetivo de operar los objetivos específicos en los pilares de la innovación	Cantidad de pesos destinados a la operación de programas a fin de cumplir los objetivos diseñados para cada pilar de la innovación	INVERSIÓN PÚBLICA	Obra pública en bienes de dominio público	Inversión del estado en obra pública en bienes de dominio público	INEGI	Estatal
				Obra pública en bienes propios	Inversión del estado en Obra pública en bienes propios	INEGI	Estatal
				Proyectos productivos y acciones de fomento	Inversión del estado en Proyectos productivos y acciones de fomento	INEGI	Estatal
			MATERIALES Y SUMINISTROS	Materiales de administración, emisión de documentos y artículos oficiales	Inversión del estado en Materiales de administración, emisión de documentos y artículos oficiales	INEGI	Estatal
				Alimentos y utensilios	Inversión del estado en Alimentos y utensilios	INEGI	Estatal
				Herramientas, refacciones y accesorios menores	Inversión del estado en Herramientas, refacciones y accesorios menores	INEGI	Estatal

Materiales y artículos de construcción y de reparación	Inversión del estado en Materiales y artículos de construcción y de reparación	INEGI	Estatal
Productos químicos, farmacéuticos, laboratorio y materias primas de producción y comercialización	Inversión del estado en Productos químicos, farmacéuticos, laboratorio y materias primas de producción y comercialización	INEGI	Estatal
Combustibles, lubricantes y aditivos	Inversión del estado en Combustibles, lubricantes y aditivos	INEGI	Estatal
Vestuario, blancos, prendas de protección y artículos deportivos	Inversión del estado en Vestuario, blancos, prendas de protección y artículos deportivos	INEGI	Estatal
Materiales y suministros para seguridad	Inversión del estado en Materiales y suministros para seguridad	INEGI	Estatal

		Materiales y suministros diversos	Inversión del estado en Materiales y suministros diversos	INEGI	Estatal
	RECURSOS ASIGNADOS A MUNICIPIOS	Participaciones	Inversión del estado en Participaciones	INEGI	Estatal
		Aportaciones federales, ramo general 33	Inversión del estado en Aportaciones federales, ramo general 33	INEGI	Estatal
		Recursos reasignados a municipios	Inversión del estado en Recursos reasignados a municipios	INEGI	Estatal
	SERVICIOS PERSONALES	Remuneraciones al personal	Inversión del estado en Remuneraciones al personal	INEGI	Estatal
		Remuneraciones adicionales y especiales	Inversión del estado en Remuneraciones adicionales y especiales	INEGI	Estatal
		Seguridad social	Inversión del estado en Seguridad social	INEGI	Estatal
		Otras prestaciones sociales y económicas	Inversión del estado en Otras prestaciones	INEGI	Estatal

	Previsiones	s sociales y económicas Inversión del estado en	INEGI	Estatal
	Pago de estímulos a servidores públicos	Previsiones Inversión del estado en Pago de estímulos a servidores públicos	INEGI	Estatal
TRANSFERENCIAS, ASIGNACIONES, SUBSIDIOS Y OTRAS AYUDAS	Transferencias internas y asignaciones al sector público	Inversión del estado en Transferencias internas y asignaciones al sector público	INEGI	Estatal
	Ayudas sociales	Inversión del estado en Ayudas sociales	INEGI	Estatal
	Subsidios y subvenciones	Inversión del estado en Subsidios y subvenciones	INEGI	Estatal
	Pensiones y jubilaciones	Inversión del estado en Pensiones y jubilaciones	INEGI	Estatal
BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Mobiliario y equipo de administración	Inversión del estado en Mobiliario y equipo de administración	INEGI	Estatal
	Mobiliario y equipo educativo y recreativo	Inversión del estado en Mobiliario y	INEGI	Estatal

	Vehículos y equipo de transporte	equipo educacional y recreativo Inversión del estado en Vehículos y equipo de transporte	INEGI	Estatal
	Equipo de defensa y seguridad y equipo e instrumental médico y laboratorio	Inversión del estado en Equipo de defensa y seguridad y equipo e instrumenta l médico y laboratorio	INEGI	Estatal
	Maquinaria, otros equipos y herramientas	Inversión del estado en Maquinaria, otros equipos y herramient as	INEGI	Estatal
	Activos biológicos	Inversión del estado en Activos biológicos	INEGI	Estatal
	Bienes inmuebles	Inversión del estado en Bienes inmuebles	INEGI	Estatal
	Activos intangibles	Inversión del estado en Activos intangibles	INEGI	Estatal
	Bienes muebles, inmuebles e intangibles diversos	Inversión del estado en Bienes muebles, inmuebles e intangibles diversos	INEGI	Estatal
SERVICIOS GENERALES	Servicios básicos	Inversión del estado	INEGI	Estatal

		en Servicios básicos		
	Servicios de arrendamiento	Inversión del estado en Servicios de arrendamiento	INEGI	Estatal
	Servicios profesionales, científicos, técnicos y otros servicios	Inversión del estado en Servicios profesionales, científicos, técnicos y otros servicios	INEGI	Estatal
	Servicios financieros, bancarios y comerciales	Inversión del estado en Servicios financieros, bancarios y comerciales	INEGI	Estatal
	Servicios de instalación, reparación, mantenimiento y conservación	Inversión del estado en Servicios de instalación, reparación, mantenimiento y conservación	INEGI	Estatal
	Servicios de comunicación social y publicidad	Inversión del estado en Servicios de comunicación social y publicidad	INEGI	Estatal
	Servicios de traslado y viáticos	Inversión del estado en Servicios de traslado y viáticos	INEGI	Estatal
	Servicios oficiales	Inversión del estado	INEGI	Estatal

Otros servicios generales	en Servicios oficiales Inversión del estado en Otros servicios generales	INEGI	Estatad
------------------------------	--	-------	---------

Nota. Elaboración Propia.

Anexo 7. Análisis General de los Métodos de Optimización

Tabla 41

Análisis general de métodos de optimización

Tipo	Objetivo	Ventajas	Desventajas	Algoritmo
Diseño de experimentos	Replication, Randomization, Blocking. Una razón del cambio de una salida.	Generalmente no requiere atención en la parte estadística	Es muy controversial	Randomized Complete Block Design Latin Square Graeco-Latin Square Hyper-Graeco-Latin Square Full Factorial Fractional Factorial Central Composite Circumscribed Central Composite Faced Central Composite Inscribed, Central Composite Scaled Box-Behnken Plackett-Burman Taguchi Random Halton Faure Sobol Latin Hypercube Optimal Design
Modelado de superficies de respuesta	Crear una aproximación de la variable en un espacio de diseño.	Optimización Rápida. No requiere experimentos	Si el diseño del espacio de exploración es pobre y la variable de respuesta	Least Squares Method Optimal Response Surface Modelling

	Llamada metamodelo. Puede ser utilizada para estimar un conjunto de parámetros de entrada obteniendo una respuesta óptima	adicionales o simulaciones. Puede aplicarse aunque se sepa poco del problema.	es particularmente irregular, el resultado puede estar alejado de la realidad por una mala estimación de los coeficientes o la elección de un modelo inadecuado.	Shepard Kriging Nearest Mollifier Shepard Kriging Gaussian Process Radial Basis Functions Neural Networks Simulated Annealing
Optimización estocástica	Busca la optimización por medios aleatorios. Están basados en poblaciones.	Habilidad de los algoritmos a superar mínimos y máximos locales y explorar todo el espacio de diseño.	Requiere un buen balance entre la exploración del espacio y el tiempo de convergencia. Son matemáticamente complejos. Implican aleatoriedad. Convergen más lento a la solución óptima	Particle Swarm Optimization Game Theory Optimization Evolutionary Algorithms Genetic Algorithms
Optimización determinística	Programación matemática. Implica algoritmos complejos de algebra lineal. Basados en el cómputo del gradiente.	implica algoritmos complejos de algebra lineal. Requiere pocas evaluaciones de la variable de respuesta. Basados en el cómputo del gradiente. Converge rápido. Su resultado es inequívoco y replicable.	La solución óptima eventualmente encontrada puede ser un óptimo local y no uno global. Son intrínsecamente uniobjetivo	Spendley Simplex Nelder and Mead Simplex Newton Steepest Descent DFP Quasi-Newton BFGS Quasi-Newton Broyden Quasi-Newton Conjugate Gradients Direction Set Levenberg-Marquardt Penalty Functions Barrier Functions Sequential Quadratic Programming

Análisis de diseño robusto	No solo busca la solución óptima, sino que evalúa la habilidad de la solución de no deteriorarse en presencia del ruido.	Es más confiable	Es más robusto	Mixed Integer Programming NLPQLP Monte Carlo Multi-Objective Robust Design Optimization Latin Hypercube Multi-Objective Robust Design Optimization Monte Carlo Sampling Reliability Analysis Latin Hypercube Sampling Reliability Analysis First Order Reliability Method Second Order Reliability Method Importance Sampling Monte Carlo Simple Importance Latin Hypercube Sampling Transformed Importance Latin Hypercube Sampling Axis Orthogonal Importance Sampling Monte Carlo Axis Orthogonal Latin Hypercube Sampling Cardinality matching Hopcrft-Karp Revised cardinality matching Convex Test perfect matching Equalize sums Decompose Procedure Basic preprocessing Procedure Alternate((k) Hungarian Procedure Augment(k)
Modelos de Transporte, Transbordo y Asignación	Asignan un número n de items A un número n de items B. (En el caso de la asignación)			

Hungarian 3
 Procedure DK basic(s)
 Procedure Dk reduce(s)
 Dinic Kronrod
 Procedure Shortest path(k)
 Hungarian SP
 Procedure Three edge
 preprocessing
 Procedure Reducition transfer
 Procedure Augmentintg row
 reduction
 Primal simplex
 Hung Rom
 Signature
 Pseudoflow
 Procedure Double push(k)
 Procedure Multi path updating
 Murty
 Revised ranking
 Threshold
 Dual LBAP
 Augmenting LBAP
 Procedure Dijkstra(i)
 Algebraic assigment
 Balanced assigment
 Lex BAP
 Procedure BB QAP

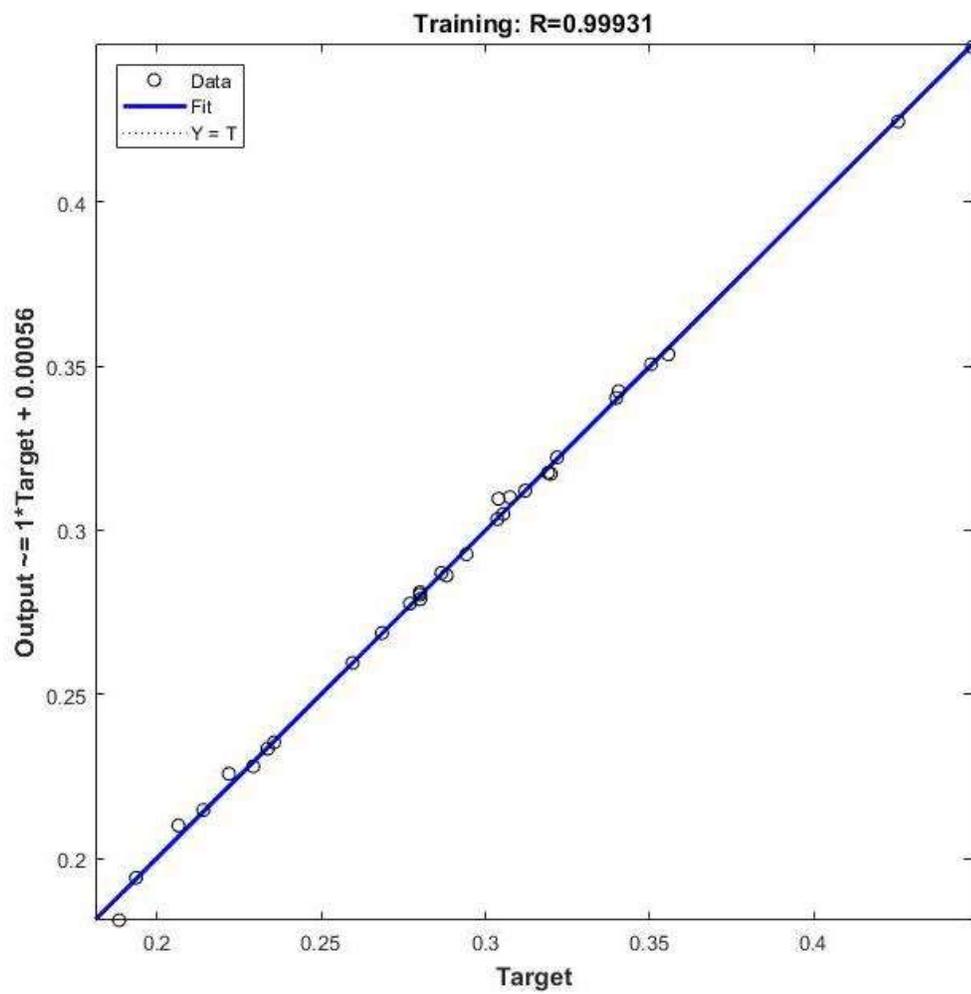
Nota. Elaboración propia en base a (Aby y Dempster, 1974; Ben-Tal et al., 2009; R. Burkard et al., 2009; R. E. Burkard et al., 1980; Cavazzuti, 2015; Krylatov et al., 2020; Kurdila, 2006; Morari, 2010; Nocedal et al., 1999; Pardalos y Pitsoulis, 2000; Patriksson, 2015; Sun y Yuan, 2006; Xiao-jun et al., 2014; Zhigljavsky y Žilinskas, 2008)

Anexo 8. Primera red neuronal

Información sobre la construcción de la red neuronal.

Figura 19

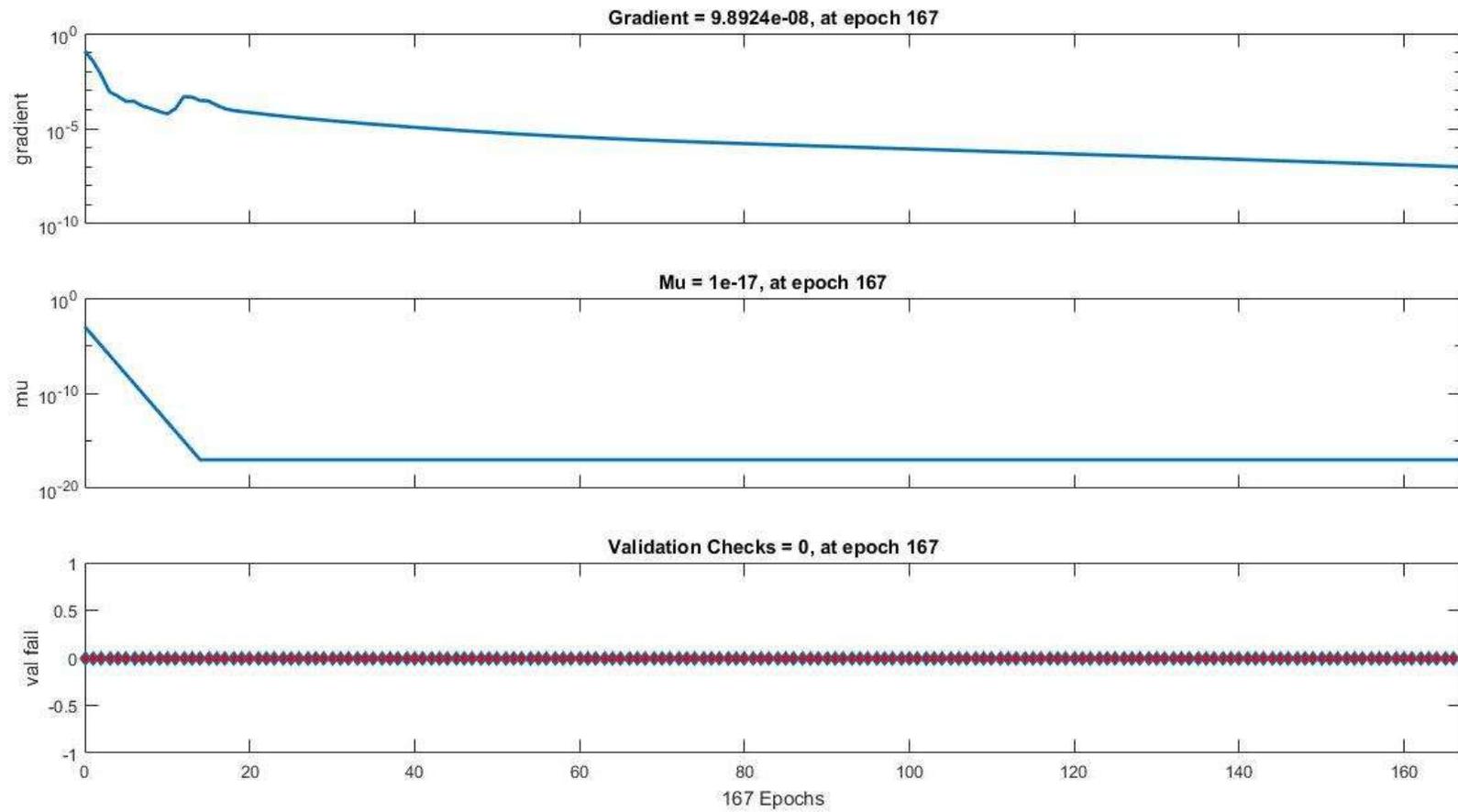
Ajuste de la red neuronal



Nota. Elaboración propia mediante MatLab.

Figura 20

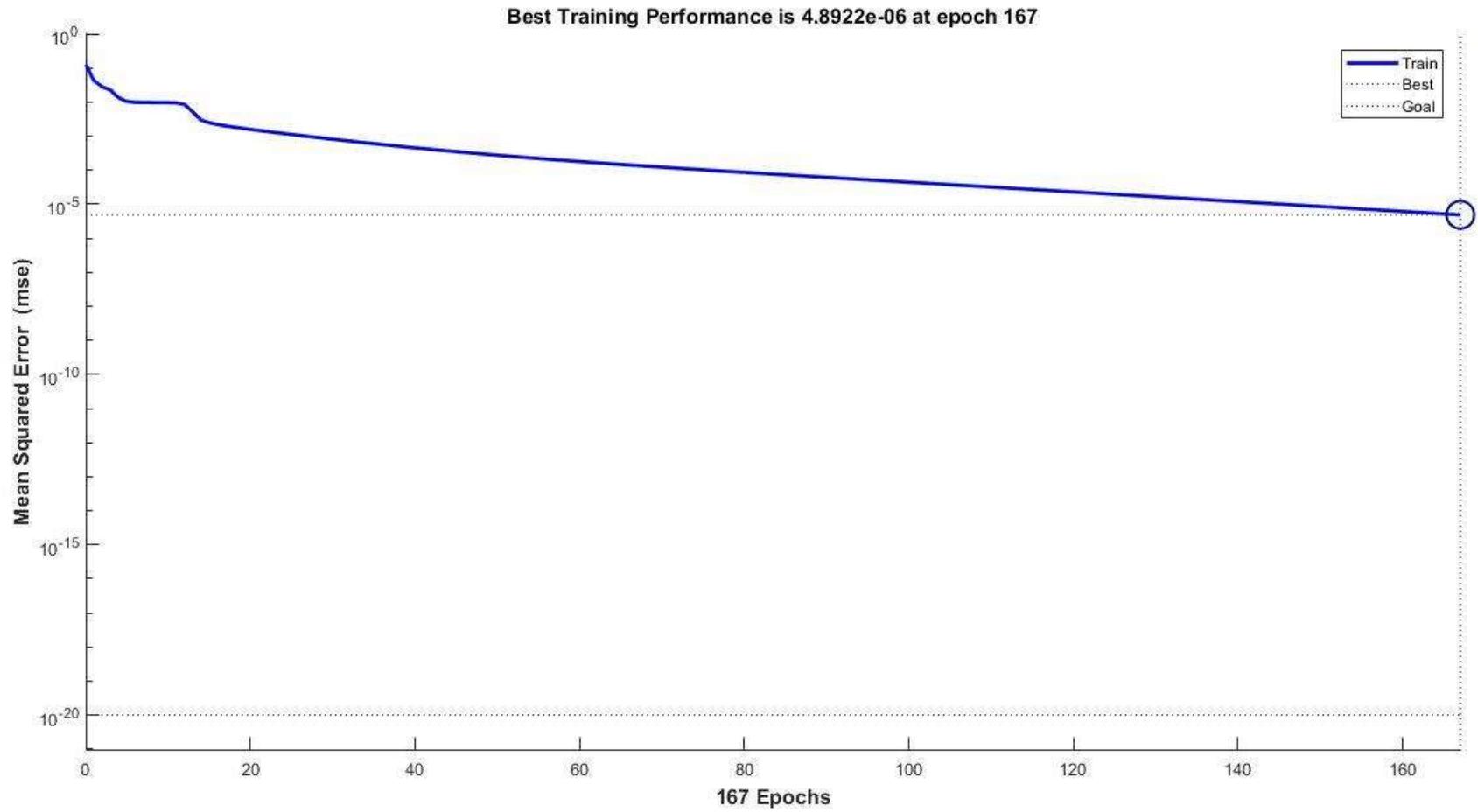
Comportamiento del gradiente a través de las iteraciones.



Nota. Elaboración propia.

Figura 21

Comportamiento del valor de error a través de las iteraciones.



Nota. Elaboración propia.

Anexo 9. Base de datos utilizada

Tabla 42

Valores de las dimensiones de la inversión estatal y el índice de innovación.

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	i
0.172137654	0.007303106	0.045279533	0.592956448	0.007638838	0.027437896	0.147246525	0.448230278
0.366461911	0.009539297	0.020036985	0.406506832	0.00155917	0.016530169	0.179365636	0.425652365
0.209618578	0.006021694	0.019007441	0.564803204	0.002442974	0.057718744	0.140387365	0.355665799
0.353289617	0.006799832	0.036102786	0.397290705	0.008418178	0.034378417	0.163720464	0.350447602
0.090107386	0.009864199	0.037537728	0.662057672	0.008260568	0.036600555	0.155571891	0.340573898
0.353230013	0.007814679	0.051250381	0.387358406	0.007131993	0.033340979	0.15987355	0.339836783
0.146386123	0.014512446	0.070274661	0.596955541	0.006034495	0.047874585	0.117962148	0.321825003
0.069362961	0.008909989	0.019491249	0.554045478	0.006318137	0.182145555	0.159726632	0.31989974
0.319987064	0.014682166	0.023119969	0.43035632	0.008219507	0.055530423	0.14810455	0.319063571
0.42433039	0.011711072	0.060931357	0.257868808	0.004534279	0.102684581	0.137939514	0.312118611
0.162175962	0.014202907	0.032848503	0.512884601	0.005740521	0.162152788	0.109994717	0.307481176
0.301106568	0.021810064	0.054186467	0.43543476	0.008176963	0.018380756	0.160904422	0.305430952
0.117366311	0.005491505	0.03102799	0.591873412	0.001841773	0.131430782	0.120968228	0.303970038
0.255197183	0.025436244	0.062057906	0.425944798	0.005352676	0.048537969	0.177473223	0.303619038
0.087541578	0.011271838	0.081363592	0.601834324	0.007149106	0.074996427	0.135843137	0.294243313
0.406951072	0.017713745	0.027653323	0.309724618	0.005089284	0.065881116	0.166986841	0.288190219
0.067907574	0.007853048	0.019458378	0.719103587	0.0018474	0.062069306	0.121760707	0.286624675
0.065099469	0.01750891	0.037958649	0.668568316	0.008754761	0.03733409	0.164775806	0.280182227
0.117022076	0.015464076	0.027816611	0.526412516	0.012225711	0.082451134	0.218607876	0.280123035
0.138554421	0.020742414	0.095621716	0.561936298	0.013216044	0.032621704	0.137307403	0.280055279
0.409450691	0.023672123	0.032511965	0.316562907	0.005873893	0.011371887	0.200556533	0.27700587
0.049173747	0.012603831	0.030452098	0.670870599	0.011903921	0.047570808	0.177424997	0.268518142
0.115866605	0.017539501	0.039449485	0.59903634	0.000548374	0.02979035	0.197769345	0.259571412
0.365130288	0.01381874	0.024752274	0.333782559	0.010758033	0.092931466	0.15882664	0.235671681
0.394195025	0.014766682	0.029620338	0.344897011	0.008456716	0.082984264	0.125079963	0.233707633
0.159484913	0.005426515	0.012158891	0.608520292	5.1842E-05	0.038437084	0.175920464	0.229337074
0.463587178	0.013511525	0.033792016	0.206546709	0.002868769	0.123610133	0.15608367	0.221921097
0.100100759	0.01116565	0.017690849	0.589561927	0.018005612	0.115986231	0.147488972	0.214156819
0.164669618	0.015570113	0.034370727	0.496250959	0.002455828	0.051054229	0.235628526	0.206547186
0.070201205	0.008724083	0.0293843	0.564935495	0.005651919	0.115051999	0.206051	0.193644611
0.071942446	0.007476466	0.0459316	0.564230063	0.00190236	0.133154817	0.175362248	0.188511401

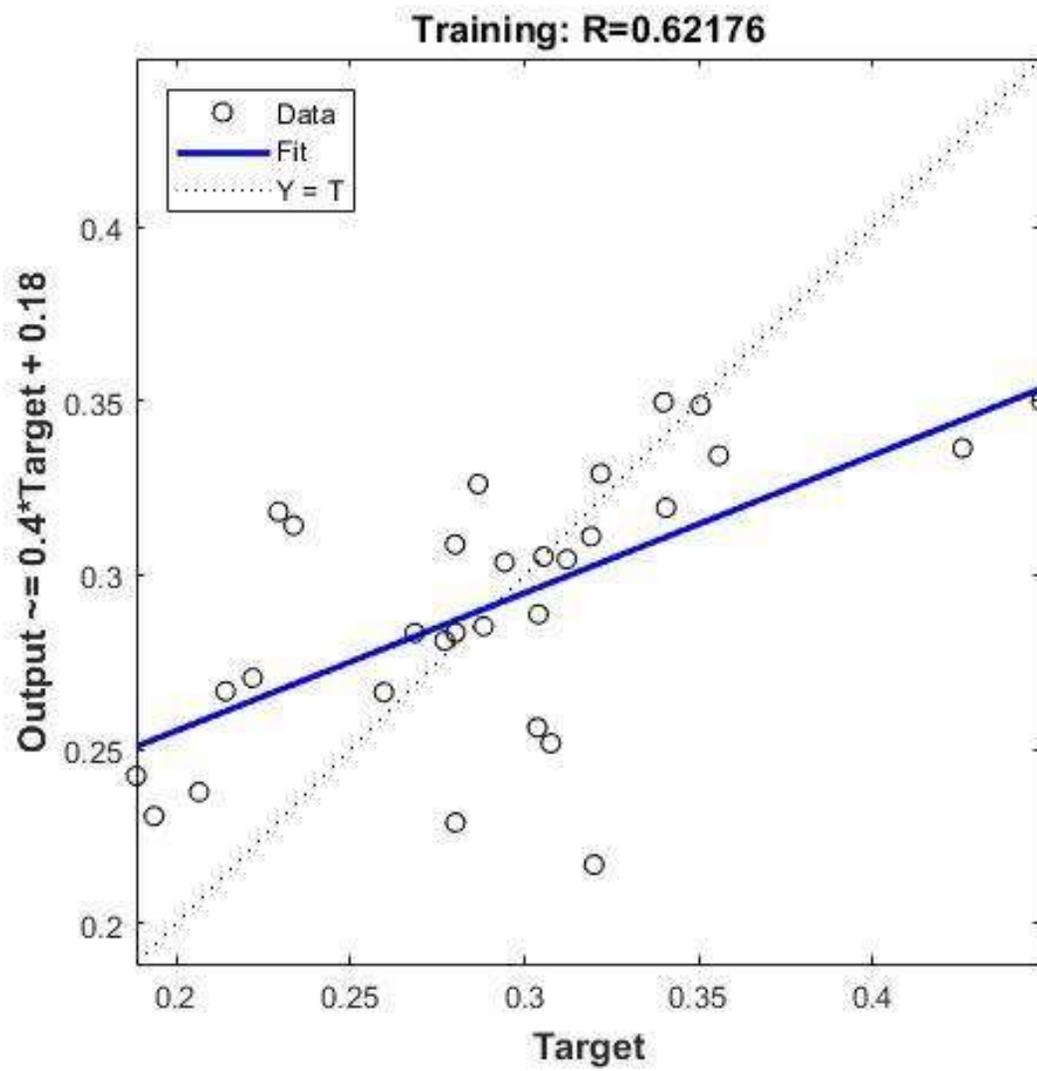
Nota. Elaboración propia en base a (De Castro, 2015)

Anexo 10. Segunda red neuronal

Información sobre la construcción de la red neuronal.

Figura 22

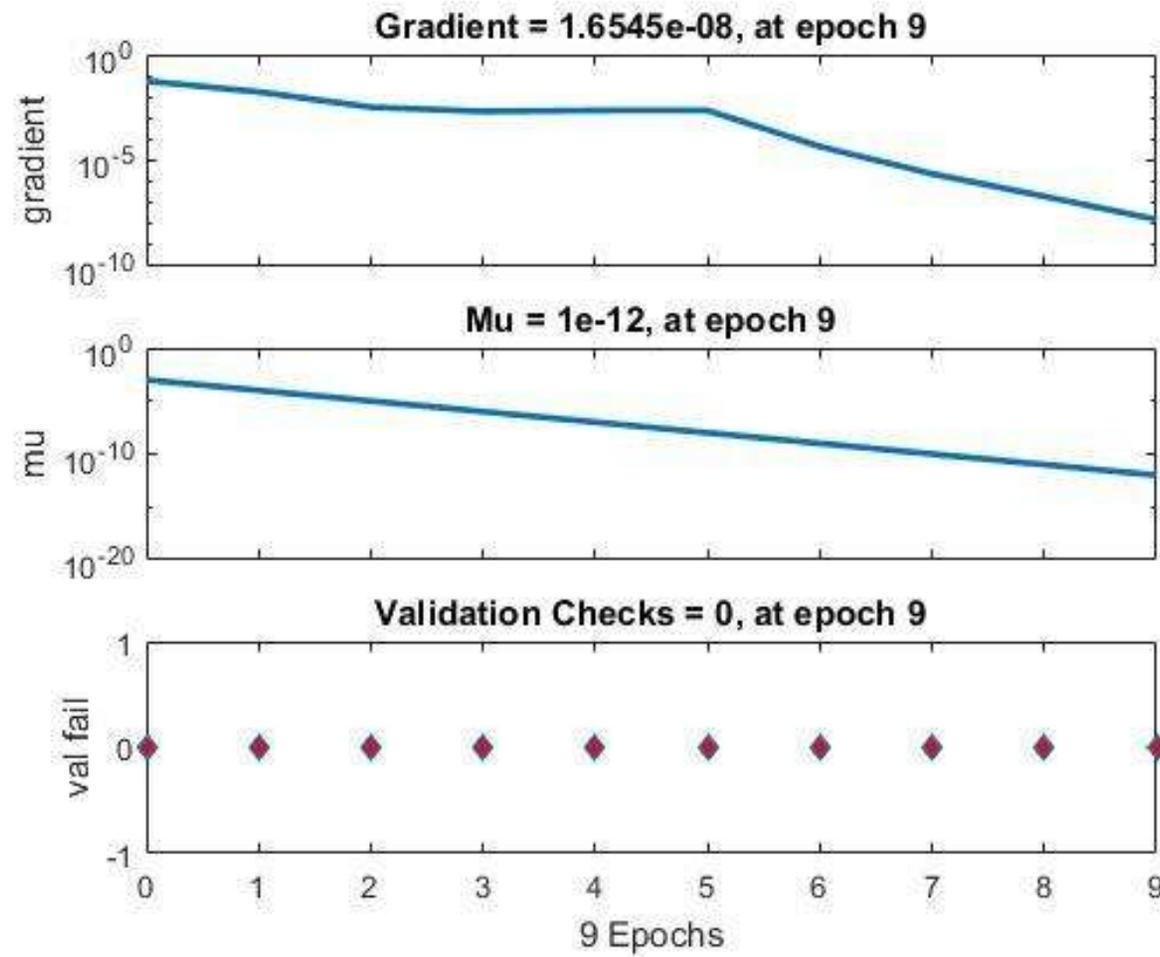
Ajuste de la red neuronal.



Nota. Elaboración propia mediante MatLab.

Figura 23

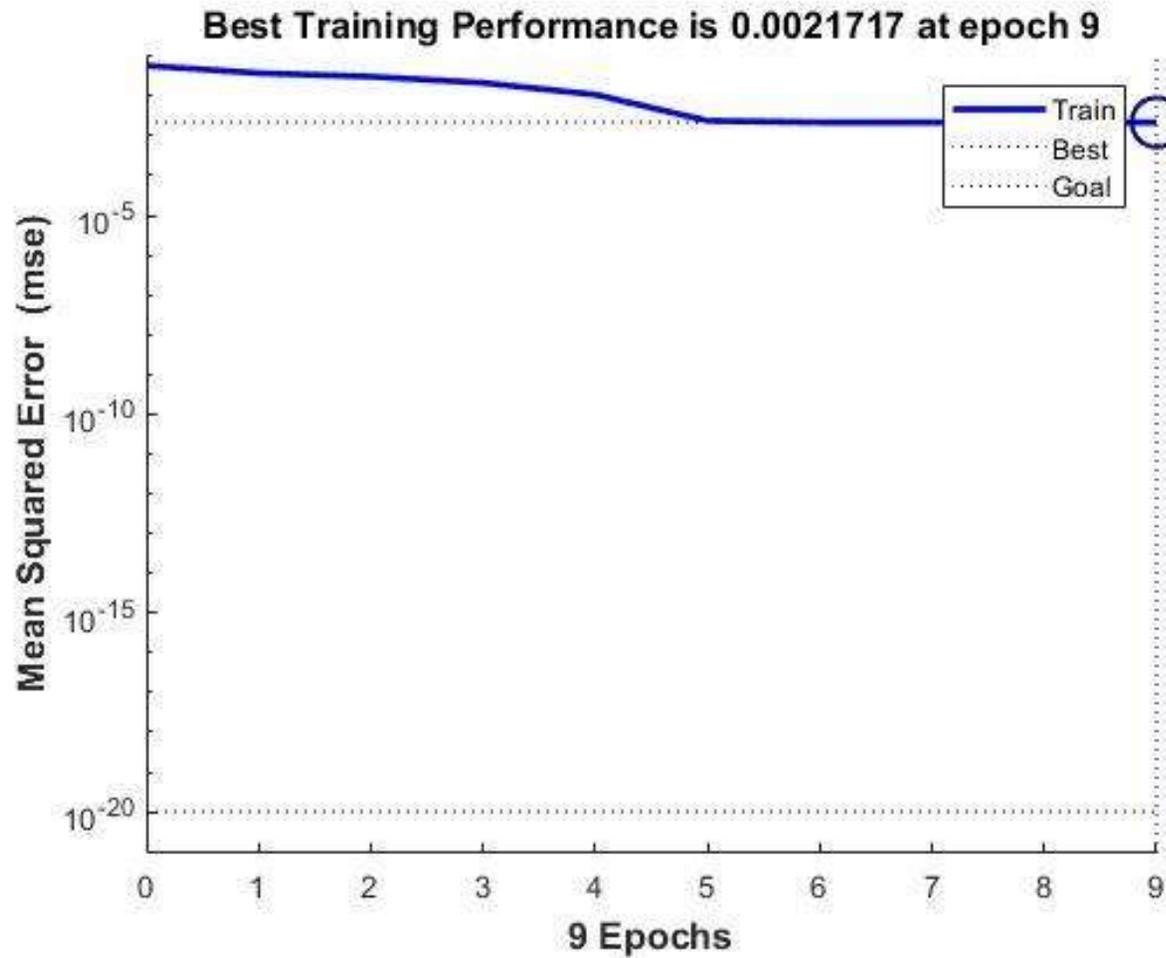
Comportamiento del gradiente a través de las iteraciones.



Nota. Elaboración propia.

Figura 24

Comportamiento del valor de error a través de las iteraciones.



Nota. Elaboración propia.

Anexo 11. Código de la red neuronal

```
clc
clear all;

BDFinal = 'BDCap5000.xlsx';
A = xlsread(BDFinal);
%save 'DBestados.mat';
%load 'DBestados.mat';

nvar=43; %son las primeras entradas o variables
de interes
nedos=30; %estados a usar para entrenar la red

variables= zeros(31,nvar);

%ordenar variables con estados totales
for i=1:nvar
    variables(:,i)=A(:,i);
end
variables=variables(1:nedos,:);

%salida
atractivo_edos=A(:,51);
atractivo=atractivo_edos(1:nedos);

p =
[variables(:,1);variables(:,2);variables(:,3);varia
bles(:,4);variables(:,5);variables(:,6);variables(
:,7);variables(:,8);variables(:,9);variables(:,10)'
;variables(:,11);variables(:,12);variables(:,13);v
ariables(:,14);variables(:,15);variables(:,16);var
iables(:,17);variables(:,18);variables(:,19);varia
bles(:,20);variables(:,21);variables(:,22);variabl
es(:,23);variables(:,24);variables(:,25);variables
(:,26);variables(:,27);variables(:,28);variables(
:,29);variables(:,30);variables(:,31);variables(:,3
2);variables(:,33);variables(:,34);variables(:,35)
';variables(:,36);variables(:,37);variables(:,38)'
;variables(:,39);variables(:,40);variables(:,41);v
ariables(:,42);variables(:,43)'];
t = [atractivo'];

% Red Neuronal
net=newff(minmax(p),[1],{'logsig'},'trainlm');
%trainlm, trainbfg, trainrp, traingd, traingdm
```

```
net=init(net);
net.trainParam.show = 43;
net.trainParam.lr = 0.5;
net.trainParam.epochs = 200;
net.trainParam.goal = 1e-20;
[net,tr]=train(net,p,t);
yest = sim(net,p);
%

v1=variables(:,1);
v2=variables(:,2);
v3=variables(:,3);
v4=variables(:,4);
v5=variables(:,5);
v6=variables(:,6);
v7=variables(:,7);
v8=variables(:,8);
v9=variables(:,9);
v10=variables(:,10);
v11=variables(:,11);
v12=variables(:,12);
v13=variables(:,13);
v14=variables(:,14);
v15=variables(:,15);
v16=variables(:,16);
v17=variables(:,17);
v18=variables(:,18);
v19=variables(:,19);
v20=variables(:,20);
v21=variables(:,21);
v22=variables(:,22);
v23=variables(:,23);
v24=variables(:,24);
v25=variables(:,25);
v26=variables(:,26);
v27=variables(:,27);
v28=variables(:,28);
v29=variables(:,29);
v30=variables(:,30);
v31=variables(:,31);
v32=variables(:,32);
v33=variables(:,33);
v34=variables(:,34);
v35=variables(:,35);
v36=variables(:,36);
v37=variables(:,37);
v38=variables(:,38);
```

```
v39=variables(:,39);
v40=variables(:,40);
v41=variables(:,41);
v42=variables(:,42);
v43=variables(:,43);
```

%cambiar el valor para predecir otro caso

```
Edo=15;
v1(Edo)=A(Edo,1);
v2(Edo)=A(Edo,2);
v3(Edo)=A(Edo,3);
v4(Edo)=A(Edo,4);
v5(Edo)=A(Edo,5);
v6(Edo)=A(Edo,6);
v7(Edo)=A(Edo,7);
v8(Edo)=A(Edo,8);
v9(Edo)=A(Edo,9);
v10(Edo)=A(Edo,10);
v11(Edo)=A(Edo,11);
v12(Edo)=A(Edo,12);
v13(Edo)=A(Edo,13);
v14(Edo)=A(Edo,14);
v15(Edo)=A(Edo,15);
v16(Edo)=A(Edo,16);
v17(Edo)=A(Edo,17);
v18(Edo)=A(Edo,18);
v19(Edo)=A(Edo,19);
v20(Edo)=A(Edo,20);
v21(Edo)=A(Edo,21);
v22(Edo)=A(Edo,22);
v23(Edo)=A(Edo,23);
v24(Edo)=A(Edo,24);
v25(Edo)=A(Edo,25);
v26(Edo)=A(Edo,26);
v27(Edo)=A(Edo,27);
v28(Edo)=A(Edo,28);
v29(Edo)=A(Edo,29);
v30(Edo)=A(Edo,30);
v31(Edo)=A(Edo,31);
v32(Edo)=A(Edo,32);
v33(Edo)=A(Edo,33);
v34(Edo)=A(Edo,34);
v35(Edo)=A(Edo,35);
v36(Edo)=A(Edo,36);
v37(Edo)=A(Edo,37);
v38(Edo)=A(Edo,38);
v39(Edo)=A(Edo,39);
```

```
v40(Edo)=A(Edo,40);
v41(Edo)=A(Edo,41);
v42(Edo)=A(Edo,42);
v43(Edo)=A(Edo,43);
```

```
pesosI=net.IW; % Input Weight
pesosL=net.LW; % Layer Weight
pesosb=net.b; % Bias
```

```
%view(net)
%gensim(net)
```

```
p2 = [v1 v2 v3 v4 v5 v6 v7 v8 v9 v10 v11 v12 v13
v14 v15 v16 v17 v18 v19 v20 v21 v22 v23 v24
v25 v26 v27 v28 v29 v30 v31 v32 v33 v34 v35
v36 v37 v38 v39 v40 v41 v42 v43]';
yest2 = sim(net,p2);
```

```
e1=atractivo-yest'; % Error de Modelo con
Datos de entrenamiento
e2=atractivo-yest2'; % Error de Evaluacion con
Datos Modificados o nuevos datos de otro
estado.
```

Anexo 12. Cuestionario de consulta a expertos

14/12/2020

Incidencias

Incidencias

Este formulario busca conocer la opinión del experto sobre el nivel de incidencia (afectación, influencia o repercusión) que tienen algunas variables entre sí. Por favor, designe un valor de incidencia de la primera variable sobre la segunda, tomando en cuenta que 0 es incidencia nula y 10 es máxima incidencia. Cada variable corresponde a un capítulo presupuestales del estado de Michoacán.

INNOVACIÓN.

Considere a la innovación como la creación de nuevos productos, procesos o servicios que aporten un beneficio social, ya sea a través de las instituciones públicas u organizaciones privadas.

DEFINICION DE LOS CAPITULOS

1000 SERVICIOS PERSONALES. Agrupa las remuneraciones del personal al servicio de las dependencias de la Administración Pública Estatal, tales como: sueldos, salarios, dietas, honorarios asimilables al salario, prestaciones y gastos de seguridad social, obligaciones laborales y otras prestaciones derivadas de una relación laboral; pudiendo ser de carácter permanente o transitorio.

2000 MATERIALES Y SUMINISTROS. Agrupa las asignaciones destinadas a la adquisición de toda clase de insumos y suministros requeridos para la prestación de bienes y servicios y para el desempeño de las actividades administrativas.

3000 SERVICIOS GENERALES. Asignaciones destinadas a cubrir el costo de todo tipo de servicios que se contraten con particulares o instituciones del propio sector público; así como los servicios oficiales requeridos para el desempeño de actividades vinculadas con la función pública.

4000 TRANSFERENCIAS, ASIGNACIONES, SUBSIDIOS Y OTRAS AYUDAS. Asignaciones destinadas en forma directa o indirecta a los sectores públicos, privado y externo, organismos y paraestatales y apoyos como parte de su política económica y social, de acuerdo con las estrategias y prioridades de desarrollo para el sostenimiento y desempeño de sus actividades.

5000 BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES. Agrupa las asignaciones destinadas a la adquisición de toda clase de bienes muebles e inmuebles requeridos en el desempeño de las actividades de las dependencias de la Administración Pública Estatal. Incluye los pagos por adjudicación, expropiación e indemnización de bienes muebles e inmuebles a favor del Gobierno.

6000 INVERSION PÚBLICA. Asignaciones destinadas a obras por contrato, administración y proyectos productivos y acciones de fomento. Incluye los gastos en estudios de pre-inversión y preparación del proyecto.

8000 RECURSOS ASIGNADOS A MUNICIPIOS (PARTICIPACIONES Y APORTACIONES).

Asignaciones destinadas a cubrir las participaciones y aportaciones para las entidades federativas y los municipios. Incluye las asignaciones destinadas a la ejecución de programas federales a través de las entidades federativas, mediante la reasignación de responsabilidades y recursos presupuestarios, en los términos de los convenios que celebre el Gobierno Federal con éstas.

14/12/2020

Incidencias

1. Incidencia de Servicios personales sobre Materiales y suministros

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Incidencia Nula . Incidencia Máxima

2. Incidencia de Servicios personales sobre Servicios Generales

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Incidencia Nula . Incidencia Máxima

3. Incidencia de Servicios personales sobre Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Incidencia Nula . Incidencia Máxima

4. Incidencia de Servicios personales sobre Bienes muebles, inmuebles e intangibles

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Incidencia Nula . Incidencia Máxima

5. Incidencia de Servicios personales sobre Inversión pública

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Incidencia Nula . Incidencia Máxima

6. Incidencia de Servicios personales sobre Recursos asignados a municipios

Marca solo un óvalo.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula										Incidencia Máxima

7. Incidencia de Materiales y suministros sobre Servicios personales

Marca solo un óvalo.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula										Máxima

8. Incidencia de Materiales y suministros sobre Servicios Generales

Marca solo un óvalo.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula										Incidencia Máxima

9. Incidencia de Materiales y suministros sobre Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas

Marca solo un óvalo.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula										Incidencia Máxima

10. Incidencia de Materiales y suministros sobre Bienes muebles, inmuebles e intangibles

Marca solo un óvalo.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula										Incidencia Máxima

11. Incidencia de Materiales y suministros sobre Inversión pública

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula											Incidencia Máxima

12. Incidencia de Materiales y suministros sobre Recursos asignados a municipios

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula											Incidencia Máxima

13. Incidencia de Servicios Generales sobre Servicios personales

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula											Incidencia Máxima

14. Incidencia de Servicios Generales sobre Materiales y suministros

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula											Incidencia Máxima

15. Incidencia de Servicios Generales sobre Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula											Incidencia Máxima

16. Incidencia de Servicios Generales sobre Bienes muebles, inmuebles e intangibles

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Incidencia Nula Incidencia Máxima

17. Incidencia de Servicios Generales sobre Inversión pública

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Incidencia Nula Incidencia Máxima

18. Incidencia de Servicios Generales sobre Recursos asignados a municipios

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Incidencia Nula Incidencia Máxima

19. Incidencia de Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas sobre Servicios personales

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Incidencia Nula Incidencia Máxima

20. Incidencia de Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas sobre Materiales y suministros

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Incidencia Nula Incidencia Máxima

14/12/2020

Incidenias

21. Incidencia de Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas sobre Bienes muebles, inmuebles e intangibles

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

22. Incidencia de Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas sobre Inversión pública

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

23. Incidencia de Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas sobre Recursos asignados a municipios

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

24. Incidencia de Bienes muebles, inmuebles e intangibles sobre Servicios personales

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

14/12/2020

Incidencias

25. Incidencia de Bienes muebles, inmuebles e intangibles sobre Materiales y suministros

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

26. Incidencia de Bienes muebles, inmuebles e intangibles sobre Servicios generales

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

27. Incidencia de Bienes muebles, inmuebles e intangibles sobre Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

28. Incidencia de Bienes muebles, inmuebles e intangibles sobre Inversión pública

Marca solo un óvalo

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

14/12/2020

Incidencias

29. Incidencia de Bienes muebles, inmuebles e intangibles sobre Recursos asignados a municipios

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

30. Incidencia de Inversión pública, inmuebles e intangibles sobre Servicios personales

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

31. Incidencia de Inversión pública, inmuebles e intangibles sobre Materiales y suministros

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

32. Incidencia de Inversión pública, inmuebles e intangibles sobre Servicios generales

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

14/12/2020

Incidencias

33. Incidencia de Inversión pública, inmuebles e intangibles sobre Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

34. Incidencia de Inversión pública, inmuebles e intangibles sobre Bienes muebles, inmuebles e intangibles

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

35. Incidencia de Inversión pública, inmuebles e intangibles sobre Recursos asignados a municipios

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

36. Incidencia de Recursos asignados a municipios, inmuebles e intangibles sobre Servicios personales

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

14/12/2020

Incidencias

37. Incidencia de Recursos asignados a municipios, inmuebles e intangibles sobre Materiales y suministros

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

38. Incidencia de Recursos asignados a municipios, inmuebles e intangibles sobre Servicios generales

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

39. Incidencia de Recursos asignados a municipios, inmuebles e intangibles sobre Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

40. Incidencia de Recursos asignados a municipios, inmuebles e intangibles sobre Bienes muebles, inmuebles e intangibles

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

41. Incidencia de Recursos asignados a municipios, inmuebles e intangibles sobre Inversión pública

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

42. Incidencia de Servicios personales sobre Índice de Innovación

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

43. Incidencia de Materiales y suministros sobre Índice de Innovación

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

44. Incidencia de Servicios generales sobre Índice de Innovación

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

45. Incidencia de Transferencias, asignaciones, subsidios y otras ayudas sobre Índice de Innovación

Marca solo un óvalo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incidencia Nula

Incidencia Máxima

14/12/2020

Incidencias

46. Incidencia de Bienes muebles, inmuebles e intangibles sobre Índice de Innovación

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula											Incidencia Máxima

47. Incidencia de Inversión pública sobre Índice de Innovación

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula											Incidencia Máxima

48. Incidencia de Recursos asignados a municipios sobre Índice de Innovación

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incidencia Nula											Incidencia Máxima

49. El presupuesto del estado se distribuye en su totalidad en los capítulos presupuestales. ¿Qué distribución de recursos sería óptima a su consideración para lograr aumentar el índice de innovación en el Estado? Recuerde que la suma de los multiplicadores debe ser igual a 1

Selecciona todas las opciones que correspondan.

	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Servicios Personales	<input type="checkbox"/>										
Materiales y suministros	<input type="checkbox"/>										
Servicios generales	<input type="checkbox"/>										
Transferencias, asignaciones subsidios y otras ayudas	<input type="checkbox"/>										
Bienes muebles, inmuebles e intangibles	<input type="checkbox"/>										
Inversión pública	<input type="checkbox"/>										
Participaciones federales y estatales.	<input type="checkbox"/>										

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

Anexo 13. Código fuente del análisis de sensibilidad

Código fuente para la construcción de la tabla de valores utilizada en el análisis de sensibilidad. Este código fue realizado en lenguaje de programación R.

```
clear
m=1;
n=1;
o=1;
p=1;
v1=0;
v2=0;
v3=0;
v4=1;
a=zeros(1,4);
val=11;
cont1=val;
cont2=val;
cont3=val;
vu1=0;
vu2=0;
vu3=0;
vu4=1;
n=0;

for k=1:1:cont3
  n=k-1;
  for j=1:1:cont2
    for i=1:1:cont1
      a(m,4)=vu4;
      a(m,3)=vu3;
      a(m,2)=vu2;
      a(m,1)=vu1;
      vu4=vu4-0.1;
      vu3=vu3+0.1;
      if vu4<.1
        vu4=0;
      end
      m=m+1;
    end
    if vu4<.1
      vu4=0;
    end
    vu4=v4-(j/10)-(n/10);
    vu3=v3;
    vu2=v2+(j/10);
```

```
cont1=cont1-1;
if vu4<.1
  vu4=0;
end
end
cont1=val-1-n;
cont2=val-1-n;
vu4=v4-(k/10);
vu3=v3;
vu2=v2;
vu1=v1+(k/10);
if vu4<.1
  vu4=0;
end
end
mf=zeros(1,13);
temp=zeros(1,12);
for i=1:1:length(a)
  opt=[0,0,0,0,1,0,0]*a(i,1);
  inc=[.11,.11,.11,.19,.11,.19,.19]*a(i,2);
  ex=[.17,.08,.08,.17,.08,.33,.08]*a(i,3);
  real=[.44,.01,.06,.26,0,.05,.18]*a(i,4);
  for j=1:1:7
    pf(j)=opt(j)+inc(j)+ex(j)+real(j);
  end
  suma=0;
  for j=1:1:7
    suma=suma+pf(j);
  end
  temp=[temp;[a(i,:),pf,suma]];
end
for i=1:1:length(a)+1
  z=-
18.586756+18.9781594*temp(i,5)+1.91510417
*temp(i,6)+19.0365996*temp(i,7)+18.5913027*
temp(i,8)+20.7669823*temp(i,9)+15.1004577*t
emp(i,10)+15.1285225*temp(i,11);
  y=1/(1+(exp(-z)));
  mf=[mf;[temp(i,:),y]];
end
mf(1:2,:)=[];
```

Anexo 14: Tabla de valores

En esta tabla se muestran los valores del índice de innovación obtenidos de acuerdo a la variación de los coeficientes del vector w . Se utiliza una escala de color para diferenciar los valores cercanos a uno, que marcan el valor máximo posible tanto para los factores de entrada como para la salida, es decir, el valor del índice de innovación. Los resultados se muestran ordenados de mayor a menor de acuerdo al valor del índice de innovación. Resaltado en negro se encuentra el puntaje actual de Michoacán en el Índice Nacional del Innovación, y por debajo de color rojo, se presentan aquellas configuraciones y valores que no serían aceptables para lograr el aumento del valor en el índice de innovación.

Tabla 43

Resultados del análisis de sensibilidad. Ordenado de mayor a menor de acuerdo al índice de innovación.

Optimización	Expertos	Incidencias	Históricos	Ind. Innovación
1	0	0	0	0.898459719
0.9	0.1	0	0	0.845375165
0.9	0	0.1	0	0.844920113
0.8	0	0	0.2	0.830834965
0.7	0	0	0.3	0.785366986
0.8	0.2	0	0	0.771593548
0.8	0.1	0.1	0	0.770980185
0.8	0	0.2	0	0.770365665
0.7	0.1	0	0.2	0.752149403
0.7	0	0.1	0.2	0.751500641
0.6	0	0	0.4	0.73162572
0.7	0.2	0	0.1	0.715652217
0.7	0.1	0.1	0.1	0.714944128
0.7	0	0.2	0.1	0.71423498
0.6	0.1	0	0.3	0.693338519
0.6	0	0.1	0.3	0.692598732
0.7	0.3	0	0	0.676095066
0.7	0.2	0.1	0	0.67533316
0.7	0.1	0.2	0	0.674570324
0.7	0	0.3	0	0.673806562

0.5	0	0	0.5	0.670081025
0.6	0.2	0	0.2	0.652185852
0.6	0.1	0.1	0.2	0.651396703
0.6	0	0.2	0.2	0.650606724
0.5	0.1	0	0.4	0.627484177
0.5	0	0.1	0.4	0.626671066
0.6	0.2	0.1	0.1	0.607799445
0.6	0.1	0.2	0.1	0.606970279
0.6	0	0.3	0.1	0.606140496
0.4	0	0	0.6	0.602098507
0.5	0.2	0	0.3	0.582811668
0.5	0.1	0.1	0.3	0.581966008
0.5	0	0.2	0.3	0.581119866
0.6	0.4	0	0	0.563268069
0.6	0.3	0.1	0	0.562412538
0.6	0.2	0.2	0	0.561556635
0.6	0.1	0.3	0	0.560700367
0.6	0	0.4	0	0.559843736
0.4	0.1	0	0.5	0.556533225
0.4	0	0.1	0.5	0.555674908
0.5	0.3	0	0.2	0.536737111
0.5	0.2	0.1	0.2	0.535872432
0.5	0.1	0.2	0.2	0.535007538
0.5	0	0.3	0.2	0.534142433
0.3	0	0	0.7	0.529934569
0.4	0.2	0	0.4	0.509996514
0.4	0.1	0.1	0.4	0.509127571
0.4	0	0.2	0.4	0.508258572
0.5	0.2	0.2	0.1	0.488288901
0.5	0.1	0.3	0.1	0.487420153
0.5	0	0.4	0.1	0.48655148
0.3	0.1	0	0.6	0.483198588
0.3	0	0.1	0.6	0.482330359
0.4	0.3	0	0.3	0.463285894
0.4	0.2	0.1	0.3	0.46242143
0.4	0.1	0.2	0.3	0.461557192
0.4	0	0.3	0.3	0.460693186
0.2	0	0	0.8	0.456496948
0.5	0.5	0	0	0.443489608
0.5	0.4	0.1	0	0.44263162
0.5	0.3	0.2	0	0.441773973
0.5	0.2	0.3	0	0.440916674
0.5	0.1	0.4	0	0.440059727

0.5	0	0.5	0	0.439203137
0.3	0.2	0	0.5	0.43675469
0.3	0.1	0.1	0.5	0.435899526
0.3	0	0.2	0.5	0.435044742
0.4	0.4	0	0.2	0.417210827
0.4	0.3	0.1	0.2	0.416365642
0.4	0.2	0.2	0.2	0.415520947
0.4	0.1	0.3	0.2	0.414676749
0.4	0	0.4	0.2	0.413833052
0.2	0.1	0	0.7	0.410580556
0.2	0	0.1	0.7	0.409739358
0.3	0.3	0	0.4	0.391394048
0.3	0.2	0.1	0.4	0.390566113
0.3	0.1	0.2	0.4	0.389738807
0.3	0	0.3	0.4	0.388912135
0.1	0	0	0.9	0.384903087
0.4	0.2	0.3	0.1	0.370102395
0.4	0.1	0.4	0.1	0.369292169
0.4	0	0.5	0.1	0.36848268
0.2	0.2	0	0.6	0.366171058
0.2	0.1	0.1	0.6	0.365364447
0.2	0	0.2	0.6	0.364558591
0.3	0.4	0	0.3	0.347835135
0.3	0.3	0.1	0.3	0.347046799
0.3	0.2	0.2	0.3	0.346259302
0.3	0.1	0.3	0.3	0.345472646
0.3	0	0.4	0.3	0.344686834
0.1	0.1	0	0.8	0.341661026
0.1	0	0.1	0.8	0.340879369
0.4	0.6	0	0	0.329939428
0.4	0.5	0.1	0	0.32917118
0.4	0.4	0.2	0	0.328403843
0.4	0.3	0.3	0	0.327637422
0.4	0.2	0.4	0	0.326871919
0.4	0.1	0.5	0	0.326107337
0.4	0	0.6	0	0.325343679
0.2	0.3	0	0.5	0.323925195
0.2	0.2	0.1	0.5	0.323164196
0.2	0.1	0.2	0.5	0.322404133
0.2	0	0.3	0.5	0.321645008
0	0	0	1	0.317968568
0.3	0.5	0	0.2	0.306681152
0.3	0.4	0.1	0.2	0.305942333

0.3	0.3	0.2	0.2	0.305204509
0.3	0.2	0.3	0.2	0.304467685
0.3	0.1	0.4	0.2	0.303731862
0.3	0	0.5	0.2	0.302997042
0.1	0.2	0	0.7	0.300900493
0.1	0.1	0.1	0.7	0.30016957
0.1	0	0.2	0.7	0.299439663
0.2	0.4	0	0.4	0.28436661
0.2	0.3	0.1	0.4	0.283659554
0.2	0.2	0.2	0.4	0.282953561
0.2	0.1	0.3	0.4	0.282248633
0.2	0	0.4	0.4	0.281544771
0	0.1	0	0.9	0.278837401
0	0	0.1	0.9	0.278138749
0.3	0.6	0	0.1	0.268392446
0.3	0.5	0.1	0.1	0.267710251
0.3	0.2	0.4	0.1	0.265670276
0.3	0.1	0.5	0.1	0.264992493
0.3	0	0.6	0.1	0.264315817
0.1	0.3	0	0.6	0.263059664
0.1	0.2	0.1	0.6	0.262386161
0.1	0.1	0.2	0.6	0.261713771
0.1	0	0.3	0.6	0.261042494
0.2	0.5	0	0.3	0.247867845
0.2	0.4	0.1	0.3	0.24722019
0.2	0.3	0.2	0.3	0.246573672
0.2	0.2	0.3	0.3	0.245928292
0.2	0.1	0.4	0.3	0.245284052
0.2	0	0.5	0.3	0.244640952
0	0.2	0	0.8	0.242807527
0	0.1	0.1	0.8	0.242168837
0	0	0.2	0.8	0.241531291
0.3	0.7	0	0.00E+00	0.233275644
0.3	0.6	0.1	0	0.232654323
0.3	0.5	0.2	0	0.232034155
0.3	0.4	0.3	0	0.231415143
0.3	0.3	0.4	0	0.230797285
0.3	0.2	0.5	0	0.230180583
0.3	0.1	0.6	0	0.229565037
0.3	0	0.7	0	0.228950648
0.1	0.4	0	0.5	0.228422758
0.1	0.3	0.1	0.5	0.227810522
0.1	0.2	0.2	0.5	0.227199443

0.1	0.1	0.3	0.5	0.226589523
0.1	0	0.4	0.5	0.225980761
0.2	0.6	0	0.2	0.21464861
0.2	0.5	0.1	0.2	0.21406305
0.2	0.4	0.2	0.2	0.213478653
0.2	0.3	0.3	0.2	0.212895419
0.2	0.2	0.4	0.2	0.212313349
0.2	0.1	0.5	0.2	0.211732441
0.2	0	0.6	0.2	0.211152698
0	0.3	0	0.7	0.210077053
0	0.2	0.1	0.7	0.209500638
0	0.1	0.2	0.7	0.208925385
0	0	0.3	0.7	0.208351296
0.1	0.5	0	0.4	0.197126537
0.1	0.4	0.1	0.4	0.196576813
0.1	0.3	0.2	0.4	0.196028247
0.1	0.2	0.3	0.4	0.195480839
0.1	0.1	0.4	0.4	0.19493459
0.1	0	0.5	0.4	0.194389498
0.2	0.7	0	0.1	0.184787615
0.2	0.6	0.1	0.1	0.184264403
0.2	0.2	0.5	0.1	0.182183022
0.2	0.1	0.6	0.1	0.181665541
0.2	0	0.7	0.1	0.181149205
0	0.4	0	0.6	0.180705699
0	0.3	0.1	0.6	0.18019149
0	0.2	0.2	0.6	0.179678423
0	0.1	0.3	0.6	0.179166497
0	0	0.4	0.6	0.178655713
0.1	0.6	0	0.3	0.169178039
0.1	0.5	0.1	0.3	0.168689878
0.1	0.4	0.2	0.3	0.168202841
0.1	0.3	0.3	0.3	0.167716926
0.1	0.2	0.4	0.3	0.167232133
0.1	0.1	0.5	0.3	0.16674846
0.1	0	0.6	0.3	0.166265907
0.2	0.8	0	0.00E+00	0.158243721
0.2	0.7	0.1	0	0.157781119
0.2	0.6	0.2	0	0.157319617
0.2	0.5	0.3	0	0.156859213
0.2	0.4	0.4	0	0.156399907
0.2	0.3	0.5	0	0.155941697
0.2	0.2	0.6	0	0.155484582

0.2	0.1	0.7	0	0.15502856
0	0.5	0	0.5	0.154636929
0.2	0	0.8	0	0.154573632
0	0.4	0.1	0.5	0.15418294
0	0.3	0.2	0.5	0.153730041
0	0.2	0.3	0.5	0.153278232
0	0.1	0.4	0.5	0.152827511
0	0	0.5	0.5	0.152377876
0.1	0.7	0	0.2	0.144478998
0.1	0.6	0.1	0.2	0.14404975
0.1	0.5	0.2	0.2	0.143621562
0.1	0.4	0.3	0.2	0.143194435
0.1	0.3	0.4	0.2	0.142768365
0.1	0.2	0.5	0.2	0.142343353
0.1	0.1	0.6	0.2	0.141919397
0.1	0	0.7	0.2	0.141496495
0	0.6	0	0.4	0.131724226
0	0.5	0.1	0.4	0.131327055
0	0.4	0.2	0.4	0.130930901
0	0.3	0.3	0.4	0.130535762
0	0.2	0.4	0.4	0.130141638
0	0.1	0.5	0.4	0.129748525
0	0	0.6	0.4	0.129356424
0.1	0.7	0.1	0.1	0.12247848
0.1	0.6	0.2	0.1	0.122105266
0.1	0.5	0.3	0.1	0.121733032
0.1	0.4	0.4	0.1	0.121361775
0.1	0.3	0.5	0.1	0.120991495
0.1	0.2	0.6	0.1	0.120622189
0.1	0.1	0.7	0.1	0.120253856
0.1	0	0.8	0.1	0.119886495
0	0.7	0	0.3	0.1117577
0	0.6	0.1	0.3	0.111413006
0	0.5	0.2	0.3	0.111069243
0	0.4	0.3	0.3	0.110726408
0	0.3	0.4	0.3	0.1103845
0	0.2	0.5	0.3	0.110043517
0	0.1	0.6	0.3	0.109703457
0	0	0.7	0.3	0.10936432
0.1	0.9	0	0.00E+00	0.104069706
0.1	0.8	0.1	0	0.103745955
0.1	0.7	0.2	0	0.103423094
0.1	0.6	0.3	0	0.103101123

0.1	0.5	0.4	0	0.10278004
0.1	0.4	0.5	0	0.102459842
0.1	0.3	0.6	0	0.102140528
0.1	0.2	0.7	0	0.101822097
0.1	0.1	0.8	0	0.101504545
0.1	0	0.9	0	0.101187873
0	0.8	0	0.2	0.094488312
0	0.7	0.1	0.2	0.094191234
0	0.6	0.2	0.2	0.093894993
0	0.5	0.3	0.2	0.093599588
0	0.4	0.4	0.2	0.093305017
0	0.3	0.5	0.2	0.093011277
0	0.2	0.6	0.2	0.092718367
0	0.1	0.7	0.2	0.092426286
0	0	0.8	0.2	0.092135032
0	0.7	0.2	0.1	0.079139916
0	0.6	0.3	0.1	0.07888689
0	0.5	0.4	0.1	0.078634605
0	0.4	0.5	0.1	0.078383057
0	0.3	0.6	0.1	0.078132246
0	0.2	0.7	0.1	0.07788217
0	0.1	0.8	0.1	0.077632827
0	0	0.9	0.1	0.077384215
0	1	0	0	0.06696646
0	0.9	0.1	0	0.066749534
0	0.8	0.2	0	0.066533261
0	0.7	0.3	0	0.066317639
0	0.6	0.4	0	0.066102666
0	0.5	0.5	0	0.065888341
0	0.4	0.6	0	0.065674661
0	0.3	0.7	0	0.065461626
0	0.2	0.8	0	0.065249234
0	0.1	0.9	0	0.065037483
0	0	1	0	0.064826372

Nota. Elaboración propia.

Anexo 15: Matriz de similitudes

Tabla 44

Matriz de similitudes Parte 1

	1:Aguascalientes	2:Baja California	3:Baja California Sur	4:Campeche	6:Colima	7:Chiapas	8:Chihuahua	9:Durango	10:Guanajuato	11:Guerrero	12:Hidalgo
1:Aguascalientes	1	0.76456397	0.9615275	0.82997351	0.96354176	0.91940538	0.92571896	0.59699663	0.66172015	0.98556801	0.96148923
2:Baja California	0.76456397	1	0.82156952	0.98017944	0.847559616	0.89575128	0.88878155	0.96311458	0.98551763	0.79336471	0.79806212
3:Baja California Sur	0.9615275	0.82156952	1	0.87893265	0.967147245	0.93876122	0.98578596	0.64918735	0.73917723	0.9745986	0.99350917
4:Campeche	0.82997351	0.98017944	0.87893265	1	0.917779981	0.95738384	0.93139115	0.90151913	0.95201827	0.87073953	0.87224329
5:Coahuila de Zaragoza	0.42466384	0.87925361	0.4656734	0.79726047	0.519568928	0.60931889	0.5846407	0.97212915	0.92457114	0.44078323	0.42514972
6:Colima	0.96354176	0.84755962	0.96714724	0.91777998	1	0.989024	0.95548164	0.68256244	0.76959552	0.99188026	0.98094505
7:Chiapas	0.91940538	0.89575128	0.93876122	0.95738384	0.989024002	1	0.94805508	0.7526341	0.83673418	0.96304486	0.95398645
8:Chihuahua	0.92571896	0.88878155	0.98578596	0.93139115	0.955481637	0.94805508	1	0.74540982	0.82944242	0.94789502	0.97278725
9:Durango	0.59699663	0.96311458	0.64918735	0.90151913	0.682562444	0.7526341	0.74540982	1	0.9779886	0.61426244	0.61095941
10:Guanajuato	0.66172015	0.98551763	0.73917723	0.95201827	0.769595525	0.83673418	0.82944242	0.9779886	1	0.7032369	0.71402193
11:Guerrero	0.98556801	0.79336471	0.9745986	0.87073953	0.991880258	0.96304486	0.94789502	0.61426244	0.7032369	1	0.98643021
12:Hidalgo	0.96148923	0.79806212	0.99350917	0.87224329	0.980945047	0.95398645	0.97278725	0.61095941	0.71402193	0.98643021	1
13:Jalisco	0.6699263	0.98802729	0.74186944	0.95927956	0.785825542	0.85422135	0.82575584	0.97411931	0.99595587	0.71574583	0.72273642
14:México	0.90934832	0.94822085	0.95958334	0.96936732	0.953627391	0.96165748	0.9853081	0.83441743	0.89727184	0.93142993	0.94437231
15:Michoacán de Ocampo	0.30283152	0.79113157	0.31564292	0.69535455	0.398095429	0.49639183	0.43504958	0.91980422	0.84292839	0.31243762	0.27827034
16:Morelos	0.95587456	0.8117718	0.99507422	0.88332714	0.979075988	0.95542104	0.97938682	0.62908527	0.73032873	0.98190806	0.99917781
17:Nayarit	0.94387575	0.85802217	0.98179469	0.92657203	0.99110924	0.98370539	0.97887596	0.69009952	0.78715147	0.98032462	0.99035077
18:Nuevo León	0.9092567	0.91811342	0.97394701	0.95359353	0.958779581	0.9624131	0.99514815	0.78393753	0.86736821	0.94079656	0.96393273
19:Oaxaca	0.99156368	0.79524413	0.98138856	0.86715443	0.983146156	0.95001761	0.95738441	0.621528	0.70517026	0.99658304	0.98543095
20:Puebla	0.67673837	0.98950456	0.74996639	0.95663394	0.782702895	0.84754344	0.83568661	0.97777609	0.99931416	0.71707814	0.72590042
21:Querétaro	0.9490506	0.84343317	0.99632281	0.90347074	0.9764335	0.9585898	0.99035501	0.67316687	0.77041703	0.9751429	0.99508239
22:Quintana Roo	0.95526076	0.82968799	0.99506942	0.89160215	0.966674958	0.94377533	0.99081052	0.66229776	0.75723566	0.97266995	0.98976929

23:San Luis Potosí	0.93463513	0.90848548	0.97915683	0.95231101	0.981132363	0.98064601	0.98863303	0.76487416	0.846708	0.96467265	0.97634411
24:Sinaloa	0.97834581	0.85309615	0.98898538	0.89777533	0.96765934	0.94105411	0.98077266	0.70445115	0.77144411	0.97550614	0.97613097
25:Sonora	0.96983462	0.87824398	0.9613796	0.9078744	0.949171467	0.9275284	0.96080467	0.75696078	0.79740062	0.95346813	0.94132117
26:Tabasco	0.50699788	0.93023381	0.57353885	0.88764505	0.652588291	0.74708612	0.67736093	0.96461813	0.96149086	0.56219413	0.55898045
27:Tamaulipas	0.91453564	0.87841424	0.98113149	0.93119768	0.95685573	0.95304764	0.9973188	0.72827538	0.8231303	0.94678158	0.97420015
28:Tlaxcala	0.9837442	0.83703138	0.99224942	0.89135611	0.981376628	0.95327284	0.97532562	0.67446155	0.74997437	0.98824283	0.98779136
29:Veracruz de Ignacio de la Llave	0.5310825	0.93876511	0.57712663	0.8806487	0.643664249	0.7289644	0.67952112	0.98850776	0.96419431	0.56248771	0.55008851
30:Yucatán	0.76091488	0.99238131	0.83733345	0.98949947	0.862600882	0.91408559	0.90644338	0.93820412	0.98179295	0.80601728	0.82135853
31:Zacatecas	0.63088308	0.96805126	0.66368488	0.91826056	0.720330255	0.78951792	0.75195352	0.99412589	0.97646193	0.65169122	0.63537937

Nota. Elaboración propia.

Tabla 45

Matriz de similitudes Parte 2

13:Jalisco	14:México	16:Morelos	17:Nayarit	18:Nuevo León	19:Oaxaca	20:Puebla	21:Querétaro	22:Quintana Roo	23:San Luis Potosí	24:Sinaloa	25:Sonora	26:Tabasco
0.6699263	0.90934832	0.95587456	0.94387575	0.9092567	0.99156368	0.67673837	0.9490506	0.95526076	0.93463513	0.97834581	0.96983462	0.50699788
0.98802729	0.94822085	0.8117718	0.85802217	0.91811342	0.79524413	0.98950456	0.84343317	0.82968799	0.90848548	0.85309615	0.87824398	0.93023381
0.74186944	0.95958334	0.99507422	0.98179469	0.97394701	0.98138856	0.74996639	0.99632281	0.99506942	0.97915683	0.98898538	0.9613796	0.57353885
0.95927956	0.96936732	0.88332714	0.92657203	0.95359353	0.86715443	0.95663394	0.90347074	0.89160215	0.95231101	0.89777533	0.9078744	0.88764505
0.9151049	0.69217033	0.44488088	0.5210884	0.63113748	0.44907869	0.91951942	0.49609129	0.4899155	0.60633787	0.53781191	0.60690596	0.95177901
0.78582554	0.95362739	0.97907599	0.99110924	0.95877958	0.98314616	0.7827029	0.9764335	0.96667496	0.98113236	0.96765934	0.94917147	0.65258829
0.85422135	0.96165748	0.95542104	0.98370539	0.9624131	0.95001761	0.84754344	0.9585898	0.94377533	0.98064601	0.94105411	0.9275284	0.74708612
0.82575584	0.9853081	0.97938682	0.97887596	0.99514815	0.95738441	0.83568661	0.99035501	0.99081052	0.98863303	0.98077266	0.96080467	0.67736093
0.97411931	0.83441743	0.62908527	0.69009952	0.78393753	0.621528	0.97777609	0.67316687	0.66229776	0.76487416	0.70445115	0.75696078	0.96461813
0.99595587	0.89727184	0.73032873	0.78715147	0.86736821	0.70517026	0.99931416	0.77041703	0.75723566	0.846708	0.77144411	0.79740062	0.96149086
0.71574583	0.93142993	0.98190806	0.98032462	0.94079656	0.99658304	0.71707814	0.9751429	0.97266995	0.96467265	0.97550614	0.95346813	0.56219413

0.72273642	0.94437231	0.99917781	0.99035077	0.96393273	0.98543095	0.72590042	0.99508239	0.98976929	0.97634411	0.97613097	0.94132117	0.55898045
1	0.89894097	0.73812659	0.79871495	0.86721295	0.7114728	0.99775238	0.77458148	0.75452109	0.85414358	0.77145403	0.7973404	0.97126968
0.89894097	1	0.95161218	0.96686713	0.99382306	0.9362973	0.90503516	0.96874434	0.9616368	0.99115716	0.968979	0.9648682	0.77553751
0.84077301	0.56435633	0.296756	0.38421341	0.48927503	0.31510291	0.8391183	0.34706738	0.33611125	0.47325601	0.40106726	0.48666358	0.91637817
0.73812659	0.95161218	1	0.99231786	0.97058762	0.98202022	0.7413593	0.9972929	0.9920941	0.98027917	0.97735746	0.94393895	0.57719548
0.79871495	0.96686713	0.99231786	1	0.97975451	0.97498829	0.79760615	0.99241546	0.98278179	0.99137724	0.96982932	0.94306273	0.65970336
0.86721295	0.99382306	0.97058762	0.97975451	1	0.94491205	0.87412436	0.984711	0.97851887	0.99466861	0.96970248	0.95123736	0.73166862
0.7114728	0.9362973	0.98202022	0.97498829	0.94491205	1	0.717575	0.97754421	0.98148826	0.96345306	0.98661443	0.96768859	0.55059685
0.99775238	0.90503516	0.7413593	0.79760615	0.87412436	0.717575	1	0.78022663	0.76503582	0.85653586	0.78214523	0.80810497	0.9609562
0.77458148	0.96874434	0.9972929	0.99241546	0.984711	0.97754421	0.78022663	1	0.99538895	0.9891166	0.98239746	0.95225255	0.6164522
0.75452109	0.9616368	0.9920941	0.98278179	0.97851887	0.98148826	0.76503582	0.99538895	1	0.97911406	0.98711123	0.95948475	0.59029593
0.85414358	0.99115716	0.98027917	0.99137724	0.99466861	0.96345306	0.85653586	0.9891166	0.97911406	1	0.97688567	0.95993246	0.72018179
0.77145403	0.968979	0.97735746	0.96982932	0.96970248	0.98661443	0.78214523	0.98239746	0.98711123	0.97688567	1	0.99054303	0.61251061
0.7973404	0.9648682	0.94393895	0.94306273	0.95123736	0.96768859	0.80810497	0.95225255	0.95948475	0.95993246	0.99054303	1	0.65468627
0.97126968	0.77553751	0.57719548	0.65970336	0.73166862	0.55059685	0.9609562	0.6164522	0.59029593	0.72018179	0.61251061	0.65468627	1
0.82000523	0.97767623	0.98091995	0.98291471	0.99318571	0.95348848	0.82829766	0.99015372	0.99009229	0.98627326	0.96994964	0.94400321	0.67479952
0.75635455	0.96255586	0.98713942	0.98042863	0.96661285	0.99301722	0.76274243	0.9877672	0.98669095	0.98016846	0.9961384	0.98052625	0.59732569
0.96791562	0.78193016	0.56788506	0.64424914	0.72821174	0.56006115	0.96395223	0.61055462	0.59262481	0.71526722	0.63308245	0.68866338	0.98881866
0.98443829	0.95318833	0.83602317	0.88243341	0.93475813	0.80487771	0.98405751	0.86483725	0.85011612	0.92243307	0.85452011	0.8667258	0.92398027
0.97885897	0.84478942	0.65046073	0.71652083	0.79343158	0.65271718	0.97848448	0.69016555	0.67647162	0.78413198	0.72124857	0.77343139	0.97165616

Nota. Elaboración propia.

Tabla 46

Matriz de similitudes Parte 3

27:Tamaulipas	28:Tlaxcala	29:Veracruz de Ignacio de la Llave	30:Yucatán	31:Zacatecas	32:Optimización
0.91453564	0.9837442	0.5310825	0.76091488	0.63088308	0.15578899
0.87841424	0.83703138	0.93876511	0.99238131	0.96805126	0.04547439

0.98113149	0.99224942	0.57712663	0.83733345	0.66368488	0.02605723
0.93119768	0.89135611	0.8806487	0.98949947	0.91826056	0.13712844
0.5683767	0.49961678	0.98024287	0.84751586	0.96349593	0.06742788
0.95685573	0.98137663	0.64366425	0.86260088	0.72033025	0.13795434
0.95304764	0.95327284	0.7289644	0.91408559	0.78951792	0.14982135
0.9973188	0.97532562	0.67952112	0.90644338	0.75195352	0.02188993
0.72827538	0.67446155	0.98850776	0.93820412	0.99412589	0.04259047
0.8231303	0.74997437	0.96419431	0.98179295	0.97646193	0.00186039
0.94678158	0.98824283	0.56248771	0.80601728	0.65169122	0.13717285
0.97420015	0.98779136	0.55008851	0.82135853	0.63537937	0.05426792
0.82000523	0.75635455	0.96791562	0.98443829	0.97885897	0.02424622
0.97767623	0.96255586	0.78193016	0.95318833	0.84478942	0.02259146
0.41575547	0.36488697	0.94831732	0.74723917	0.91735645	0.11579679
0.98091995	0.98713942	0.56788506	0.83602317	0.65046073	0.05916733
0.98291471	0.98042863	0.64424914	0.88243341	0.71652083	0.09761161
0.99318571	0.96661285	0.72821174	0.93475813	0.79343158	0.00260125
0.95348848	0.99301722	0.56006115	0.80487771	0.65271718	0.13173065
0.82829766	0.76274243	0.96395223	0.98405751	0.97848448	0.00313777
0.99015372	0.9877672	0.61055462	0.86483725	0.69016555	0.02572268
0.99009229	0.98669095	0.59262481	0.85011612	0.67647162	0.0476548
0.98627326	0.98016846	0.71526722	0.92243307	0.78413198	0.04128922
0.96994964	0.9961384	0.63308245	0.85452011	0.72124857	0.07325449
0.94400321	0.98052625	0.68866338	0.8667258	0.77343139	0.12612234
0.67479952	0.59732569	0.98881866	0.92398027	0.97165616	0.09122443
1	0.9672198	0.66769232	0.90434402	0.73687564	0.0345105
0.9672198	1	0.60902365	0.84238012	0.69773484	0.07179825
0.66769232	0.60902365	1	0.91708725	0.99133292	0.09081064
0.90434402	0.84238012	0.91708725	1	0.94325962	0.05367835
0.73687564	0.69773484	0.99133292	0.94325962	1	0.0847912

Nota. Elaboración propia.