

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA APLICADA VI
(Hacienda Pública y Sistema Fiscal)



TESIS DOCTORAL

**Modelo de gestión del conocimiento para el impacto económico.
Aplicación al sector defensa**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

José Ramón Coz Fernández

DIRECTORA

Aurelia Valiño Castro

Madrid, 2016

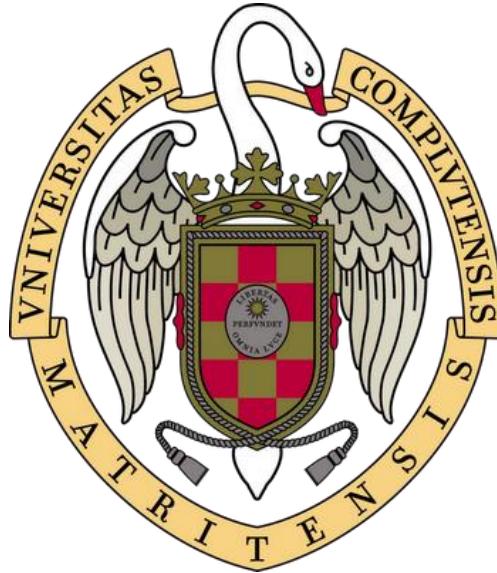
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y

EMPRESARIALES

Departamento de Economía Aplicada VI

(Hacienda Pública y Sistema Fiscal)



TESIS DOCTORAL

**Modelo de Gestión del Conocimiento para el Impacto
Económico. Aplicación al sector Defensa.**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR EN ECONOMIA

PRESENTADA POR

José Ramón Coz Fernández

Director:

Aurelia Valiño Castro

Madrid, 2016

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y

EMPRESARIALES

Departamento de Economía Aplicada VI

(Hacienda Pública y Sistema Fiscal)



**MODELO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO
PARA EL IMPACTO ECONÓMICO.
APLICACIÓN AL SECTOR DEFENSA.**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR EN
ECONOMIA PRESENTADA POR**

José Ramón Coz Fernández

Bajo la dirección de la Catedrática de Universidad

Aurelia Valiño Castro

Madrid, 2016

Agradecimientos

Tengo tanto que agradecer a muchas personas que han formado parte de mi vida personal, investigadora y profesional durante la realización de esta Tesis Doctoral que sería muy difícil abarcar a todos y cada uno de ellos. La Tesis, que cubre unos cinco años de investigaciones, ha sido realizada en un contexto complejo, en el que la compatibilización entre la vida laboral, la personal y la investigadora, se antojaba casi utópica. Sin el soporte y apoyo de muchas personas esto no habría sido posible.

Desde la parte investigadora, en primer lugar, quisiera agradecer a mi tutora de Tesis Doctoral, la Catedrática Aurelia Valiño Castro, su pragmatismo, sus estudios e investigaciones en la materia, sus conocimientos y amplia experiencia, y su gran dedicación, constituyen una parte esencial de esta Tesis. También quisiera agradecer al Ejército del Aire de España, haciendo una mención muy especial al General José Jiménez Lorenzo Bastida y al Coronel José Antonio Manzanares, por su gran apoyo. El soporte documental, las tertulias de economía y su amplia experiencia y conocimientos han sido muy enriquecedores. También quisiera mencionar al personal de la Facultad de Economía de la Universidad Complutense de Madrid, por su buen hacer. A Marta Torija, compañera de estudios de Máster y Doctorado, también le agradezco sus gestiones administrativas y le deseo suerte con su Tesis.

Por la parte profesional, tengo que destacar a Jose Enrique Diez Bejerano y al Doctor Néstor Duch por su gran profesionalidad durante la Cátedra de Economía y Mercados de Isdefe con el Instituto de Economía de Barcelona, liderada por los ex-Vicepresidentes de Isdefe Maurici Lucena e Ignasi Nieto, y el Almirante Beltrán, con los que tuve el placer de compartir tres años de una actividad profesional extraordinariamente positiva, en una colaboración muy estrecha con la Secretaria de Estado de Defensa. Les agradezco enormemente la oportunidad que me brindaron para estudiar un Master sobre Economía y Logística de la Defensa en la Universidad Complutense de Madrid dirigido por el Profesor Antonio Fonfría, que constituyó parte de los pilares para la posterior realización de la Tesis Doctoral. También quiero mencionar a mi compañero de trabajo Oscar Macias por sus revisiones independientes.

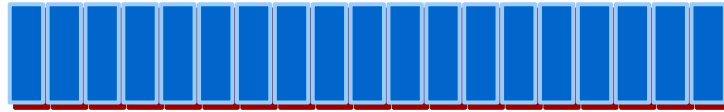
Desde el lado personal, agradecer a mi mujer Julia Portilla por su apoyo incondicional, en todas sus facetas, y su extremada paciencia por mis largas horas de estudios e investigaciones. A mis padres José Ramón y Olga por su gran apoyo afectivo y su motivación. A mi hermano Alberto y a Diego Herranz que han sido siempre un ejemplo muy destacado de profesionalidad investigadora y docente.

Por último, quisiera agradecer a los Autores que menciono en esta Tesis por todo lo que han aportado a este trabajo. Muchas gracias.

“En los momentos actuales la economía y la dirección de empresas están siendo explicadas a partir del enfoque del conocimiento”

Eduardo Bueno Campos

Índice General



Contenido General

RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL	1
<i>Resumen</i>	2
<i>Abstract</i>	9
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN A LA TESIS DOCTORAL	15
1. Introducción	16
CAPITULO 2: EL ESTADO DEL ARTE DE LAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN	23
2. Estado del Arte	24
CAPITULO 3: PRESENTACIÓN DEL MODELO MOCIE	55
3. El Modelo MOCIE	56
CAPITULO 4: EL MODELO MOCIE. UN CASO DE ESTUDIO	109
4. MOCIE. Un caso de estudio	110
CAPITULO 5: APLICACIONES AVANZADAS CON MOCIE	151
5. Aplicaciones avanzadas con MOCIE	152
CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	193
6. Conclusiones y Trabajos Futuros	194
BIBLIOGRAFIA DE LA TESIS DOCTORAL	211
<i>Bibliografía</i>	212
ANEXOS (A->D) DE LA TESIS DOCTORAL	231
ANEXO A. Acrónimos	232
ANEXO B. Glosario de Términos	237
ANEXO C. Procesos, tablas y parámetros	245
ANEXO D. Algoritmos y Programación	287
ANEXO E. Web SIMOCIE	301

Índice Detallado

Contenido Detallado

RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL	1
<i>Resumen</i>	2
<i>Abstract</i>	9
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN A LA TESIS DOCTORAL	15
1. Introducción	16
1.1. Visión General de la Tesis	16
1.2. Estructura del Documento	18
CAPITULO 2: EL ESTADO DEL ARTE DE LAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN	23
2. Estado del Arte	24
2.1. Análisis del Impacto Económico	25
2.2. La Gestión del Conocimiento	29
2.3. Los algoritmos genéticos	30
2.4. Visión General del Sector de la Defensa	32
2.5. El Sector de Defensa en España	38
2.6. Los programas de Defensa	44
2.6.1. El proceso de Planeamiento	45
2.6.2. Planeamiento de Recursos	49
2.6.3. Planeamiento Concurrente	49
2.6.4. El proceso de Adquisiciones	50
CAPITULO 3: PRESENTACIÓN DEL MODELO MOCIE	55
3. El Modelo MOCIE	56
3.1. Visión General del Modelo	57
3.2. Los cinco niveles de MOCIE	64
3.2.1. El nivel cero: parametrización de inputs	64
3.2.2. El nivel uno: desarrollo de interfaces	67
3.2.3. El nivel dos: el modelo de impacto económico	68
3.2.4. El nivel tres: predicciones	80
3.2.5. El nivel cuatro: mantenimiento de reglas y sensores	83
3.2.6. El nivel cinco: los interfaces de uso	87
3.3. SIMOCIE como sistema de soporte	91

3.4 El Marco de Gestión de Programas	94
3.4.1 Fase Conceptual	94
3.4.2 Fase de Definición y Decisión	96
3.4.3 Fase de Ejecución	101
3.4.4 Fase de Servicio	102
3.5. Uso de MOCIE en los Programas de Defensa	104
CAPITULO 4: EL MODELO MOCIE. UN CASO DE ESTUDIO	109
4. MOCIE. Un caso de estudio.	110
4.1. Marco General de Control	111
4.2. Los Programas Especiales de Armamento	119
4.3. Alcance del caso de estudio	123
4.4. Procesamiento del Caso a través de SIMOCIE	128
4.4.1 Parametrización de inputs	128
4.4.2. Desarrollo de interfaces	130
4.4.3. El modelo de impacto del caso de estudio	131
4.4.4. Programas Presupuestados, Ofertados y Ejecutados	135
4.5. Análisis de Impacto	136
4.5.1. Impacto en la Producción	136
4.5.2. Impacto en el Empleo	138
4.5.3. Impacto en sectores estratégicos	140
4.5.4. Multiplicadores	147
4.5.5. Importancia Relativa	149
CAPITULO 5: APLICACIONES AVANZADAS CON MOCIE	151
5. Aplicaciones avanzadas con MOCIE	152
5.1. SIMOCIE como un sistema dinámico	153
5.2. Modelo Evolutivo y Algoritmos Genéticos	154
5.2.1. Codificación y análisis de la población	157
5.2.2. Análisis de la Población Inicial	158
5.2.3. Evaluación y Reproducción de la Población	160
5.2.4. Mutación de la Población	165
5.3. SIMOCIE Genético	171
5.3.1. Módulos de Tasas de Crecimiento	172
5.3.2. Módulos de Matrices Input Output	174
5.3.3. Módulo de Obtención de la Población Objetivo	175
5.3.4. Módulo de integración con Eurometodo	180
5.3.5. Módulos Generales	182
5.4. Computación Genética: Proceso General simplificado	185
5.4.1. Número máximo de poblaciones	188
5.4.2. Objetivo de desviación	189
CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	193
6. Conclusiones y Trabajos Futuros	194
6.1. Conclusiones	194
6.1.1. Conclusiones sobre la Gestión del Conocimiento	196
6.1.2. Conclusiones sobre el Impacto Económico	198
6.1.3. Conclusiones sobre la industria de Defensa y sus Programas	202
6.1.4. La Arquitectura de Sistemas y la Computación Genética	205

6.2. Trabajos Futuros	208
BIBLIOGRAFIA DE LA TESIS DOCTORAL	211
<i>Bibliografía</i>	212
ANEXOS (A->D) DE LA TESIS DOCTORAL	231
ANEXO A. Acrónimos	232
ANEXO B. Glosario de Términos	237
ANEXO C. Procesos, tablas y parámetros	245
C.1. Interfaces del Caso de Estudio	247
C.2. Marco IO del Caso de Estudio	252
C.3. Obtención de las Tasas de Crecimiento	261
C.4. Establecimiento de Reglas para Evaluar la Población	272
C.5. Definiciones preliminares proceso Eurometodo	276
C.6. Resumen de Eurometodo con SIMOCIE	282
ANEXO D. Algoritmos y Programación	287
D.1. Resumen de Constantes	289
D.2. Algoritmo de Reinicio	290
D.3. Algoritmo con limite Genético el número de poblaciones	293
D.4. Algoritmo con limite Genético la desviación objetivo	297
D.5. Algoritmo de la Función Mutación	300
ANEXO E. Web SIMOCIE	301

Índice de Figuras

Figura 1-1 Organización de la Tesis Doctoral	21
Figura 2-1 Gasto Militar OTAN 2000-2014	33
Figura 2-2 Gasto Militar de los principales países OTAN en porcentaje del PIB.....	34
Figura 2-3 Evolución comparativa de los mayores inversores en Defensa y España.....	35
Figura 2-4 Número de empresas de gran facturación en Defensa por país	36
Figura 2-5 Facturación de Defensa de las empresas Mundiales, excluyendo EEUU	37
Figura 2-6 Entidades que participan en el planeamiento.	46
Figura 2-7 Detalle del proceso de planeamiento.....	47
Figura 3-1 Estructura General de MOCIE.....	58
Figura 3-2 Toma de Decisiones en MOCIE.	61
Figura 3-3 Conceptos de Visualización en MOCIE.	63
Figura 3-4 Estructura general del Marco Input - Output.....	70
Figura 3-5 Marco Input – Output con tres sectores.....	71
Figura 3-6 Métodos de actualización del marco IO	84
Figura 3-7 Visión General de MOCIE	87
Figura 3-8 Visitas del Nivel cero de MOCIE	88
Figura 3-9 Algunas Vistas de los Niveles MOCIE.....	89
Figura 3-10 Esquema del Sistema de Información de Soporte a MOCIE	91
Figura 3-11 Conceptos de Visualización y Niveles en SIMOCIE.....	93
Figura 4-1 Gestión de Proyectos por PRINCE2.....	115
Figura 4-2 Programas Especiales de Armamento (PEAs).....	122
Figura 4-3 Extracto de la Tabla IO Integrada en nuestro sistema SIMOCIE	133
Figura 4-4 Impacto en la Producción del Caso de Estudio.....	137
Figura 4-5 Impacto Global en la Producción del Caso de Estudio.	138
Figura 4-6 Impacto en el Empleo del Caso de Estudio.	139
Figura 4-7 Impacto Global en el Empleo del Caso de Estudio.....	140
Figura 4-9 Impacto económico en sectores estratégicos del Caso de Estudio.....	143
Figura 4-10 Impacto global en sectores estratégicos del Caso de Estudio.	144
Figura 4-11 Impacto en empleo de sectores estratégicos del Caso de Estudio.....	145
Figura 4-9 Impacto global en empleo de sectores estratégicos.....	146
Figura 5-2 Obtención de la Matriz de Inputs Primarios y la Demanda Final.....	163

Figura 5-3 TCs utilizadas durante el proceso de programación genética	165
Figura 5-4 Evolución de la Función de Mutación.	167
Figura 5-5 Interfaz de los Niveles 4 y 5 de SIMOCIE.....	171
Figura 5-6 Interfaz Genético de los Niveles 4 y 5 de SIMOCIE.....	172
Figura 5-7 Descripción de las filas de la Matriz de Desviación en SIMOCIE.	176
Figura 5-8 Descripción de las celdas relevantes de la Matriz de Desviación	177
Figura 5-9 Módulos Generales de SIMOCIE.	182
Figura 5-10 Computación Genética. Proceso General Simplificado.	191
Figura C-19 Proceso simplificado de Eurométodo con SIMOCIE	286
Figura E-1 Código QR de la página Web de SIMOCIE	302
Figura E-2 Algunos Interfaces del Portal Web de SIMOCIE.....	304

Índice de Tablas

Tabla 4-8 Sectores del estudio.....	141
Tabla 5-1 Elementos de la Matriz de Inputs Primarios.....	162
Tabla 6-1 Objetivos y Áreas de Investigación.....	194
Tabla C-1 Interfaz Programa Guerra Electrónica.	248
Tabla C-2 Interfaz Programa Comunicaciones.....	249
Tabla C-3 Interfaz Programa Actualización Media Vida.	250
Tabla C-4 Interfaz Programa Mayor Sistema de Armas.	251
Tabla C-5 Vectores Demanda del caso de Estudio 1 de 4.....	253
Tabla C-6 Vectores Demanda del caso de Estudio 2 de 4.....	254
Tabla C-7 Vectores Demanda del caso de Estudio 3 de 4.....	255
Tabla C-8 Vectores Demanda del caso de Estudio 4 de 4.....	256
Tabla C-9 Resumen de Multiplicadores.....	257
Tabla C-10 Resumen de Multiplicadores por Sectores.....	258
Tabla C-11 Resumen del Impacto Económico.....	259
Tabla C-12 Importancia Relativa de los Programas.....	260
Tabla C-13 Cuentas de producción y explotación por ramas de actividad.....	264
Tabla C-14 Sectores en el Framework Input Output	266
Tabla C-15 Matriz de Transformación	268
Tabla C-16 Condiciones y Reglas para Evaluar la Población.....	275
Tabla C-17 Variables en Eurometodo para SIMOCIE	277
Tabla C-18 Cuadrantes de Cálculo en Eurometodo para SIMOCIE.....	279
Tabla D-1 Constantes utilizadas en la computación genética	289

RESUMEN DE LA TESIS

DOCTORAL

Resumen

En el escenario actual macro económico la toma de decisiones en materia económica de cualquier entidad pública debe de estar sustentada por una adecuada inteligencia económica. Es prioritario disponer de modelos, procesos, técnicas y herramientas que permitan garantizar un control adecuado de todas sus inversiones.

En la presente tesis exponemos un modelo de gestión del conocimiento basado en el marco Input-Output, que nos permite conocer el impacto económico de los programas públicos. Este modelo está soportado por un sistema de información que coadyuvará a los analistas económicos para la toma de decisiones en el campo de las inversiones públicas.

Así pues, el objetivo de la tesis es la creación y desarrollo de este modelo al que llamamos MOCIE (Modelo del Conocimiento para el Impacto Económico). No obstante, en la tesis además de profundizar sobre este modelo y la gestión del conocimiento en materia económica de los grandes programas públicos, se ha realizado un estudio que ha abarcado diferentes líneas de investigación complementarias como el análisis Input-Output, la ingeniería y la arquitectura de sistemas de la información, la economía de la Defensa o la computación genética.

El modelo propuesto en esta tesis se ha puesto en práctica en un sector económico muy específico dentro de la economía nacional: el sector de la defensa. Por tanto, ha sido también necesario realizar un estudio en profundidad del propio sector y de la gestión de los programas públicos en el ámbito de la Defensa.

MOCIE se estructura a través de tres capas de gestión del conocimiento que nos permiten, por un lado, la percepción de los componentes existentes en el entorno de las inversiones públicas y la comprensión de su significado en términos de impacto económico y su relación con el resto de variables macroeconómicas nacionales y, por otro, la proyección y monitorización de su estado a lo largo de todo el ciclo de vida de los programas públicos.

El modelo se procesa a través de cinco niveles del conocimiento y dispone de diversas capacidades que permiten predecir los estados futuros de nuestros sistemas de inversión, por ejemplo, si nuestro programa invierte más en ciertos sectores, conocer cuál va ser su impacto económico, o tener información sobre cuánto tengo que invertir en cierto sector para obtener un mayor impacto en el empleo en determinados sectores estratégicos, o disponer de datos que nos permitan conocer qué sectores son los que reciben un mayor impacto en términos de producción, renta o empleo, o también poder llegar a analizar la importancia macroeconómica de los programas con respecto a la economía nacional.

La cantidad de datos a gestionar en un gran programa público de inversiones es considerable y la obtención de los datos relacionados con el impacto económico precisa de la implementación de diversos modelos matemáticos y del desarrollo de multitud de cálculos que hacen que su solución sea un problema bastante complejo. Con el objetivo de solventar estas circunstancias, hemos diseñado una arquitectura de sistemas de información que nos proporciona una visión global de la problemática a abordar.

La descomposición de nuestro modelo MOCIE por niveles nos permitió implementar una arquitectura de manera mucho más precisa. El sistema de información que hemos desarrollado basado en esta arquitectura, denominado SIMOCIE, permite trabajar con los diferentes niveles: desde el nivel cero del modelo y su conexión con los diferentes sensores, como las oficinas de los programas de inversión o la información de la economía nacional proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, hasta los niveles que permiten interactuar a los analistas con la información disponible.

Para disponer de datos actualizados debíamos dotar de un dinamismo a nuestro sistema. La principal complejidad a la que nos enfrentamos en este punto fue la actualización de la información del marco Input-Output proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística.

Una vez analizada la problemática optamos por la Computación Genética, pues nos permitía resolver el principal problema al que nos enfrentábamos: la optimización de una población en un escenario donde disponíamos de un dominio acotado y una función a maximizar. La primera base que fundamentó nuestra propuesta es que podríamos considerar este marco como el comportamiento de la población española, en términos macroeconómicos, durante un periodo determinado. Al final y al cabo, el Framework proporcionado nos da una información sobre los sectores económicos que compran y venden a otros sectores y puede simularse como el comportamiento de una población.

Para modelizar este comportamiento hemos sustentado nuestra propuesta en que la tasa de crecimiento del sector que compra tiene una mayor influencia que la del que vende, entendiendo que un sector estará interesado en vender todo lo que pueda, mientras que el comprador adquiere solamente aquello que necesita. En base a una serie de hipótesis y a través del uso de la Computación Genética hemos podido actualizar la información proporcionada por uno de los principales sensores de nuestro modelo, los datos del Framework Input-Output proporcionados por el INE.

Una vez presentado el Modelo y su Sistema de Soporte hemos puesto en práctica su uso para el análisis del Impacto Económico de una serie de programas públicos, en un caso de estudio real de gran impacto económico. Hemos seleccionado, para ello, una serie de programas del Sector de la Defensa.

Para profundizar en los aspectos económicos de este sector, se ha expuesto una visión general del sector de la industria de Defensa, analizando el Sector Europeo y posteriormente el Sector en España, incluyendo unos breves análisis sobre la capacidad de exportación, la dualidad del sector, su dimensión relativa y su situación en el contexto europeo, la estructura de capital de las principales empresas, las capacidades industriales y la innovación.

De forma complementaria, se han descrito los procesos de Planeamiento de la Defensa, el Planeamiento de Recursos y Concurrente y el Proceso de Adquisiciones. Además, se ha incluido un breve análisis sobre el marco de Gestión de los Programas de Defensa con una descripción holística de todas sus fases.

Los programas de Defensa presentan las características propias de los grandes proyectos tecnológicos en entornos muy complejos, y de ahí nace la necesidad de llevar a cabo un proceso riguroso de gestión. Hemos procurado realizar una labor de síntesis al objeto de presentar un marco general, que nos ha permitido comprender las características principales de su complejo funcionamiento.

Además, se han descrito los principales controles que se utilizan en los Programas de Defensa, incluyendo las metodologías, normas y métodos más al uso en el ámbito internacional para la gestión de proyectos, la gestión de riesgos y el aseguramiento de la calidad. Finalmente, hemos realizado diferentes propuestas para integrar nuestro modelo en todos estos procesos y controles.

El Modelo propuesto no sólo es útil como herramienta de gestión, sino que puede proporcionar datos relacionados con el impacto económico de los programas y con diversos aspectos de interés para la economía nacional. Acceder a este conocimiento puede permitir que los decisores dispongan de una información con un gran valor añadido sobre cómo está afectando el programa en términos financieros, de empleo, de renta, de producción o de inversión en sectores estratégicos.

A través de una colaboración estrecha con el Ejército del Aire, se han seleccionado una serie de programas relacionados con el mantenimiento de los aviones F18 para el uso de nuestro modelo MOCIE y su sistema de soporte, SIMOCIE. La adquisición y el mantenimiento de los F18 han constituido un referente tanto para el Ministerio de Defensa como para la Industria del Sector de la Defensa siendo el inicio de la cooperación internacional industrial.

Así pues, tomamos como caso de estudio una serie de programas de mantenimiento durante los años 2005 a 2011. Para desarrollarlo se han formulado una serie de hipótesis de partida y posteriormente se ha hecho un análisis del impacto económico de estos programas, que incluye, además del estudio de sus efectos sobre la producción y el empleo del sector, el impacto sobre diversos sectores estratégicos. A modo de resumen, y en términos globales, incluyendo el impacto en la producción de todos los años considerados en nuestro caso de estudio y de todos los programas, hemos obtenido un impacto total en la producción de 627,56 Millones de euros y de 3.887 empleos.

Otro aspecto analizado con nuestro modelo ha sido la importancia de la demanda final dirigida tanto a industrias de alta tecnología, como a sectores intensivos en el uso del conocimiento, según la definición de la OCDE. Obtenemos que el impacto total en estos sectores estratégicos ha sido de 372,89 Millones de Euros y de 1.553 empleos lo que nos permite concluir que este tipo de programas tienen una gran importancia estratégica.

También hemos obtenido otras informaciones a tener en cuenta de los programas bajo estudio, como su importancia relativa sobre la economía nacional. Se pueden destacar algunos datos muy relevantes como que en el año 2006 el peso de los programas analizados representó un 0,013% de la producción nacional, un 0,01% del valor añadido y un 0,007% del empleo.

Todas estas conclusiones obtenidas nos han permitido no solamente la puesta en práctica de nuestro modelo, sino también ofrecer datos de gran interés en la toma de decisiones dentro del paraguas de la gestión de los programas de Defensa.

Es importante destacar que tanto el modelo propuesto en esta tesis como el sistema de información que lo soporta, que se han aplicado en un escenario complejo como son los grandes programas del sector de la Defensa, pueden utilizarse en el marco global general de los programas públicos, con las correspondientes adaptaciones de proceso y metodológicas necesarias.

Abstract

In the current macro-economic scenario making economic decisions of any public entity must be supported by adequate economic intelligence. It is a priority to obtain models, techniques and tools to ensure adequate control in all its investments.

In this thesis we present a model of knowledge management based on the Input-Output framework that allows us to know the economic impact of public programs. This model is supported by an information system that will contribute to economic analysts for decision-making in the field of public investments.

Mainly the thesis has focused on the development of this model, named MOCIE (Model of Knowledge Economic Impact). In addition to deep into this model and the knowledge management in economic matter of major public programs, it has been conducted a study that has spanned several lines of complementary research as the analysis Input-Output, the engineering and architecture information systems, the economy of the defense sector or the genetic computing.

The model proposed in this thesis has been implemented in a very specific economic sector in the national economy: the defense sector. Therefore, it was also necessary to make a thorough study of the sector itself and the management of public programs in the area of defense.

The model proposed in this thesis, MOCIE, is structured through three layers of knowledge management that allow us, on the one hand, the perception of existing components in the environment of public investments and understanding of its meaning in terms economic impact and its relationship with the rest of national macroeconomic variables and, secondly, the screening and monitoring of their status throughout the life cycle of public programs.

The proposed model is processed through five levels of knowledge and has different capacities that predict future states of our investment systems, for example, if our program invests more in certain sectors, know how to vary our economic impact, or having information on how much we have to invest in a sector for getting a greater impact on employment in certain strategic sectors, or obtaining data that allow us to know what sectors are receiving a greater impact in terms of production, income or employment, or else to reach analyze the macroeconomic importance of programs regarding the national economy.

The amount of data to manage a large public investment program is considerable and the knowledge of the data related to the precise economic impact of the implementation of various mathematical models and the development of a multitude of calculations. In order to solve these constraints, we have designed an architecture of information systems that provides an overview of the issues to address.

The breakdown of our model MOCIE enabled us to implement tiered architecture much more accurately. The information system that we have developed based on this architecture, named SIMOCIE allows working with different level from the zero level of the model and its connection to the different sensors as the program offices or information of the national economy provided by the National Statistics Institute, to levels that allow to the analysts interact with the information available.

To have current knowledge we should provide dynamism to our system. The main complexity that we face at this point was to update the information Input-Output framework provided by the National Statistics Institute. Having analyzed the problematic, we opted for the Genetic programming, it allowed us to solve this kind of problems we faced: optimization of a population in a scenario where our disposal a bounded domain and a function to maximize. We have considered this framework as the behavior of the Spanish population, in macroeconomic terms, during a given period. The Framework provided gives us information on economic sectors that buy and sell to other sectors and it can simulate the behavior of a population.

To model this behavior, we have supported our proposal that the growth rate of the sector purchasing has a greater influence than the selling, understanding that a sector will be interested in selling everything you can, while the buyers acquires only what they need. Based on a series of hypotheses and through the use of the Genetics programming we can update the information provided by one of the main sensors of our model, data Input-Output Framework provided by the INE.

After presenting the Model and Support System we have implemented their use for analyzing the economic impact of a series of public programs in a real case study of great economic impact. We have chosen a series of programs within the Defence Sector.

To further explore the economics of this sector, the thesis provides an overview of the industry's defense sector, analyzing the European industry and subsequently the sector in Spain, including a brief analysis of export capacity, the duality of the sector, their relative size and its position in the European context, the capital structure of major companies, manufacturing capabilities and innovation.

We have described as well the processes of the Defense Planning, the Planning and Resources and Concurrent procurement process. In addition, we have included a brief analysis of the management framework of defense programs with a holistic description of all the stages.

Defense programs have the characteristics of major technological projects in complex environments, and hence arises the need to conduct a rigorous management process. We have tried to make a work of synthesis in order to provide a general framework that has allowed us to understand the main features of the complex operation. Furthermore, it described the main controls that are used in defense programs, including methodologies, standards and methods for use in the international areas of the project management, risk management and quality assurance. Finally, we have made various proposals to integrate our model in all these processes and controls.

Our model can provide data regarding the economic impact of various programs and issues of interest to the national economy. This information can allow decision-makers with information of significant added value on how the program is affecting economic terms, employment, income, production or investment in strategic sectors.

Through close collaboration with the Air Force, we have selected a number of related aircraft maintenance F18 programs for using our model MOCIE and the support system, SIMOCIE. The acquisition and maintenance of the F18 have become capital for both the MoD and industry Sector Defense and was the beginning of the industrial international cooperation.

In the case of our case study, a number of maintenance programs of the F-18 aircraft during the years 2005-2011, have taken a number of hypothesis and then made an analysis of the economic impact in depth these programs, including a number of additional studies such as the impact on production, employment and various strategic sectors.

To summarize, and overall, including the impact on the production of all years in our case study and all programs, we have obtained a total impact on the production of 627.56 million euros and 3,887 jobs.

Another aspect analyzed with our model has been addressed the importance of both high-tech industries, such as intensive sectors in the use of knowledge final demand, as defined by the OECD. Thus, the total impact in these strategic sectors, has been 372.89 million euros and 1,553 jobs which indicates the strategic importance of such programs.

We have also obtained other highly relevant information on the national economy of the programs under study as their relative importance. You can highlight some very relevant data such as that in 2006 the weight of the tested programs accounted for 0.013% of national output, 0.01% of value added and 0.07% of employment.

All these conclusions have enabled us not only the implementation of our model but also provide interesting data in decision-making within the umbrella of the management of defense programs.

CAPITULO 1:

INTRODUCCIÓN A LA

TESIS DOCTORAL

1. Introducción

Este capítulo ofrece una introducción a la Tesis y muestra la estructura de la misma.

1.1. Visión General de la Tesis

El objetivo principal de la Tesis es la propuesta de un nuevo modelo de gestión del conocimiento soportado por diversos controles económicos que nos permiten evaluar el impacto económico de las inversiones públicas. El Modelo se basa en el marco input – output, el marco económico más utilizado para este tipo de estudios.

También se desarrolla un sistema de la información que permite dar soporte al modelo. Este sistema lo aplicaremos a la Gestión de los Programas del Ministerio de Defensa y lo utilizaremos en un caso de estudio de gran complejidad y que incluye inversiones que engloban asistencias técnicas, consultoría, producción de sistemas, apoyo logístico, formación, construcción de materiales, desarrollo de sistemas informáticos y de comunicaciones, desarrollo de equipamiento electrónico, gestiones financieras y un largo etcétera.

Para dotar de dinamismo al sistema se propone el uso de una serie de herramientas y una nueva metodología soportada por algoritmos genéticos que nos permiten evaluar el impacto económico de un programa a lo largo de todo su ciclo de vida de forma dinámica.

Al objeto de contextualizar la tesis, se ha realizado también un resumen sobre el estado del arte en la gestión del conocimiento y los estudios relacionados con el impacto económico.

En lo que al caso de estudio se refiere, los Programas de Defensa, se da una visión general sobre el sector a nivel internacional, posteriormente se analiza el ámbito europeo de industrias de Defensa y finalmente se realiza una radiografía del sector en España, incluyendo varios análisis como la capacidad de exportación del sector, su dimensión relativa, la dualidad que presenta, la capacidad de innovación o la estructura de capital de las empresas.

Con respecto a los Programas de Defensa, se describen todos los procesos que se llevan a cabo: el planeamiento militar y de recursos y la adquisición, incluyendo todos los roles que participan en los procesos, las fases y los mecanismos de control que se llevan a cabo, proponiendo la incorporación del modelo propuesto como un nuevo mecanismo de control adicional para las inversiones públicas.

Finalmente se han resumido las principales conclusiones extraídas y se proponen trabajos futuros que puedan dar continuidad a la Tesis o a algunas líneas de investigación relacionadas con el mismo que puedan establecer las bases para posteriores proyectos de investigación.

Como complemento al trabajo de investigación realizado se ha desarrollado un Portal Web con toda la información de la Tesis y con el Sistema de Visualización de Soporte al Modelo de Gestión del Conocimiento propuesto en la misma.

1.2. Estructura del Documento

El presente capítulo de introducción ofrece la visión general de la Tesis y la estructura del documento.

El capítulo dos aborda el estado del arte, comenzando por una visión del marco general Input-Output y su importancia para para la evaluación del impacto económico, y posteriormente se analiza la Gestión del Conocimiento y su aplicación al campo económico.

También, en el segundo capítulo, se describen los Algoritmos Genéticos que son utilizados para dotar al sistema y al modelo desarrollado de un carácter dinámico que nos permite evaluar el impacto económico a lo largo del ciclo de vida de los programas públicos. Finalmente, en este capítulo, se describe la Economía de la Defensa, donde se aplica el caso de estudio. Todas estas líneas de investigación presentadas en este capítulo constituyen los pilares de la Tesis.

En el capítulo tercero se propone el Modelo MOCIE, un nuevo modelo de Gestión del Conocimiento basado en el Marco Input-Output para la evaluación del impacto económico. En este capítulo también se describe SMOCIE, el Sistema de Información de Soporte al Modelo.

Haciendo uso del Modelo y del sistema SMOCIE en el Capítulo cuarto se evalúa el impacto económico de un gran programa de inversiones en el campo de la Defensa. En este capítulo se describen diversos conceptos de la gestión de programas en el sector de la Defensa que son de gran utilidad para la descripción del caso de estudio y se realizan varias propuestas para la incorporación de este nuevo Modelo en estos procesos.

Las aplicaciones avanzadas de MOCIE se describen en el capítulo quinto. Estas aplicaciones nos permiten dotar al modelo MOCIE del dinamismo necesario para actualizar la información procedente de diversas fuentes económicas y realizar predicciones.

Algunas capas del Modelo MOCIE requieren del desarrollo de complejas estructuras de cálculo y de programación que permiten transformar el Modelo en un sistema dinámico. Para ello se hace uso de modelos matemáticos, algoritmos genéticos y otras técnicas de programación que son explicadas en detalle en el capítulo quinto.

Las principales conclusiones y las futuras líneas de investigación que pueden dar continuidad a la presente tesis son desglosadas en el capítulo sexto.

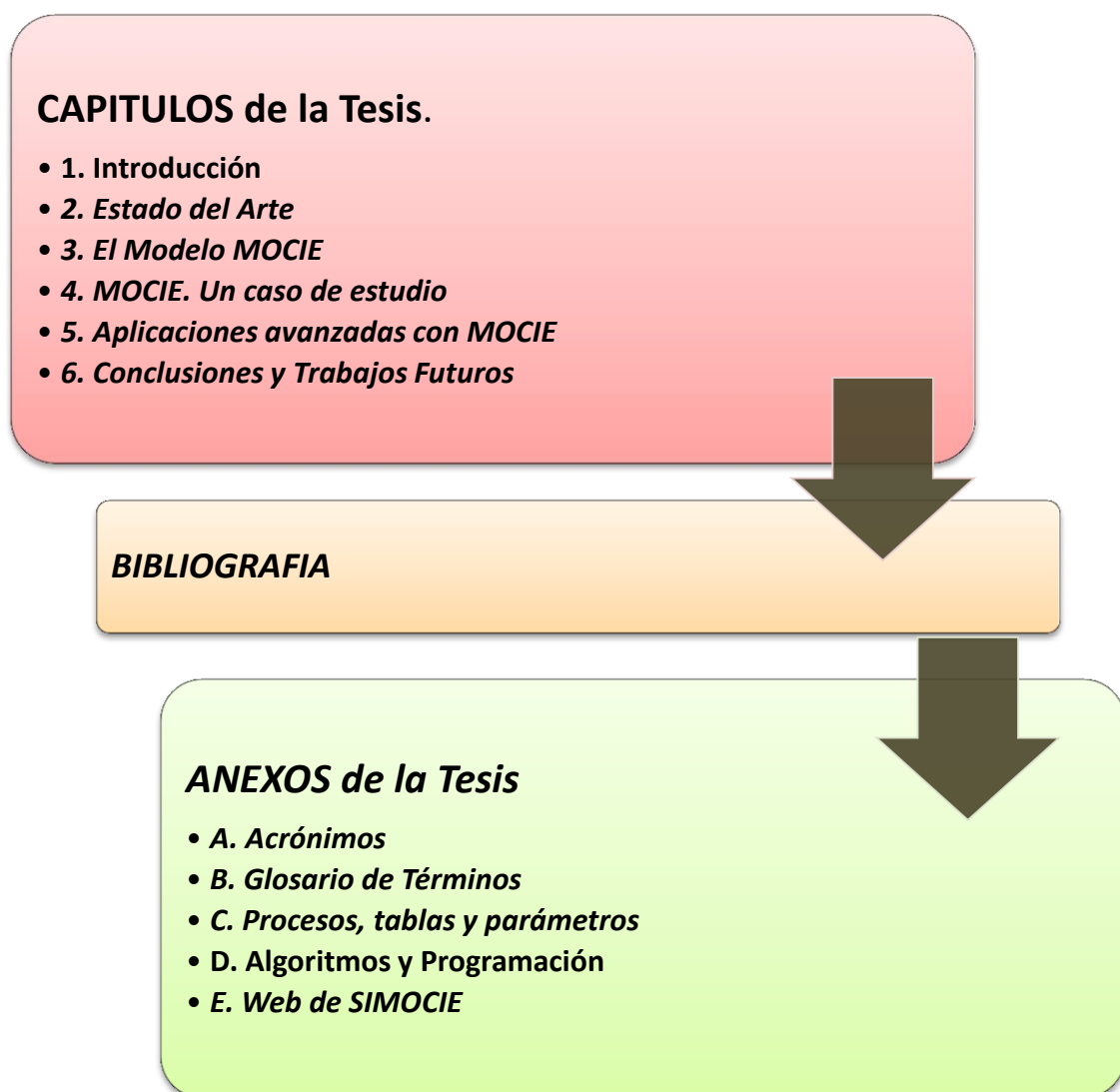
Finalmente, se incluye toda la Bibliografía referenciada y varios Anexos que se describen a continuación:

1. El Anexo A, con los Acrónimos utilizados al objeto de facilitar al lector no familiarizado con las siglas y las abreviaturas que cubre la tesis la comprensión de la terminología utilizada.
2. El Anexo B, que recoge un Glosario con algunos de los principales conceptos que trata la Tesis.
3. El Anexo C, que desglosa las principales Tablas y parámetros del caso de estudio en detalle, y de algunos de los datos obtenidos en las aplicaciones avanzadas del Modelo. También, en este anexo, se describen algunos procesos de cálculo con mayor grado de detalle. La razón principal para incluir este Anexo adicional es que los datos de grano fino no sean expuestos en los Capítulos de la Tesis.
4. El Anexo D contienen algunos de los algoritmos y desarrollos matemáticos utilizados.

5. Además, se adjunta en un Anexo E la referencia a un Portal Web que ha sido desarrollado como complemento informativo de esta Tesis Doctoral. En el correspondiente Anexo se describe el contenido de este Portal.

A continuación, se muestra un esquema del documento.

Figura 1-1 Organización de la Tesis Doctoral



Fuente: elaboración propia.

CAPITULO 2: EL ESTADO DEL ARTE DE LAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN

2. Estado del Arte

Este capítulo ofrece un breve resumen sobre el Estado del Arte del Marco Input-Output y su aplicación para la evaluación del impacto económico de las inversiones públicas.

Además, también se expone una visión general de la evolución de la Gestión del Conocimiento y su aplicación al campo Económico y a las propuestas realizadas por la Tesis Doctoral.

Los algoritmos genéticos, y la programación evolutiva utilizados como herramientas complementarias de soporte al Modelo propuesto de Gestión del Conocimiento también son expuestos en este capítulo.

La industria de Defensa se describe posteriormente, con un análisis de alto nivel del sector Mundial de la Defensa, del Sector de la Defensa en España y de los Programas de Defensa. La industria de Defensa constituye el marco donde se propondrá la aplicación del Modelo de Gestión propuesto por la tesis doctoral.

Otras técnicas avanzadas de Gestión como la Gestión de Programas y Proyectos complejos en el sector de la Defensa, que serán utilizados durante la Tesis, también son introducidas en este capítulo.

2.1. Análisis del Impacto Económico

El análisis de impacto económico hunde sus raíces en los trabajos de Leontief (1936, 1941, 1951, 1974) y en el desarrollo posterior del marco Input-Output en Leontief (1986) y Leontief, Carter y Petri (1977). Una de las primeras aplicaciones de esta metodología se encuentra en el trabajo de Herderson (1955) donde se utiliza el método Input-Output para analizar la economía italiana.

Otra obra de gran interés es la realizada por Miller y Blair (1985), que cubre las matrices de contabilidad social (SAM), los modelos de insumo-producto extendidos, su conexión con la entrada-salida de datos, el análisis estructural de descomposición (o en sus siglas, SDA), la descomposición de los multiplicadores, la identificación de los coeficientes importantes, y los modelos de insumo-producto internacionales.

En el ámbito de algunos sectores como el transporte marítimo la literatura recoge innumerables trabajos como el de Hill (1975), que determinó el impacto del puerto de Baltimore (EEUU), o incluso en el sector de las competiciones lúdico-deportivas, con Barker, Page y Meyer (2002); Crompton, Lee y Shuster (2001), y Kasimati (2003).

El sector del medioambiente también ha suscitado un gran interés dentro del marco Input-Output con trabajos como el de Duchin (1992) sobre las implicaciones del análisis Input-Output para la industria de la ecología; Heijungs y Suh (2002) con una

propuesta computacional para la evaluación del ciclo de vida soportado por una herramienta de apoyo a las decisiones en sistemas medioambientales; los modelos de Lenzel et al (2004) (2006) para los multiplicadores Input-Output multi-regionales sobre las emisiones de dióxido de carbono; los estudios de Cohen, Lenzen y Schaeffer (2005) determinando los requisitos totales (incluyendo directos e indirectos) energéticos para los propietarios de las viviendas en Brasil a través de un análisis Input-Output; las investigaciones de Peters et al (2007) sobre el crecimiento de emisiones de dióxido de carbono en China o el análisis de las emisiones de CO₂ llevado a cabo por Su et al (2010).

También destacaremos en este sector los modelos de evaluación de impacto medioambiental de Wiedmann et al. (2007) y Wiedmann (2009); el Proyecto cofinanciado por la Unión Europea EXIOPOL, una Base de Datos Global Input-Output multi-regional y extendida (Tucker et al, 2009); o los últimos estudios elaborados por Lenzen (2011) sobre la agregación y la desagregación y Peters, Andrew y Lennox (2011) sobre la construcción de modelos medioambientales multi-regionales Input-Output.

También han sido obtenidos algunos recursos mediante el análisis Input-Output global, pero aplicado a un gran número de estudios específicos de cada país y/o región, como los que se exponen a continuación:

- La *Asian International IOT (AIIOT)*, publicada cada cinco años desde el año 1985 y que está centrada principalmente en la región de Asia con una variedad de aplicaciones, IDE (2006).
- El proyecto financiado por la Unión Europea WIOD (Base de Datos Input-Output Mundial), que está enfocada a estudios de productividad de una variedad de aspectos ambientales, sociales y económicos, Timmer (2012).
- El proyecto AISHA (Automated Integration System for Harmonised) financiado por Australia, Lenzen, Kanemoto, Moran, y Geschke. (2012).

Existen, además, algunos estudios relevantes que han sido considerados en nuestras investigaciones sobre el impacto económico bajo el marco Input-Output en España como el artículo de Llano (2004), que analiza el impacto en la economía española a nivel interregional, o el artículo de Goicolea, Herce y Lucio (1998) que estudian el crecimiento de la economía en España. Otra referencia interesante la constituye el artículo de Alcaide (1996) que propone un modelo simplificado de contabilidad a nivel regional.

Otro artículo revisado de la bibliografía con referencias al marco Input-Output es el de Moreno, López-Bazo, Vayá y Artís (1999) que analizan los efectos externos en la producción; además, Fontela-Montes y Rueda-Cantuche (2005) ofrecen un modelo Input-Output mundial de contabilidad social incluyendo aspectos medioambientales,

y, por último citaremos el análisis llevado a cabo por Soza-Amigo y Ramos-Carvajal (2011) que ofrece interesantes conclusiones sobre cómo influye la reducción de una tabla Input-Output en los multiplicadores y encadenamientos de las ramas que no se unen.

En lo que se refiere a su aplicación en los Sectores a nivel nacional, destacaremos los estudios aplicados en el ámbito turístico en España, como los trabajos de González (2010), Puertas-Medina, Martí-Selva y Calafat-Marzal (2012). Otro caso más específico analizado ha sido el estudio de Martí, Puertas y Fernández (2009) que recoge su aplicación a los distintos puertos de la Comunidad Valenciana y el trabajo sobre los efectos económicos de la energía eólica en Aragón, de Pérez-Pérez, Sanaú, Sanz-Villarroya y Cámara (2013). En el caso de la defensa destaca el estudio llevado a cabo por la Secretaría de Estado de Defensa para el análisis del impacto económico del sector de la Defensa (Cuaderno nº 5 PIDEF 2011).

En el desarrollo de la Tesis Doctoral se han utilizado los métodos más al uso para la obtención del impacto económico basados en el marco Input-Output, pero además la Tesis propone su integración en un modelo de gestión del conocimiento y evalúa diferentes técnicas de programación y métodos adicionales que permiten complementar algunas de las líneas de investigación mencionadas sobre el marco Input-Output como se expondrá posteriormente. Este modelo se integrará dentro de un marco de gestión pública cuyo objetivo es el gobierno de los programas de Defensa, que constituyen una de las inversiones públicas de mayor impacto económico a nivel nacional, como se analizará posteriormente en la Tesis.

2.2. La Gestión del Conocimiento

La gestión del conocimiento, entendida a través de los trabajos de Koontz y Weihrich (1996), Prusak (1996) y Loermans (2002) se sustenta en un proceso que permite localizar, filtrar, organizar y presentar información al objeto de mejorar el aprendizaje y la comprensión de una específica área de interés; y lo realiza, según Malhotra (1998), a través de la búsqueda de una combinación sinérgica de datos e información, el uso de las tecnologías de la información y las capacidades de creatividad e innovación de las personas.

A la hora de afrontar un proyecto de Gestión del Conocimiento, los autores Davenport, De Long y Beers (1997) proponen una gran variedad de formas para generar valor en base a los activos del conocimiento. Estas propuestas, no significan soluciones tecnológicas necesariamente, sino una combinación de factores de diferentes tipos, que mediante su relación estructuren la solución final deseada.

A partir de estas propuestas, las bases conceptuales y últimos avances en gestión del conocimiento, y aplicando las técnicas y procesos propuestos por el marco Input-Output en las referencias mencionadas, nuestro trabajo de investigación se ha centrado en desarrollar un nuevo modelo de gestión del conocimiento que nos permita monitorizar, desde el punto de vista del impacto económico, las inversiones realizadas y tomar las decisiones más adecuadas en cada momento.

Nuestro modelo hereda del modelo propuesto en los años ochenta por el “*Joint Directors of Laboratories*” (JDL), que constituyó el conocido “*Grupo de Fusión de Datos*” (JDL/DFG), que posteriormente se convirtió en el JDL/DFIG. Este grupo introdujo conceptos como la fusión de datos y propuso un modelo orientado a la gestión del conocimiento formado por seis niveles, de los cuales los primeros niveles estaban relacionados con la extracción de la información, y los últimos niveles con la extracción de conocimiento, Franklin y White (1987).

El modelo propuesto por el grupo JDL/DFIG sigue constituyendo una referencia básica para analizar, diseñar y desarrollar sistemas que permitan obtener información a partir de diferentes fuentes que capturan datos en sistemas complejos y desde esa información obtenida generar conocimiento. Este conocimiento que se genera debe realimentar a los primeros niveles del modelo, y así alimentar a los niveles superiores, donde se produce la interacción con el componente humano, White (1988), Steinberg, Bowman y White (1998). Este será el modelo que aplicaremos en el sector de la Defensa, sobre varios programas aeronáuticos de gran alcance económico.

2.3 Los algoritmos genéticos

Los Algoritmos Genéticos engloban una serie de técnicas programáticas utilizadas al objeto de encontrar una solución a un problema de optimización o búsqueda y que hacen uso de métodos adaptativos o generativos. Están basados en el sistema de

reproducción evolutiva y supervivencia de los individuos más aptos, Fogel (2000) (2006). De forma más rigurosa optamos por hacer uso de la definición inicial dada por Goldberg (1989): *“los Algoritmos Genéticos son algoritmos de búsqueda basados en la mecánica de selección y genética natural. Estos algoritmos combinan la supervivencia del más apto entre diversas estructuras de secuencias con un intercambio de información estructurado, aunque en parte aleatorizado, para constituir así un algoritmo de búsqueda que tenga algo de las genialidades de las búsquedas humanas”*.

En nuestra propuesta de un modelo de gestión del conocimiento para evaluar el impacto económico de las inversiones, nos encontraremos con un problema en el que partimos de un conjunto inicial de elementos, que en la teoría de la evolución se denomina población, generado de manera aleatoria, y cada uno de estos elementos representará una posible solución al problema; esto es, una posible inversión y un impacto en la economía.

Con ayuda de los algoritmos genéticos podremos hacer evolucionar a estos elementos, tomando como base los esquemas propuestos por Darwin sobre la selección natural, para comprobar cuales se adaptarán en mayor medida tras el paso de cada generación a la solución requerida, Darwin (2007), y que cumplan una serie de objetivos a cubrir.

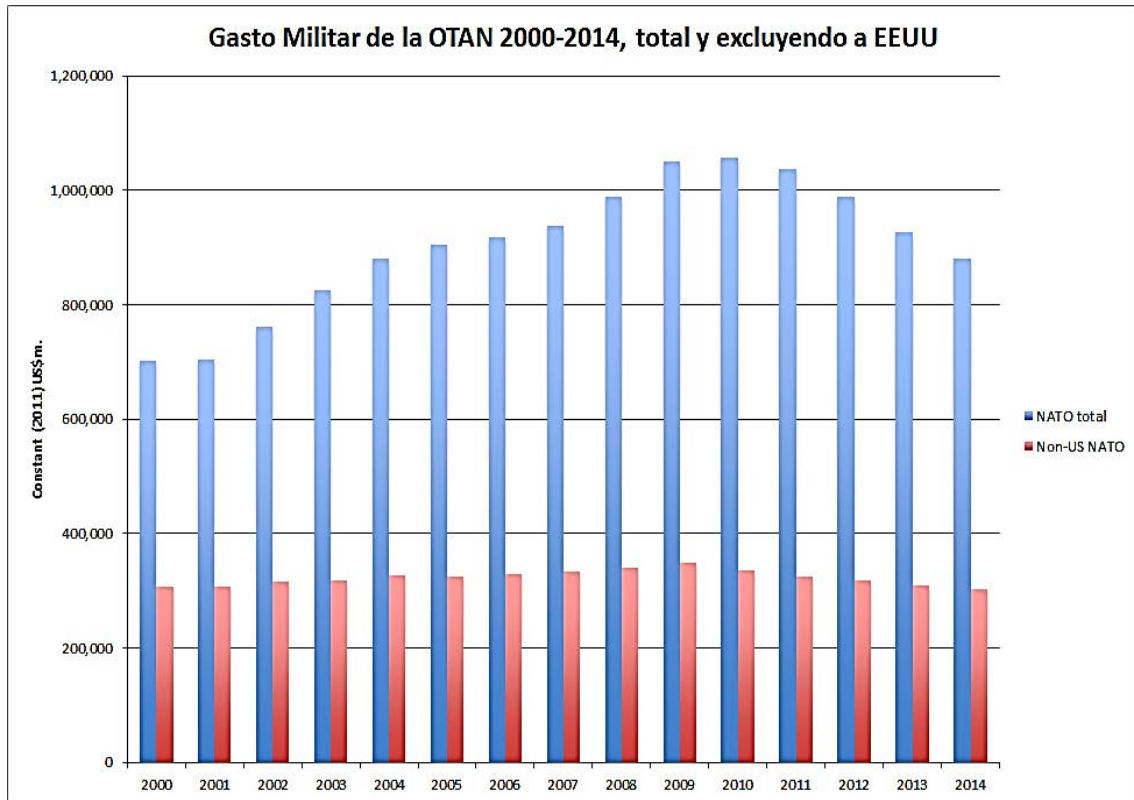
En nuestro caso, haciendo uso de las recomendaciones marcadas por Michalewicz y Fogel (2000), Back (1996) y Whitley (1994) partiremos de una población de potenciales soluciones a un problema, de las que iremos seleccionando las mejores hasta que se adapten perfectamente al medio, en este caso nuestro problema a resolver, que tendrá como objetivo final la obtención de unos datos que nos permitan gestionar mejor el conocimiento de nuestras inversiones.

Al final, con el uso de los algoritmos genéticos y los fundamentos y aplicaciones de ciertas técnicas heurísticas basadas en los principios de la evolución natural Tomassini (1995), y que serán explicadas en detalle en los próximos capítulos, lograremos obtener una serie de soluciones que mejor se adaptan a nuestras restricciones y objetivos.

2.4. Visión General del Sector de la Defensa

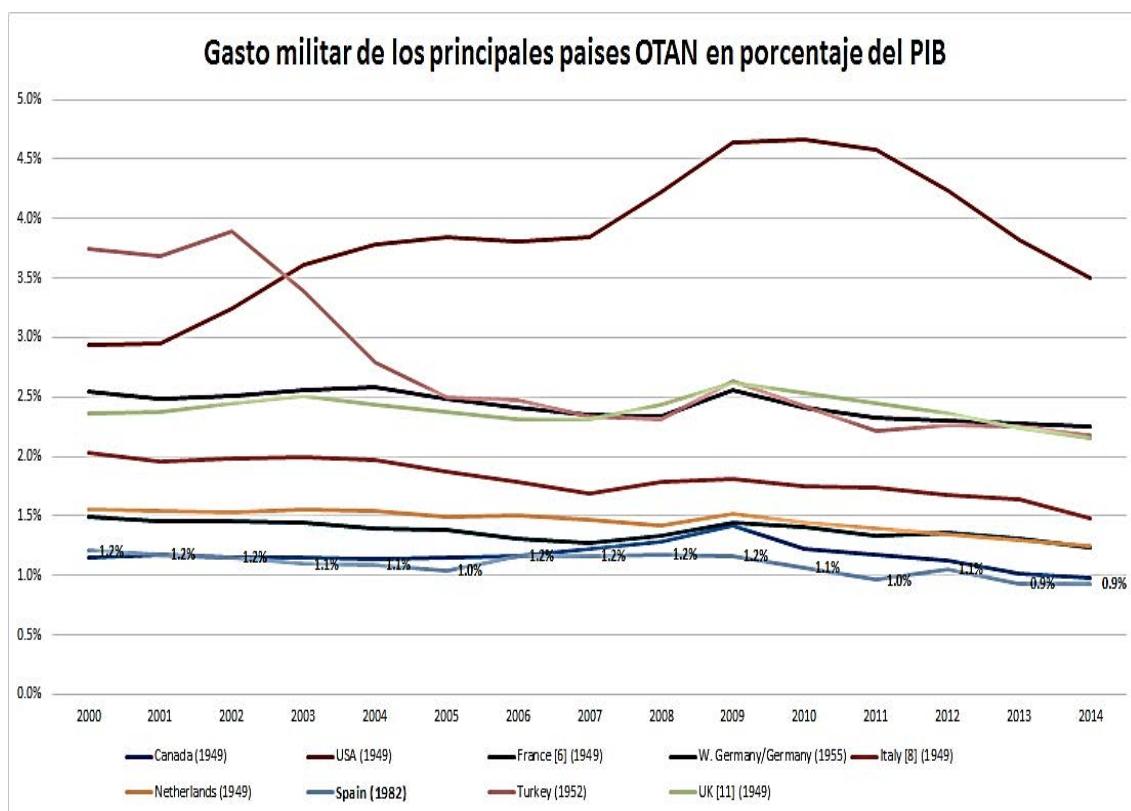
El Instituto Internacional de Estudios para la Paz de Estocolmo (denominado por sus siglas, SIPRI) publica anualmente el ranking de las principales empresas mundiales en el sector de defensa y del gasto militar a nivel mundial. En su edición de dos mil catorce, SIPRI-NATO (2014), se pueden observar datos de gran interés. A nivel de la OTAN, la siguiente gráfica nos muestra la evolución del gasto de la OTAN total y excluyendo el gasto de Estados Unidos, el mayor inversor mundial en Defensa.

Figura 2-1 Gasto Militar OTAN 2000-2014



Fuente: elaboración propia, desde las Bases de Datos de SIPRI (2014).

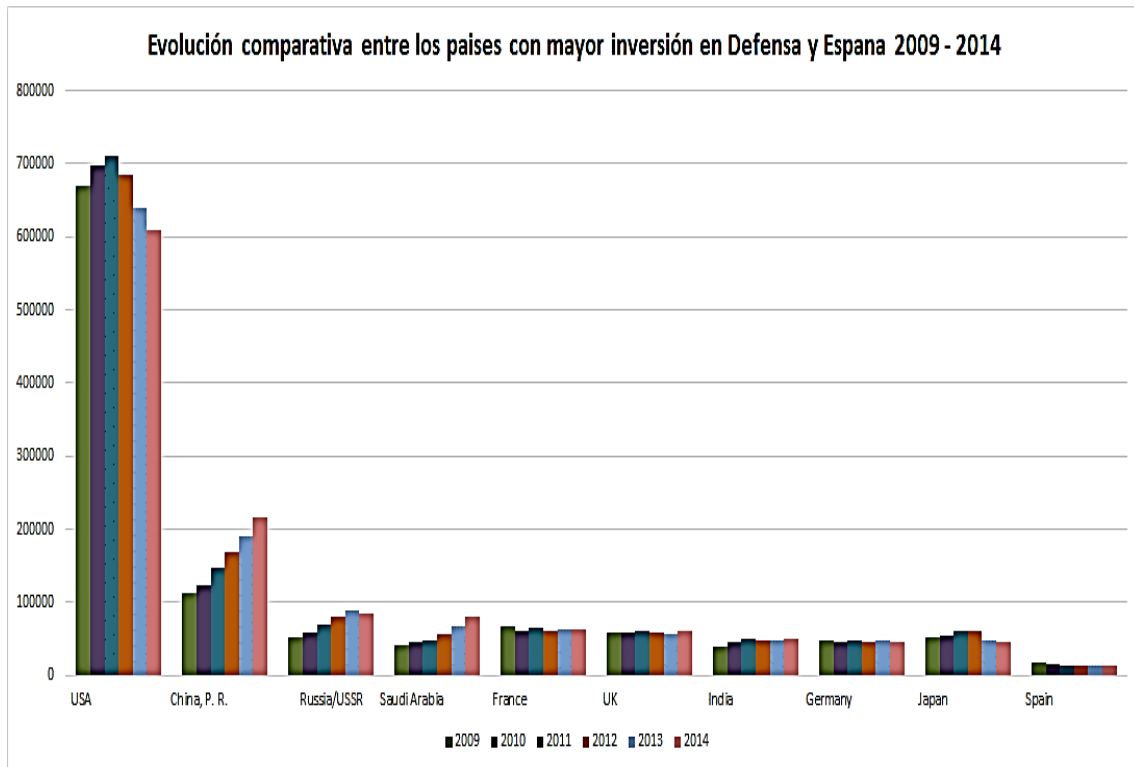
Como se puede observar, el gasto ha disminuido en los últimos periodos a nivel global OTAN. En la siguiente gráfica se muestra en términos porcentuales del Producto Interior Bruto (PIB) cual es el gasto por país. Se puede apreciar que España, pese a que es un gran inversor en defensa, con respecto al PIB el gasto es muy inferior al resto de grandes inversores de la OTAN.

Figura 2-2 Gasto Militar de los principales países OTAN en porcentaje del PIB

Fuente: elaboración propia, desde las Bases de Datos de SIPRI (2014).

A partir de las bases de datos mundiales de SIPRI (2014), la siguiente gráfica representa los gastos de los principales países inversores y su evolución en los últimos años, donde podemos apreciar como China y Estados Unidos lideran el gasto, y que China y Arabia Saudí incrementan notablemente sus inversiones. Los datos están comparados con España, aunque posicionalmente no ocupe ese lugar a nivel mundial.

Figura 2-3 Evolución comparativa de los mayores inversores en Defensa y España



Fuente: elaboración propia, desde las Bases de Datos de SIPRI (2014).

Las 118 empresas del ranking ofrecido por el SIPRI Industry Database (2013) pertenecen a 23 países, encabezados por Estados Unidos, con 43 empresas, seguido de Rusia con 14, Francia con 10, el Reino Unido con 9 e Italia con 6, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura. Es de destacar que el informe no incluye información sobre China, porque tal y como menciona el propio SIPRI existe una falta de fiabilidad en algunos datos de este concepto.

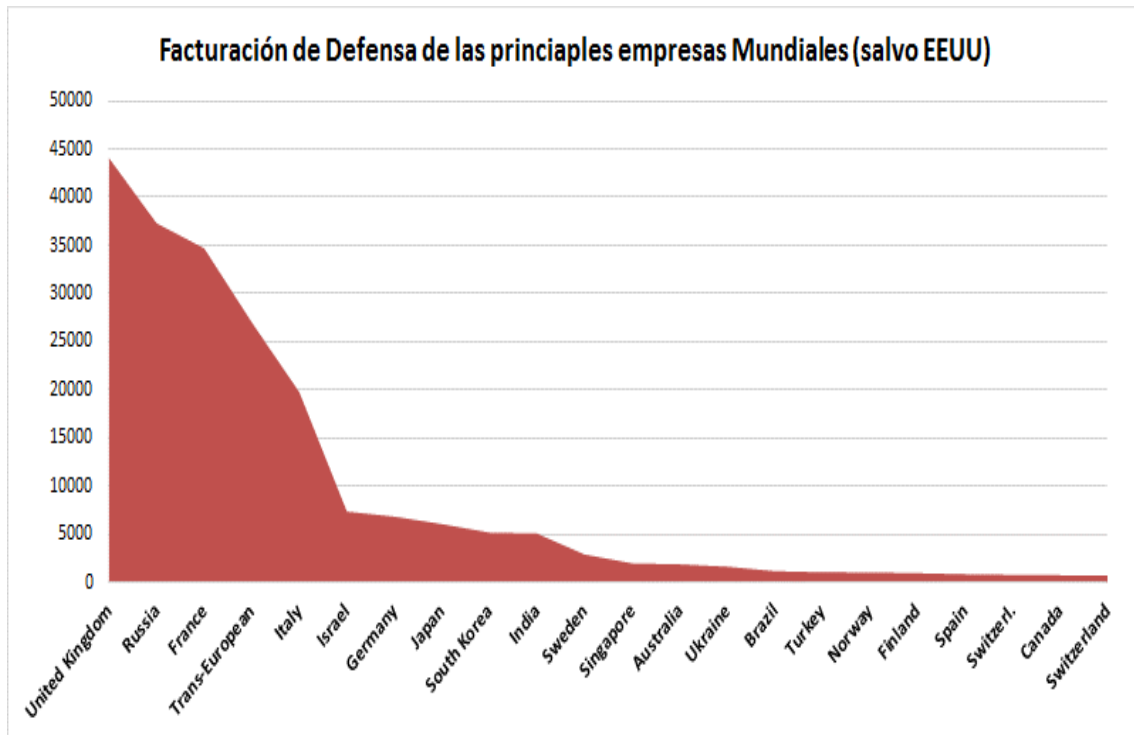
Figura 2-4 Número de empresas de gran facturación en Defensa por país



Fuente: elaboración propia, desde las Bases de Datos de SIPRI (2014).

La facturación total de estas 118 empresas asciende a: 455.060 M\$. La distribución por países se resume en el siguiente gráfico, donde excluimos a EEUU porque supone casi un 54% de la facturación global mundial.

Figura 2-5 Facturación de Defensa de las empresas Mundiales, excluyendo EEUU



Fuente: elaboración propia, desde las Bases de Datos de SIPRI (2014).

Las principales conclusiones que se desprenden son que el mercado mundial está dominado por EEUU que factura el 60% del total, y sus grandes empresas suponen más de la mitad de la facturación global de las grandes compañías de Defensa. Posteriormente, los mayores inversores son China, Rusia y Arabia Saudí. Por la parte europea, El Reino Unido, Alemania y Francia lideran las inversiones.

2.5 El Sector de Defensa en España

La industria de defensa es estratégica para el Estado, Perez-Forniés (2001), Fonfría y Pérez-Forniés (2013), y el impacto económico del Sector de la Defensa tiene una gran importancia para la economía nacional, A Valiño (1992, 2001, 2015). Los datos indican que las actividades relacionadas con la defensa presentan unos elevados efectos multiplicadores, Cuaderno nº 4 PIDEF (2011), Cuaderno nº 5 PIDEF (2011), Cuaderno nº 3 PIDEF (2010):

- ⇒ Por cada euro invertido en actividades de defensa se inducen unos efectos directos e indirectos medios de 2,5 euros de actividad económica.
- ⇒ Los multiplicadores asociados a las actividades de exportación y los retornos de los Acuerdos de Cooperación Industrial (ACIs) se sitúan en torno al 4.

Desde una perspectiva más global, el mayor impacto se da en el empleo, destacando que:

- Las actividades de Defensa y asociadas representan el 1,9% del empleo total de la economía española.
- Más de la mitad de la Demanda de Defensa se dirige hacia industrias de alta tecnología e intensivas en conocimiento.

Realizaremos un estudio de las industrias al servicio de la Defensa en España, incluyendo algunos aspectos clave como son las exportaciones, Fonfría y Duch-Brown (2014), las capacidades, la estructura de capital o la dimensión relativa del sector.

Según los datos del SIPRI (2014), España ocupa el puesto número 19 en el ranking mundial del gasto en Defensa, con el 0,7% del gasto mundial. Si se comparan la facturación de los principales países europeos en la industria de defensa, España ocupa un lugar en el segundo escalón a mucha distancia de los países dominantes, Francia, Alemania y Reino Unido, pero también por encima de los restantes países europeos. España representa un total del 3% de la facturación europea.

Según también los datos analizados, España invierte en Defensa un 0.9 % del PIB, en datos del año 2014. Esta inversión ha ido descendiendo en términos porcentuales de forma creciente desde el 2 % del año 1999. El 2% es el porcentaje mínimo recomendado por OTAN para todos los países miembros.

En la lista de las más de cien empresas de defensa más importantes que publica el SIPRI figura solamente una empresa española en el año 2013, NAVANTIA. En el año 2008 figuraban cuatro empresas: INDRA, CASA, NAVANTIA y Santa Bárbara Sistemas.

En el año 2009 quedó fuera Sta. Bárbara Sistemas, subsidiaria de la empresa General Dynamics y en el año 2011 quedó fuera la empresa INDRA, que disminuyó considerablemente su facturación en el sector Defensa, aumentando su facturación en el sector Civil. Y en el año 2013 quedó fuera CASA, por lo que únicamente es NAVANTIA la empresa que figura en la actualidad en este Ranking.

Además de las cuatro grandes empresas citadas, según datos procedentes de la DGAM, el sector industrial de defensa en España, se compone básicamente de cincuenta empresas significativas entre “PRIMES” (grandes Empresas, ya mencionadas anteriormente), “NO PRIMES” (empresas con más de 250 empleados) y PYMES (empresas con menos de 250 empleados).

En lo que respecta a la dualidad, es un concepto que mide la orientación relativa de las empresas a los sectores militar o civil y se pueden utilizar dos índices:

1) El número de empleados en áreas militares versus el número de empleados totales.

<input type="checkbox"/> Total, sector	45%
<input type="checkbox"/> PRIMES	60%
<input type="checkbox"/> No PRIMES	21% (*)
<input type="checkbox"/> PYMES	65%

(*) El bajo porcentaje de las No PRIMES viene determinado por la influencia de empresas como IVECO, SENER, GMV, NÚCLEO, SANTANA, FINANZAUTO que tienen una gran participación en el mercado civil.

2) La facturación militar versus la facturación total

❑ Total sector	43%
❑ PRIMES	65%
❑ No PRIMES	43%
❑ PYMES	29%

Las cifras correspondientes a las grandes empresas europeas y americanas son del 35%, lo que implica que tienen menor dependencia del área militar.

La estructura de capital de las principales empresas españolas (PRIMES) ha evolucionado en los últimos años:

- NAVANTIA: Se mantiene en el sector público (pertenece a la Sociedad Española de Participaciones Industriales, SEPI).
- INDRA: Su origen está en la fusión en el año 1993 entre la empresa privada CESELSA y el grupo público INISEL. Se trata de una empresa privada, pero actualmente el 20,1 % de sus acciones son propiedad de la Sociedad Española de Participaciones Industriales, SEPI.

- SANTA BARBARA SISTEMAS: Sta. Bárbara sistemas es una empresa de larga tradición pues tiene sus orígenes en el siglo XVI en la fábrica de armas de Sevilla. Durante muchos años estuvo ubicada en el sector público hasta que en el año 2001 paso a formar parte de la multinacional americana General Dynamics.
- EADS CASA: Casa estuvo en el sector público (SEPI) hasta que en el año 1.999 pasó a formar parte del consorcio europeo EADS. La SEPI mantiene el 4.2% del capital.

Entre las cincuenta empresas consideradas existen:

- Un grupo de empresas subsidiarias de grandes empresas europeas como puedan ser IVECO, THALES, el grupo EADS, el grupo EUROCOPTER y Siemens.
- Un conjunto de empresas de tamaño grande (No PRIMES) de capital nacional como TECNOBIT, EXPAL, SAPA, SENER, NUCLEO, ITP, SANTANA o GMV.
- Pequeñas y medianas empresas, la mayoría de ellas de capital nacional, que en algunos casos son subsidiarias de algunas PRIMES o No PRIMES.

Partiendo de la clasificación del SIPRI (2014), similar a la que se utiliza en otros ámbitos, consideraremos como sectores más significativos de la industria de defensa:

- Plataformas terrestres
- Plataformas navales
- Plataformas aéreas
- Armas personales y munición
- Electrónica
- Artillería
- Motores
- Misiles
- Espacio
- Servicios
- Ciberseguridad

Aplicando estos criterios a las principales empresas españolas encontramos que los contratistas principales tienen una presencia directa importante en las cinco primeras áreas de las nueve consideradas. En los otros cuatro sectores: artillería, motores, misiles, ciberseguridad y espacio, o no existe presencia española o la que existe es de un nivel secundario.

2.6. Los programas de Defensa

La política de armamento y material tiene por finalidad proveer a las fuerzas armadas de los medios materiales que necesitan para el cumplimiento de sus misiones. A través de esa política, el Ministerio de Defensa, además, puede relacionarse mediante un conjunto de atribuciones y herramientas competenciales con un sector industrial muy específico que precisamente tiene como objetivo proveerle de esos medios.

La gran mayoría de los medios materiales para la defensa no los provee directamente la administración militar, sino que se obtienen mediante técnicas de gestión indirecta de los recursos a través de las capacidades de un sector industrial especializado, cuya actividad queda así permanentemente asociada a los fines y objetivos de la política de defensa.

La responsabilidad fundamental de la base industrial de la defensa consiste en proveer los medios materiales adecuados que las fuerzas armadas necesiten. La provisión de esos medios se alcanza mediante los programas de obtención, que no son otra cosa que la herramienta principal mediante la cual el Ministerio de Defensa satisface sus propias demandas, sus necesidades de armamento y material, articula sobre ello sus intereses industriales y, por tanto, se relaciona a través de este instrumento con la industria proveedora.

Los intereses industriales de la defensa se hacen efectivos alrededor de los programas de obtención, principal herramienta de relación del Ministerio de Defensa con su base industrial y principal elemento de la política de armamento y material. La base industrial asociada a la actividad de las fuerzas armadas constituye una capacidad más al servicio de la defensa nacional. Es un elemento esencial de la capacidad de respuesta de la nación ante esas amenazas y riesgos. En suma, es el interés nacional de la seguridad y la defensa lo que termina por asociar al Ministerio con la industria.

Los programas de obtención o programas de Defensa presentan características propias de los grandes proyectos tecnológicos en entornos muy complejos, de ahí nace la necesidad de llevar a cabo un proceso riguroso de gestión.

Este proceso comienza con el Planeamiento y se regula posteriormente a través de serie de normativas y fases relacionadas con la adquisición de los sistemas. Sobre todos estos aspectos profundizaremos a continuación.

2.6.1. El proceso de Planeamiento

El Planeamiento de la Defensa es un proceso normalizado que da comienzo cada cuatro años y tiene una ejecución de dos años, con revisión en los dos siguientes. Es el primer proceso en la gestión de un programa.

El Ministro de Defensa, basado en la Directiva de Defensa Nacional, DDN (2008), emite la Directiva de Política de Defensa, DPD (2009), cuyo fin es establecer las líneas generales de actuación y las directrices precisas para el Planeamiento de la Defensa.

El Planeamiento de la Defensa se divide en dos tipos:

- I. Planeamiento Militar,
- II. Planeamiento de Recursos

El planeamiento Militar se subdivide, a su vez, en planeamiento de Fuerza y Operativo, y el Planeamiento de Recursos en el Planeamiento de Recursos Humanos, Financieros y Materiales. Se da una concurrencia de las Autoridades de Planeamiento: el Jefe de Estado Mayor de la Defensa (JEMAD) responsable del planeamiento Militar, el Secretario de Estado de Defensa (SEDEF) responsable del planeamiento de Recursos Financieros y Materiales y el Subsecretario de Defensa (SUBDEF) responsable de los Recursos Humanos.

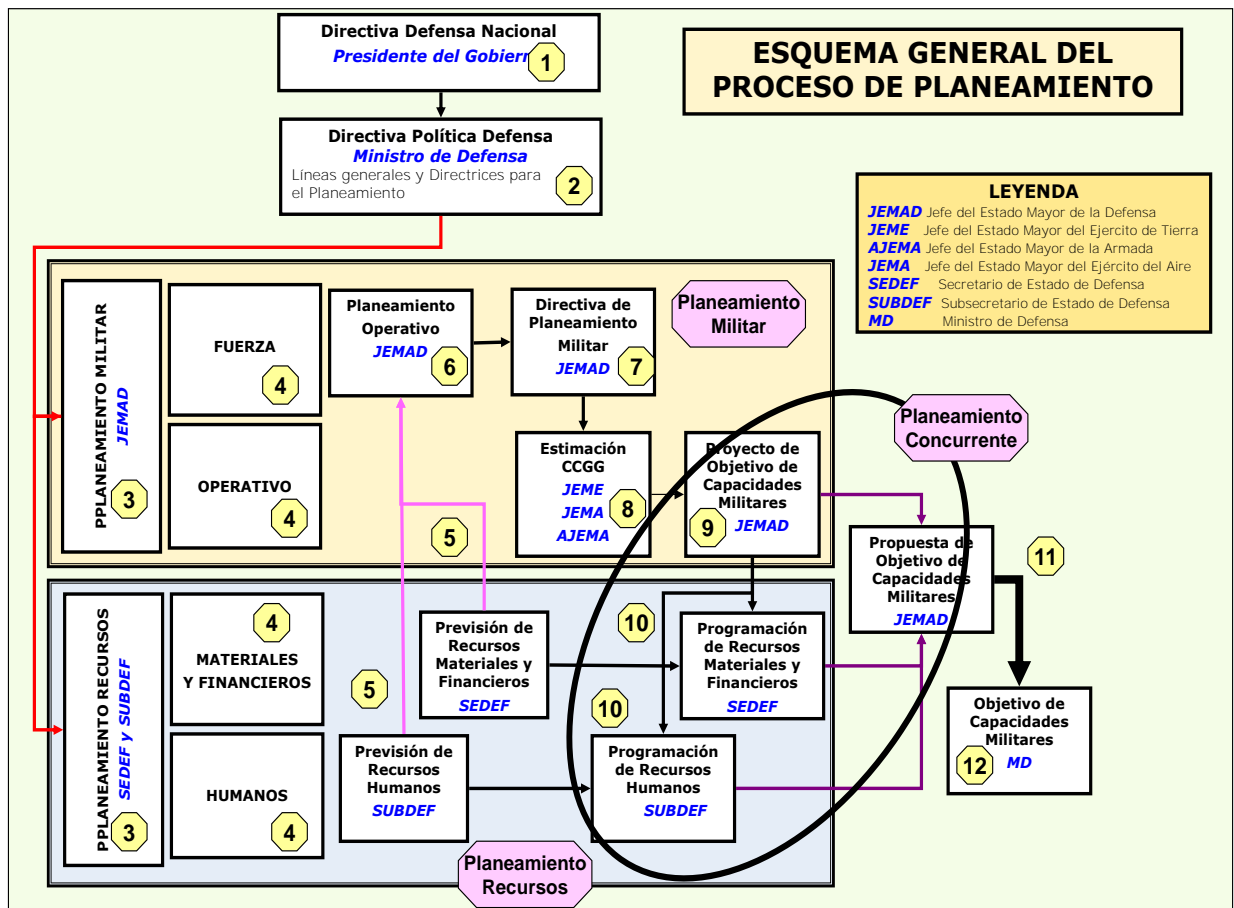
Figura 2-6 Entidades que participan en el planeamiento.



Fuente: elaboración propia, desde la normativa de Planeamiento.

El planeamiento se proyecta sobre tres horizontes temporales que estudian las necesidades a largo plazo, de quince a veinte años, para la preparación del futuro de las Fuerzas Armadas; a medio plazo, seis años, para programar con detalle el empleo de los recursos y, finalmente, a corto plazo, tres años, para la determinación de las necesidades presupuestarias y realizar los ajustes en la programación de recursos. A continuación, se muestra un resumen del proceso de planeamiento:

Figura 2-7 Detalle del proceso de planeamiento.



Fuente: elaboración propia, desde la normativa de Planeamiento.

El planeamiento Militar, bajo la dirección del Jefe de Estado Mayor de la Defensa (JEMAD), tiene por objeto determinar las capacidades militares, las necesidades a obtener en el largo, medio y corto plazo y establecer las prioridades para su obtención. Se articula en planeamiento de la Fuerza y planeamiento Operativo.

El contenido de la Directiva de Política de Defensa, desarrollada de acuerdo con las previsiones sobre los Escenarios de Planeamiento de Recursos, el Planeamiento Operativo y el Concepto de Estrategia Militar (CEM), constituyen el marco en que el JEMAD formula la Directiva de Planeamiento Militar que da inicio al Planeamiento de la Fuerza, Cuadernos nº 1-5 PIDEFSA (2011).

Los Jefes de Estado Mayor de los Ejércitos y la Armada intervienen en el Planeamiento de la Fuerza elaborando sus Estimaciones y Propuestas sobre las necesidades específicas y posibilidades de contribución de sus respectivos Ejércitos a la acción conjunta, que elevarán al JEMAD.

El Planeamiento de la Fuerza culmina con la emisión por el JEMAD del Proyecto de Objetivo de Capacidades Militares.

2.6.2. Planeamiento de Recursos

El SEDEF y el SUBDEF, inicialmente, remiten al JEMAD los documentos de previsión de Recursos correspondientes a su competencia en los que aproximan sus estimaciones para el Planeamiento Militar.

La fase final del proceso de Planeamiento de Recursos culmina con la Programación de Recursos Humanos, Materiales y Financieros.

2.6.3. Planeamiento Concurrente

El Planeamiento Concurrente integra el Proyecto de Objetivo de Capacidades Militares del JEMAD, la Programación de Recursos Humanos del SUBDEF y la Programación de Recursos Materiales y Financieros del SEDEF, en un solo documento que se denomina Propuesta de Objetivo de Capacidades Militares (POCAM).

Este documento lo elevará el JEMAD al Ministro de Defensa. En ese momento finaliza el proceso de Planeamiento. A continuación, resumiremos el proceso de adquisiciones.

2.6.4. El proceso de Adquisiciones

El proceso de adquisiciones involucra un proceso de Planeamiento de los Recursos Materiales, como ya hemos mencionado con anterioridad, y un proceso de Obtención de estos recursos. El Planeamiento de los Recursos Materiales está regulado en el Ministerio de Defensa por la Instrucción 2/2011, I22 (2011), y el proceso de Obtención de los Recursos Materiales por la Instrucción 67/2011, I67 (2011).

La instrucción 2/2011 define el proceso de obtención de los recursos materiales, establece los mecanismos de dirección, seguimiento y control de los programas y, cómo veremos posteriormente, regula el procedimiento a seguir en las dos primeras fases de todo el proceso de adquisición.

Además, esta instrucción establece directrices generales para el resto de las fases del proceso. Cabe mencionar que en esta instrucción quedan excluidos los siguientes recursos materiales:

- Los destinados a la administración y funcionamiento del Ministerio de Defensa.
- Los asociados al sostenimiento, salvo los que formen parte del Soporte Logístico Integrado (ILS).
- De entre los destinados a la preparación y disponibilidad de las unidades, la reposición de recursos materiales ya existentes y los recursos de material fungible tales como combustibles, lubricantes y municiones.

El proceso global de adquisiciones se compone de las siguientes fases:

✦ **Fase Conceptual**

- Definición de la Necesidad operativa
- Pre-viabilidad operativa

✦ **Fase de Definición y Decisión**

- Definición de Requisitos
- Determinación de la alternativa de obtención
- Establecimiento de los programas
- Preparación de la ejecución

✦ **Fase de Ejecución**

- Diseño del Sistema
- Producción, construcción, desarrollo o adquisición, en función de la alternativa por la que se opte.

✦ **Fase de Servicio**

- Preparación de la entrada en servicio
- Gestión de la vida Operativa
- Baja del Sistema

En el capítulo siguiente se ofrecerá un mayor detalle de estas fases y su relación con la incorporación de un control de tipo económico que permita evaluar el impacto de los Programas de Defensa.

Como complemento a las fases identificadas se lleva a cabo, de forma horizontal a todo el proceso, la Gestión de los Programas. Esta fase integra las tareas de impulso, coordinación y seguimiento de las actividades de ejecución del programa y de los contratos que se deriven del mismo, que serán llevadas a cabo por el Jefe de Programa con el apoyo, en caso de ser necesario, de una Oficina de Programa.

Las Oficinas de Programa se encuadran en la estructura orgánica de los Cuarteles Generales (CCGG) o de la SEDEF. El organismo responsable de la gestión del programa establece la Oficina de Programa y la dota de medios.

Esta oficina está formada por una estructura que se crea ad-hoc o con una sección específica de los Mandos Logísticos o de la Dirección General correspondiente. Estas oficinas cuentan también con un Director Técnico, aunque ese rol puede ser asumido por el propio Jefe de Programa en algunos casos.

El Jefe de Programa define la estructura interna de la oficina de programa, elabora la planificación del programa con su estructura y desglose de trabajos, identifica la relación entre las actividades y el camino crítico, asigna los recursos, dirige y gestiona la elaboración de un Plan de Gestión de Riesgos y elabora los Informes de Gestión. También asume el papel de supervisor del trabajo del Director Técnico del programa y puede proponer la incorporación de Cláusulas específicas.

En lo que respecta al Director Técnico, es el responsable de elaborar los Pliegos de Prescripciones Técnicas, de asesorar al Jefe de Programa en el ámbito técnico y realizar el seguimiento y control de los aspectos técnicos del programa. Es durante esta fase donde se producirá, como veremos en el capítulo siguiente, la incorporación de un sistema de gestión del conocimiento que permita el cálculo del impacto económico de un programa, de tal forma que nos permita ir midiendo cuáles son los efectos que tiene el programa sobre el resto de sectores económicos y sobre el empleo.

Este sistema, que por supuesto puede ser incorporado de forma similar en otros procesos relacionados con las inversiones públicas, será adaptado específicamente en nuestra propuesta al entorno de la Defensa.

CAPITULO 3:

PRESENTACIÓN DEL

MODELO MOCIE

3. El Modelo MOCIE

Este capítulo describe el nuevo Modelo propuesto denominado MOCIE (Modelo de Conocimiento para el Impacto Económico) y el Sistema de Información que da soporte a este modelo, denominado SIMOCIE.

En primer lugar, se expone una visión general del Modelo, que nos permitirá gestionar el conocimiento económico de las inversiones realizadas. Posteriormente, se detallan los diferentes niveles que propone el Modelo para gestionar este conocimiento. A continuación, se describe el sistema de soporte SIMOCIE y sus principales interfaces.

Finalmente, el capítulo concluye con un resumen del Marco General de Control en el Sector de la Defensa y una propuesta para la incorporación del Modelo MOCIE y el Sistema de soporte SIMOCIE en dicho sector como mejora general del control sobre las inversiones públicas.

El planteamiento de este modelo propuesto es general, y por tanto, puede ser aplicado en otros ámbitos; no obstante, se estudia en detalle el sector específico de la Defensa por su importancia económica a nivel nacional. Posteriormente, se aplicará el Modelo en un caso de estudio específico de este sector.

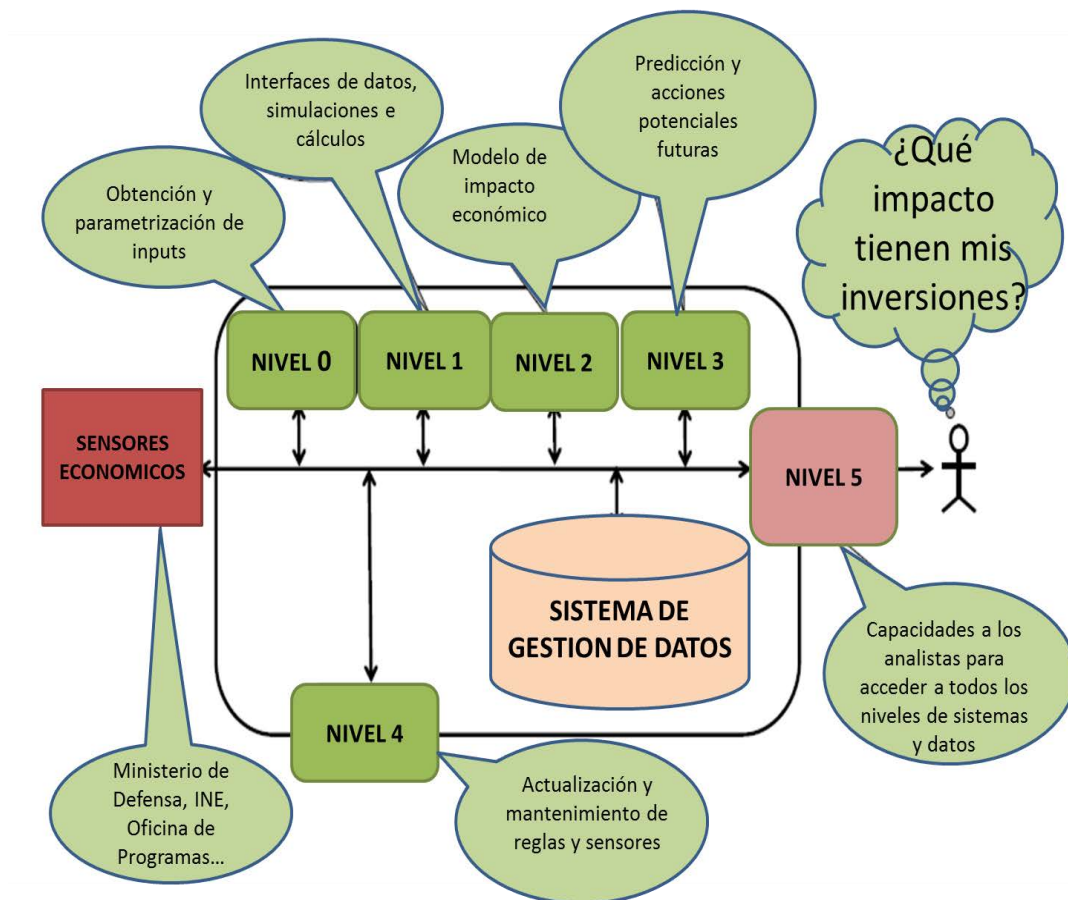
3.1. Visión General del Modelo

Para llevar a cabo nuestro proyecto relacionado con la gestión del conocimiento construimos un modelo que incluye tres capas de gestión del conocimiento (la percepción de los componentes existentes en el entorno organizacional, la comprensión de su significado y la proyección de su estado en el futuro).

Nuestra propuesta está soportada por un modelo que hemos denominado MOCIE (Modelo de Conocimiento para el Impacto Económico). Este modelo nos permite relacionar las capas de la conciencia situacional con los niveles del proceso de fusión datos en términos de impacto económico de un programa de inversiones. En la figura siguiente (*Figura 3.1 Estructura General de MOCIE*) mostramos un esquema simplificado de dicho modelo.

Los sensores representados en la figura son dispositivos en el sistema que capturan la información de las fuentes y proporcionan dicha información a una serie de niveles. Ejemplos de estos sensores son los diferentes informes de las oficinas de los programas de inversión, la información del Instituto Nacional de Estadística que nos proporciona los datos nacionales Input-Output, o diferentes bases de datos internacionales de datos Input-Output.

Figura 3-1 Estructura General de MOCIE



Fuente: elaboración propia.

En el nivel cero de nuestro modelo se integrarían los datos de los sensores procedentes de las diversas fuentes mediante un proceso de fusión de datos, que permite abordar los problemas de adaptación (por ejemplo, los cambios de moneda, las actualizaciones de precios, la precisión de los datos) o las diferencias en la presentación de formatos de salida.

El nivel uno del modelo está soportado por un proceso de fusión de la información que combina estos datos para realizar diferentes cálculos y simulaciones, permitiendo obtener información estandarizada que pueda ser operada por un modelo matemático completo en el nivel 2.

A nivel dos se combinan todas las variables en un modelo para proporcionar como salida la perspectiva actual del estado de nuestras inversiones en términos de impacto económico.

A nivel tres, el proceso proporciona una capacidad de predecir los estados futuros de nuestros sistemas de inversión (por ejemplo, si invertimos más en ciertos sectores ¿cómo variaría nuestro impacto económico? o ¿cuánto tengo que invertir en cierto sector para obtener mayor empleo en sectores estratégicos?, ¿qué sectores son los que reciben un mayor impacto si modifico mi esquema de inversión en ciertos proyectos?).

El nivel cuatro del modelo MOCIE aborda la capacidad del sistema para el mantenimiento de reglas y sensores. Por ejemplo, la actualización de datos Input-Output a nivel nacional sería un ejemplo de capacidad básica del nivel cuatro. Por último, el nivel cinco es la interfaz entre el analista económico y el sistema de fusión de datos.

La visualización de la información juega aquí un papel muy relevante. En general, la visualización consiste en la representación de información de forma gráfica para poder transmitir un concepto de manera clara.

Se trata de un componente esencial en la transmisión de la conciencia situacional y que permite una mayor rapidez en la toma de decisiones ya que la presentación de los datos de manera visual permite aprovechar la potencia del procesamiento del cerebro humano, junto con nuestra capacidad natural para detectar patrones, tendencias y cambios en las imágenes.

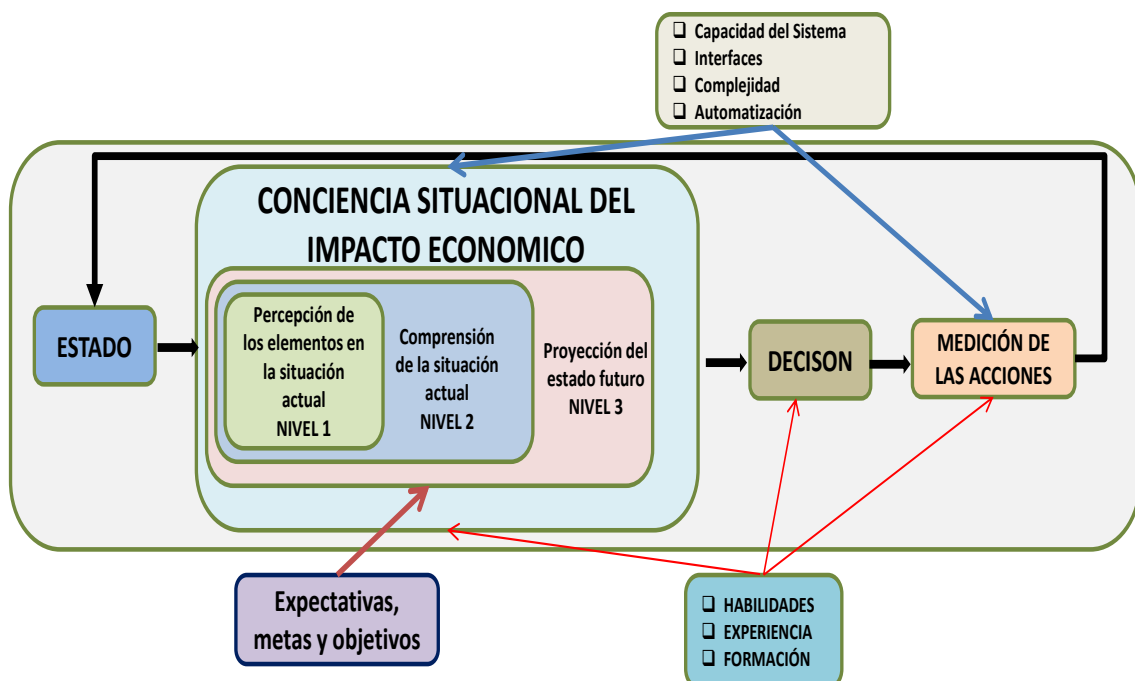
El análisis completo de la información económica seguirá necesitando de un gran componente humano, a pesar de todos los esfuerzos de automatización. Aquí los sistemas de visualización jugarán un papel esencial. El flujo de datos ha de ser analizado tanto en tiempo real como sus datos históricos.

Con la aparición del nuevo paradigma de civilización, la del conocimiento, las entidades gerenciales requieren de nuevos modelos que soporten la toma de decisiones, Blanco-Rojo y Sarabia-Alegría (2000). Es por ello por lo que se hace necesario contar con sistemas de visualización que permitan reducir el tiempo de análisis sin producir una falta de datos al haberlos resumido en exceso y acorten el tiempo necesario para la toma de decisiones. Uno de nuestros objetivos para lograr este propósito fue desarrollar un sistema de información de soporte a este proceso.

Proponemos que el modelo de gestión del conocimiento se aplique en un escenario de toma de decisiones, tal y como se presenta en la figura 3.2. Las decisiones y acciones que se llevan a cabo, y que son medidas a posteriori, varían en función del estado, que es analizado a través de diferentes niveles (percepción, comprensión y proyección).

En función de las habilidades, la formación y la experiencia de los roles que participan en el flujo de decisión, éstos alimentan un bucle que es soportado por un sistema con diversidad de interfaces, un cierto grado de automatización y complejidad. La principal entrada del modelo son las expectativas, metas y objetivos de las misiones encomendadas.

Figura 3-2 Toma de Decisiones en MOCIE.



Fuente: elaboración propia.

En el caso de algunas organizaciones se podría hacer uso del concepto “*sensemaking*”, que es el proceso por el cual un analista de inversiones podría, desde la conciencia situacional, dar sentido a la información que percibe sobre las inversiones, y desde ese nivel hacer fluir la información hasta las capas de toma de decisión, en el caso necesario y con un nivel de detalle adecuado. Para conseguir este propósito, las organizaciones más avanzadas podrían hacer uso de modelos que permitieran relacionar todas las capas de información de la conciencia situacional en términos de impacto económico, o en otros escenarios de gestión económica a través de métodos, Sánchez-Fuentes and Martínez (2011), o herramientas avanzadas de soporte para la administración pública, Pedregal, Perez and Sánchez-Fuentes (2014).

Las representaciones gráficas de los datos en nuestro caso se realizan utilizando el color, la forma, la posición, el tamaño o cualquier otra propiedad gráfica que pueda codificar la información. Ha de ser posible, partiendo de unos datos de un alto nivel de abstracción, moverse de manera interactiva hacia los datos de menor nivel en caso de que fuera necesario para poder comprender lo que se nos muestra.

Las técnicas de visualización son diseñadas o seleccionadas para alinearse con uno o más de las fases o niveles de la conciencia situacional: Percepción, Comprensión y Proyección. Estas fases se refieren, respectivamente, a ser consciente de los datos actuales, tener un entendimiento necesario que permita obtener conclusiones sobre la situación en la que nos encontramos en relación con esos datos y, finalmente, intentar predecir la situación futura en la que nos encontraremos en base a esa información.

Existen cinco usos estandarizados principales de la visualización en nuestro modelo, tal y como son mostrados en la figura siguiente:

Figura 3-3 Conceptos de Visualización en MOCIE.



Fuente: elaboración propia.

- Monitorización, en la que se observa un fenómeno en curso en el que los datos pueden estar en continuo cambio, como pueda ser el caso de los valores de cambio de una moneda,
- Inspección, en la que el analista busca detalles específicos, solicita aclaraciones y encuentra datos que le permiten comprobar hipótesis,
- Exploración, donde se realiza un estudio concienzudo y libre de los datos, se investiga sin tener pistas previas, se combinan los datos de forma novedosa y se experimenta interactivamente con las vistas de los datos, encontrando regiones de interés para su análisis y se generan nuevas hipótesis,

- Predicción, en la que, o bien intentamos encontrar el estado futuro más probable suponiendo que la progresión actual continuará si no se interviene, o determinamos un estado futuro particular basado en planes de acción potenciales y
- Comunicación, en la que se presentan todos los datos a terceros, se realizan informes, o se presentan las actividades realizadas.

3.2. Los cinco niveles de MOCIE

3.2.1. El nivel cero: parametrización de inputs

Como ya hemos mencionado, el principal objetivo del nivel cero de MOCIE es la integración de los datos de los sensores procedentes de las diversas fuentes mediante un proceso de fusión de datos.

Las primeras fuentes que tenemos provienen de los programas públicos de inversión. Como ya analizaremos posteriormente en el capítulo cuarto donde aplicaremos nuestro modelo MOCIE en un caso práctico, la mayoría de la información que se obtiene tiene un formato bastante estandarizado.

Uno de los principales objetivos de este nivel es comprobar la robustez de nuestro modelo, incluyendo un análisis de la sensibilidad de la información proporcionada por los diferentes sensores.

Para la implementación de este análisis de sensibilidad, como también posteriormente detallaremos, a través de nuestro Sistema de soporte a MOCIE (SIMOCIE) todas estas fuentes deben ser adaptadas y para ello hemos realizado diferentes interfaces de adaptación:

- El primero de ellos es el cambio de moneda. Aunque lo más común es manejar euros, no todos los proyectos tienen los datos disponibles en esta moneda. Por ejemplo, como veremos posteriormente, algunos de los contratistas de los proyectos son del Reino Unido o de los EEUU y los datos que disponemos son en Libras o en Dólares y es en este nivel donde tenemos que hacer las conversiones adecuadas. Para ello se programan específicamente módulos que nos realizan de forma automática la conversión.
- La segunda adaptación común son las actualizaciones de precios. Este aspecto es vital cuando analizamos el impacto de programas o proyectos de larga duración, donde hay que considerar las actualizaciones de precios. Para ello también hay que desarrollar módulos específicos que nos permitan esta adaptación. En el caso de las predicciones, este aspecto tiene una mayor complejidad y se aborda desde el nivel tres de nuestro modelo.

- La tercera adaptación estándar son la precisión de los datos. En la mayoría de los casos conocemos los datos de las inversiones con una gran precisión, sin embargo, en otras ocasiones es necesario realizar adaptaciones muy específicas. Es en este nivel donde es necesario disponer de todos los datos con la misma precisión, al objeto de estandarizar todas las fuentes. En el caso de inversiones ya ejecutadas este proceso es más sencillo, pero en inversiones presupuestadas no siempre tenemos todos los datos con la misma precisión.
- Por último, otra adaptación estándar de nuestro modelo es la presentación de los formatos de los datos. En algunos casos, los datos no están adecuadamente formateados, por hacer uso de diferentes herramientas, lenguajes o simplemente los datos no están todo lo automatizados que se desearía. Por ejemplo, la información proveniente de las oficinas de proyectos muchas veces las encontramos en formato papel escaneado, con lo que es necesario realizar una digitalización de la documentación aportada. Como veremos posteriormente en un caso práctico, esto complica el proceso desde el punto de vista de la automatización, aunque no presenta problemas a futuro, ya que la mayor parte de las oficinas de programas tienen disponible la información más relevante de forma automatizada.

La segunda de las fuentes más relevantes son los datos sobre el impacto económico recogidos desde el Instituto Nacional de Estadística. En estos casos nos encontramos con una estandarización de las fuentes datos bastante robusta y este nivel del modelo no presenta una complejidad muy alta.

Las principales fuentes de datos recogidas en este ámbito es el Framework Input-Output publicado por el INE, que incluye información sobre las tablas simétricas Input-Output de la economía española, las tablas de origen y destino y la metodología utilizada, TIO-INE (2015), además, de diversas fuentes consultadas de forma adicional, que detalla varias referencias por cada rama de actividad económica, Fuentes INE (2015).

Por último, otras fuentes de datos en las que tenemos identificados sensores en nuestro nivel cero son las Bases de Datos de datos internacionales Input-Output. En este caso, sí que puede ser necesario realizar algunas ligeras adaptaciones. Aunque hemos analizado en nuestro modelo diversas bases de datos, únicamente hemos hecho uso de la Base de Datos Input-Output Mundial (WIOD) financiada por la Unión Europea, Timmer (2012), que está enfocada a estudios de productividad y que nos ha permitido realizar datos comparativos en el proceso de actualización del marco Input-Output, como analizaremos posteriormente en el nivel cuatro.

3.2.2. El nivel uno: desarrollo de interfaces

El nivel uno del modelo está soportado por un proceso de fusión de la información que combina estos datos para realizar diferentes cálculos y simulaciones, permitiendo obtener información estandarizada que pueda ser operada por un modelo matemático completo en el nivel 2. A nivel dos se combinan todas las

variables en un modelo para proporcionar como salida la perspectiva actual del estado de nuestras inversiones en términos de impacto económico.

El nivel uno lo que permite es tener un interfaz entre los sensores y nuestro modelo. Eso significa que por cada una de las fuentes tenemos un sistema o una base de datos, sea en la forma que sea, que contiene toda la información de entrada al modelo. Los datos se encuentran ya correctamente formateados y estandarizados desde el nivel cero. Este nivel uno no tiene una gran complejidad, pues se trata principalmente de importar los datos directamente desde el nivel cero y estructurarlos en un repositorio común de información.

3.2.3. El nivel dos: el modelo de impacto económico

En el nivel dos del modelo, el primer reto que nos encontramos es la implementación del Modelo Matemático de Impacto Económico. En nuestro caso, para incluir los programas de inversión como un sector más de la economía, el nivel dos los segrega, creando un nuevo sector virtual de Administración Pública que excluya dichos programas.

En primer, lugar, en este nivel los inputs o consumos intermedios utilizan las compras de bienes y servicios realizadas por cada uno de los programas de inversión. Por su parte, la imputación de las ventas de los mencionados programas al

resto de los sectores, en muchos de los casos no será necesaria, ya que, al tratarse de un sector de servicios públicos, éstas no existen como tales.

En el nivel dos se parten del conocimiento de los procesos productivos de cada sector y sus relaciones. Esta información proviene de uno de nuestros sensores, el Marco Input-Output proporcionado desde el Instituto Nacional de Estadística. Desde el nivel dos se obtienen, a través del cálculo matricial como veremos posteriormente, toda la cadena de efectos que produce la actividad de los programas de inversión.

Esta actividad económica de los programas de inversión se traducirá en una mayor oferta y en aumentos de demanda de diversos sectores. Éstos, a su vez, demandan más bienes y servicios a todos los demás, mientras que los receptores de la oferta incrementan su producción, produciéndose así toda una sucesión de efectos intersectoriales que pueden ser medidos en este nivel combinando la información Input-Output con el álgebra matricial.

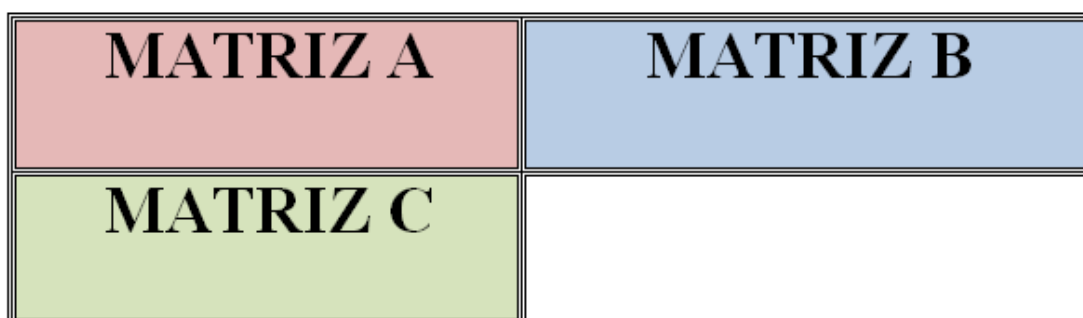
Este análisis permite llegar a una expresión matemática que calcula el impacto directo en la producción. Este impacto directo consiste en la inyección de recursos que los programas bajo estudio aportan a la economía. La explicación matemática de todos estos efectos se muestra a continuación.

Comenzaremos por explicar que una tabla Input-Output (que simplificaremos como TIO, a partir de ahora) cuantifica cómo se distribuye una actividad económica entre

el conjunto de los sectores de la economía del país de referencia. Para ello, TIO proporciona los datos sobre la estructura de las compras intermedias que se realizan entre los diferentes sectores de una economía.

Esta herramienta ofrece información sobre las interrelaciones en forma de compras y ventas entre los distintos sectores económicos de un país. Para facilitar su elaboración se supone una función de producción de coeficientes fijos, lo que implica rendimientos constantes a escala y complementariedad perfecta. A partir de esta hipótesis la estructura industrial de un país se reflejará en forma de tabla del modo siguiente:

Figura 3-4 Estructura general del Marco Input - Output.



Fuente: elaboración propia.

La parte A se denomina matriz de transacciones inter-industriales y recoge las transacciones nacionales intersectoriales, las importaciones por origen y destino, y los flujos totales. Para cada sector, su columna refleja la estructura necesaria de sus compras a otros sectores para llevar a cabo su actividad productiva, mientras que su fila recoge la estructura de las ventas al resto de sectores.

La parte B es la matriz que engloba los vectores de demanda o empleos finales incluyendo el consumo privado y público, la formación bruta de capital (inversión), la variación de existencias y las exportaciones. Finalmente, la parte C es la matriz que recoge los vectores correspondientes a los inputs primarios: sueldos y salarios brutos, cotizaciones sociales, excedente bruto de explotación, impuestos a la producción y subvenciones de explotación. En el caso de que existan tres sectores la tabla quedaría como sigue:

Figura 3-5 Marco Input – Output con tres sectores.

SECTORES	S1	S2	S3	Demanda intermedia	Demanda Final	Output total
SECTOR 1 (S1)	x_{11}	x_{12}	x_{13}	$\sum x_{1j}$	D_1	X_1
SECTOR 2 (S2)	x_{21}	x_{22}	x_{23}	$\sum x_{2j}$	D_2	X_2
SECTOR 3 (S3)	x_{31}	x_{32}	x_{33}	$\sum x_{3j}$	C_3	X_3
Inputs intermedios	$\sum x_{i1}$	$\sum x_{i2}$	$\sum x_{i3}$			
Valor Añadido Bruto	V_1	V_2	V_3			
Inputs totales	X_1	X_2	X_3			

Fuente: elaboración propia.

Donde los términos del Marco IO son:

- X_{ij} es la cantidad del producto del sector i que consume el sector j ,
- D_i es el vector de demanda final y
- V_i es el vector fila de valor añadido bruto (VAB).

En la tabla existen tres relaciones contables fundamentales:

- La suma de ventas intermedias es igual a la suma de compras intermedias.
- La suma de las demandas finales es igual a la suma del valor añadido más las importaciones equivalentes, es decir, la suma de las importaciones de la matriz de consumos intermedios más las importaciones destinadas a la demanda final.
- Para cada sector, la demanda final más la demanda intermedia nos da el output del sector. Por columnas, el output del sector coincide con las compras intermedias más los inputs primarios.

Además de estas relaciones contables, las TIO permiten la obtención de las macro-magnitudes básicas como el Producto Interior Bruto, ya sea a través del valor añadido o de la demanda final. Por ello, en numerosos países las TIO sirven de complemento y control de la Contabilidad Nacional.

En una TIO, se cumple la siguiente identidad:

$$q \equiv X * u + f \quad (1)$$

Donde los términos de la ecuación son:

- q : Vector de producciones de las ramas.
- X : Matriz de demandas intermedias.
- u : Vector unidad.
- f : Vector de demanda final de las ramas.

La matriz X recoge las relaciones intersectoriales. Por filas esta matriz indica los output o destinos de los productos de cada rama que se utilizan como consumos intermedios de otras, y por columnas la matriz indica los inputs o entradas para el proceso productivo de la rama a la que corresponde cada columna.

Por definición, el total de consumos intermedios utilizados por todas las ramas coincide con el total de salidas de productos para uso intermedio del resto de ramas; es decir, el total de consumos intermedios coincide por filas y por columnas.

Para el posterior desarrollo se utilizará una presentación mediante símbolos, indicando por x_{ij} una casilla cualquiera de la matriz X de consumos intermedios de la TIO (utilización que la rama j hace de productos de la rama i), q_j será la producción efectiva de la rama j, y f_i será la demanda final de la rama i.

En el análisis Input-Output es de gran utilidad el cálculo de determinadas relaciones entre las diferentes ramas económicas, que podrían considerarse relaciones estructurales de la economía. Estas relaciones suelen representar la proporción de los distintos inputs en la producción de cada rama, denominándose coeficientes de input.

Los coeficientes técnicos son un tipo de coeficientes de input que expresan la utilización que cada rama hace de productos de otra por unidad de producción. Es

necesario señalar que los supuestos subyacentes más importantes al modelo son los mismos que en una función de producción tipo Leontief, concretándose en coeficientes de producción fijos.

Si en la matriz X se divide cada columna por el valor de la producción de la rama correspondiente a dicha columna, la matriz resultante es la llamada matriz de coeficientes técnicos o matriz A . Esta operación en álgebra matricial se expresa de la siguiente forma:

$$A = X * [\hat{q}]^{-1}$$

Siendo $[\hat{q}]^{-1}$ la inversa del vector de producciones diagonalizado, y cada elemento de la matriz A es

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{q_j}$$

Cada elemento a_{ij} de la matriz A se define como la utilización que la rama j hace de productos de la rama i por unidad de producción.

Despejando X en la anterior expresión, en función de A , se obtiene:

$$X = A * [\hat{q}]$$

Como

$$[\hat{q}] * u = q$$

Entonces la identidad (1) puede describirse como:

$$q \equiv A * q + f$$

Donde, al despejar q , se obtiene:

$$q = (I - A)^{-1} * f \quad (2)$$

La matriz $(I - A)^{-1}$ es la llamada matriz inversa de Leontief, y a partir de ahora se designará por R en nuestro modelo.

Cuando aumenta la demanda final de una rama, ésta debe aumentar su producción para satisfacerla, y esto le lleva a aumentar la demanda de los consumos intermedios de las demás ramas, los cuales habrán de aumentar sus producciones para satisfacer este aumento en sus demandas intermedias, y ello también les obliga a aumentar sus consumos intermedios. Así, el aumento en la demanda final de una rama se multiplica por toda la economía a través de las relaciones inter-industriales que recoge la matriz inversa.

Estos sucesivos estadios de interacciones se clarifican factorizando la matriz inversa de Leontief:

$$R = (I - A)^{-1} = (I + A + A^2 + A^3 + \dots)$$

La matriz A refleja la estructura de input de las ramas, y por tanto ofrece el impacto directo del aumento de la producción en una rama sobre las demás. El elemento a_{ij} de la matriz A , indica cuánto ha de aumentar la producción de i como consecuencia directa del aumento en la demanda final de j , es decir, sólo por el aumento inicial en la demanda intermedia de j a i .

La inversa de Leontief, aquí denominada R , recoge el efecto global sobre una rama del aumento en la demanda final de otra.

Es decir, el elemento r_{ij} de la matriz R , indica cuánto ha de aumentar la producción de i como consecuencia de un aumento unitario en la demanda final de j , una vez que se han tenido en cuenta todos los efectos inter-industriales.

La matriz R capta, por tanto, el impacto total. La factorización efectuada hace posible que (2) se exprese como:

$$q = (I - A)^{-1} * f = (I + A + A^2 + A^3 + \dots) * f \quad (3)$$

Estos cálculos iniciales nos servirán para, desde nuestro nivel dos, la obtención del impacto económico de los programas de inversión sobre la economía nacional, como analizaremos posteriormente en este capítulo.

Cuando se produce un incremento de la demanda final, el modelo implementado desde el nivel dos da lugar a una variación en la producción final que se puede expresar como:

$$\Delta q = (I - A)^{-1} * \Delta f \quad (4)$$

Donde los términos de la ecuación son:

- q: Vector de producciones de las ramas.
- f: Vector de demanda final de las ramas.
- I: Matriz identidad
- A: Matriz de coeficientes técnicos

Para analizar los impactos económicos de los programas de inversión se considera un vector de impacto formado por la producción efectiva de dichos programas, y a tal vector lo hemos denominado Δg en nuestro modelo.

Si recuperamos la fórmula obtenida anteriormente:

$$q = (I - A)^{-1} * f = (I + A + A^2 + A^3 + \dots) * f \quad (5)$$

Y desde (4) y (3) obtenemos:

$$\Delta q = (I + A + A^2 + A^3 + \dots)\Delta g \quad (6)$$

Esta expresión determina el efecto total sobre la producción que ocasiona una variación en la demanda final.

La ecuación (6) puede ordenarse de la siguiente forma:

$$\Delta q = I * \Delta g + [(I - A)^{-1} - I] * \Delta g \quad (7)$$

La expresión anterior da lugar a la descomposición del efecto total que produce la variación de la demanda final en: efecto directo y efecto indirecto.

El efecto directo Δg consiste en la producción generada por los programas de inversión en la economía española. El efecto indirecto $[(I - A)^{-1} - I] * \Delta g$ es el producido por los gastos necesarios para llevar a cabo las actividades de los sectores directamente afectados, y por los gastos necesarios en el resto de sectores económicos generados por las reacciones en cadena que originan los programas. Estas reacciones provienen de las interrelaciones económicas entre los sectores originariamente afectados y el resto de sectores económicos.

Una vez llegados a este punto, lo que hacemos desde el nivel dos, y con los datos suministrados por nuestro nivel 1, es construir los vectores demanda para todos los programas bajo estudio. Obtenidos los vectores demanda, y haciendo los correspondientes cálculos obtenemos el impacto directo de los programas de inversión.

Otro de los objetivos de nuestro Modelo MOCIE es evaluar el impacto en el empleo de los programas de inversión, por su importancia para la economía.

Junto a los efectos mencionados anteriormente existe uno más: el efecto inducido que es el ocasionado por el aumento de consumo que produce el crecimiento en el empleo (este efecto se calcula como el impacto que produce un incremento de la demanda final, es decir, de igual forma que en la expresión (4)).

El incremento en el empleo desde el nivel dos se calcula pre multiplicando en el segundo miembro de la ecuación (4) por el vector de coeficientes de empleo e (vector fila), que representa el empleo por unidad de producción y se obtiene de dividir el número de empleos de cada sector por la producción del mismo:

$$\Delta E = e * [(I - A)^{-1} * \Delta g] \quad (8)$$

Aplicando a la expresión anterior la ecuación (7) podemos obtener, al igual que hicimos con el efecto en la producción, la descomposición del efecto total sobre el empleo en efecto directo e indirecto.

Obtenidos ya anteriormente el impacto en la producción, y haciendo los correspondientes cálculos obtenemos el impacto en el empleo de los programas de inversión.

Uno de los mayores retos que presenta este nivel es el tema de la actualización de datos. Muchas veces nos encontramos con que los datos provenientes del Marco Input-Output ofrecidos por el Instituto Nacional de Estadística no están actualizados. Esta problemática se analiza y soporta desde el nivel cuatro de nuestro modelo: el mantenimiento de reglas y sensores.

3.2.4. El nivel tres: predicciones

A nivel tres, el proceso proporciona una capacidad para predecir los estados futuros de nuestros sistemas de inversión. Se trata, en este nivel, de poder hacer estimaciones a futuro sobre el impacto que vamos a tener con nuestras inversiones.

Esto es extremadamente útil en el caso de los programas públicos, donde partimos de un escenario presupuestado de los programas, previa a la ejecución de los mismos. Evidentemente el valor presupuestado de los programas y el ejecutado

suele diferir considerablemente, con lo que nuestro modelo nos permitirá realizar esta comparativa, de gran interés. Pero es que, a la hora de monitorizar y gestionar los programas de inversión, contar con una herramienta que nos permita analizar qué impactos económicos están teniendo estos programas es de una gran utilidad, Ibi, E y Onrubia (2015).

Este nivel tres no presenta una gran complejidad de implementación, pues en este caso tenemos una opción básica de predicción: una predicción sobre la información que proviene de las Oficinas de los Programas de Inversión. En este caso, nos encontramos con varias fuentes de datos que provienen de las Oficinas de Programa y de otras entidades de la Administración Pública.

Por un lado, tenemos los datos presupuestados por la Administración Pública en los Pliegos de Prescripciones Técnicas o en las Cláusulas de Contratación de tipo financiero más específicas; por otro lado, solemos contar con la información de la Oferta de los diferentes Contratistas; por último, tenemos los gastos reales ejecutados por los programas.

Durante el proceso de implementación de los programas, tanto los Contratistas como la propia Administración predicen los gastos futuros y esa información puede ser incorporada en nuestro modelo, de tal forma que podamos monitorizar el impacto de los programas a lo largo de su ciclo de vida de forma dinámica.

El único factor a considerar en nuestro modelo es que esas fuentes de datos tienen una tipología diferente, y eso habrá que tenerlo en cuenta a la hora de presentar los resultados y los análisis. Es decir, no será igual presentar el impacto en el empleo real del programa ejecutado que el impacto en el empleo del programa presupuestado.

Existiría también una predicción sobre la información que proviene de los datos Input-Output. Para ello, deberíamos contar con información actualizada y/o a futuro de los datos Input-Output, o disponer de una capacidad en nuestro modelo de actualizar esa información a presente o a futuro. Pero la actualización y el mantenimiento de los sensores es responsabilidad del nivel cuatro.

Para el caso de los datos de las Oficinas de Programas, el nivel cuatro solamente incorpora la capacidad de importar nuevos datos, pero en el caso de los datos Input-Output la actualización de esa información presenta una gran complejidad, como veremos posteriormente en el nivel cuatro.

A modo de resumen, diremos que a través de este nivel podemos responder a preguntas muy interesantes; por ejemplo, si uno de nuestros programas invierte más en ciertos sectores, como va a variar nuestro impacto económico; o por ejemplo, saber cómo tengo que invertir para obtener mayor empleo en sectores estratégicos; o conocer que sectores específicos reciben un mayor impacto si modificamos el esquema de inversión de ciertos programas.

3.2.5. El nivel cuatro: mantenimiento de reglas y sensores

Como ya hemos mencionado, el nivel cuatro del modelo MOCIE aborda la capacidad del sistema para el mantenimiento de reglas y sensores.

De la misma forma que analizamos en el nivel tres las dos tipologías de información que maneja nuestro Modelo, esto es, la información de los datos Input-Output, y la información que proviene de las oficinas de los programas de inversión, en este caso nuestra mayor preocupación estriba en el mantenimiento de los datos Input-Output.

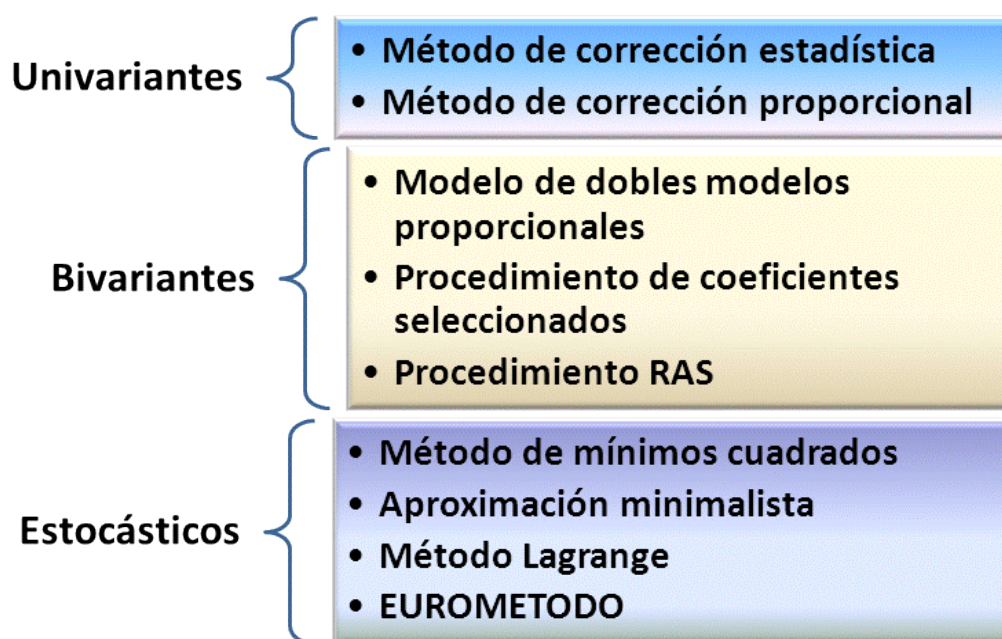
Uno de los principales sensores de nuestro modelo son los datos que obtenemos desde el Instituto Nacional de Estadística sobre el marco Input-Output. Desde el nivel cuatro debemos incorporar una capacidad para el mantenimiento de esta información.

Pero es que el proceso de elaboración de las tablas Input-Output conlleva una gran complejidad, lo que provoca un importante retraso en la obtención de resultados respecto la fecha de referencia. Este problema tiene muy difícil solución ya que, aunque se pueda mejorar el plazo mínimo para disponer de las encuestas estructurales que se realizan, el proceso de conciliación y consolidación de la información hace muy complicado la reducción por debajo de tres años la diferencia entre la fecha de publicación y su fecha de referencia.

Debido a este retraso, muchas de las aplicaciones del marco input – output están desfasadas en el tiempo. Por tanto, la única solución operativa para evitar este problema es actualizar las tablas por métodos indirectos.

Existen diferentes estrategias para abordar este problema, Eurostat IO (2008), que se resumen en tres grandes líneas metodológicas: métodos univariantes, métodos bivariantes y procedimientos estocásticos, tal y como se representa en la figura siguiente.

Figura 3-6 Métodos de actualización del marco IO



Fuente: elaboración propia.

Los métodos univariantes son los más sencillos, pero tienen muy poca relevancia, ya que sólo realizan ajustes a partir de las filas de las Tablas IO. Se basan en la construcción de una matriz diagonal de multiplicadores, donde se define el grado de ajuste en la demanda intermedia (*método de corrección proporcional*) o en la producción (*método de corrección estadística*). Los métodos bivariantes se caracterizan por realizar ajustes iterativos a partir de correcciones de filas y columnas.

El método RAS es un procedimiento muy popular para la actualización de TIO. El método RAS es un algoritmo simple cuyo objetivo es obtener una tabla equilibrada a partir de la multiplicación iterativa de filas y columnas de una tabla inicial por unas matrices de correcciones previamente definidas.

Pero hay importantes objeciones a este método de tipo conceptual, ya que no deja de ser un artificio de tipo matemático.

El tercer bloque metodológico incluye un conjunto de métodos donde se asume que los cambios de los coeficientes de las Tablas no tienen por qué producirse de manera homogénea por multiplicadores de filas y columnas. Algunos de estos métodos tienen una utilización bastante restringida, como por ejemplo el de Lagrange, utilizado por la oficina estadística de Holanda.

El procedimiento más completo desde nuestro punto de vista, recomendado por Eurostat, Eurostat IO (2008), y utilizado para actualizar las Tablas Input-Output de los estados de la Unión Europea, es el EUROMETODO. El funcionamiento del Eurometodo es bastante complejo.

Este procedimiento hace uso, como variables exógenas, de las principales previsiones macroeconómicas oficiales tales como el valor añadido o los componentes de la demanda final.

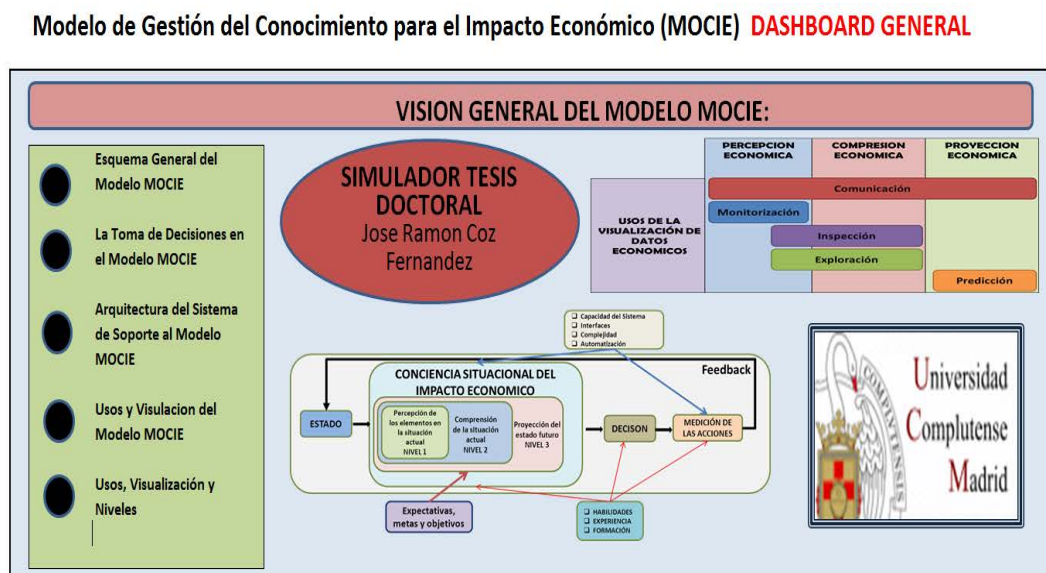
Eurostat IO (2008) destaca multitud de ventajas de este método de actualización como su robustez, uso de información de calidad, bajo coste, eliminación de cambios arbitrarios en los coeficientes técnicos, composición estructural de la demanda final estimada en la iteración, consistencia de oferta y demanda proporcionada por el modelo Input-Output, etc. En nuestro caso, desde el nivel cuatro presentaremos un interfaz con capacidad para integrarse con el proceso de Eurometodo.

No obstante, también presentaremos una solución adicional basada en programación genética. Toda la complejidad incorporada en este nivel a través del uso de la programación genética y el interfaz con Eurometodo será explicada en detalle en el capítulo quinto, Aplicaciones Avanzadas de MOCIE.

3.2.6. El nivel cinco: los interfaces de uso

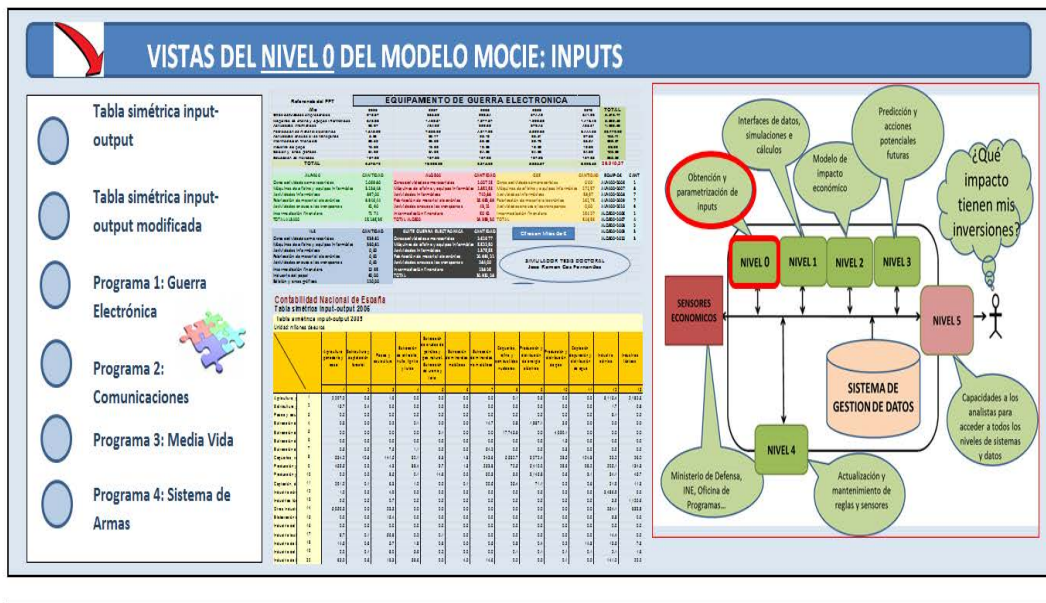
Por último, el nivel cinco es la interfaz entre el analista económico y el sistema de fusión de datos. Para el desarrollo de este interfaz se ha llevado a cabo la implementación de un sistema que nos permite dar soporte a todo el modelo. Se trata del sistema SIMOCIE. El sistema tiene un interfaz que permite el acceso y la edición de esta información. En las siguientes figuras pueden observarse algunos datos y gráficos que pueden consultarse en tiempo real. Además, con motivo de aumentar la amigabilidad del aplicativo, en los interfaces gráficos principales se muestra el esquema de MOCIE y el nivel donde nos encontramos, tal y como se puede observar en la figura de la derecha del interfaz correspondiente al nivel cero.

Figura 3-7 Visión General de MOCIE



Fuente: elaboración propia.

Figura 3-8 Visitas del Nivel cero de MOCIE



Fuente: elaboración propia, desde el Sistema de Información de Soporte a MOCIE (SIMOCIE).

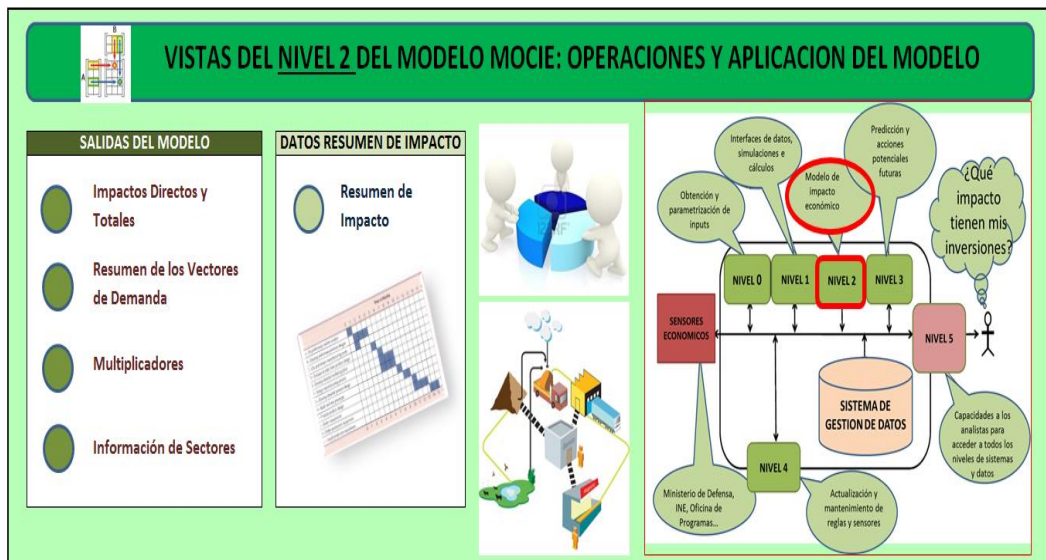
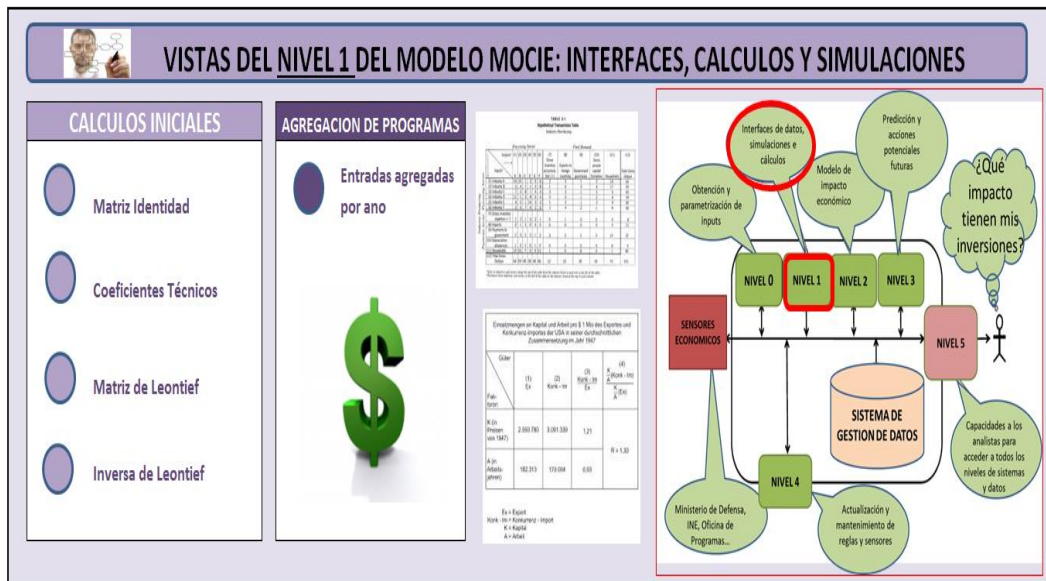
Desde los interfaces correspondientes al nivel uno se puede consultar y editar información más detallada como los coeficientes técnicos, las matrices intermedias para las simulaciones o las entradas agregadas por cada año de inversión.

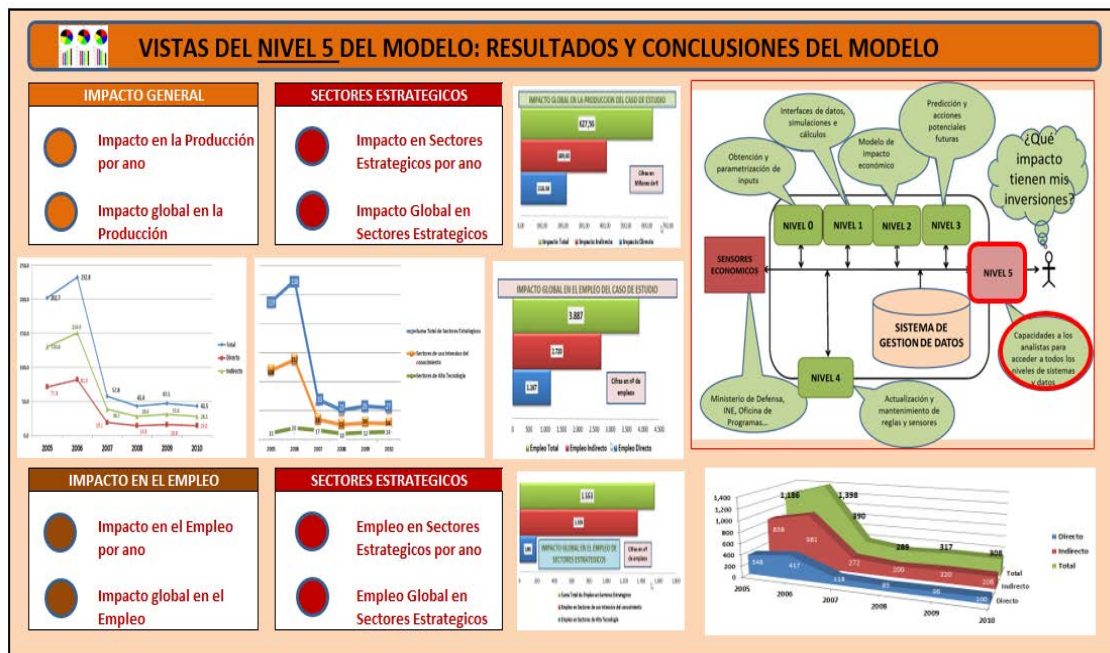
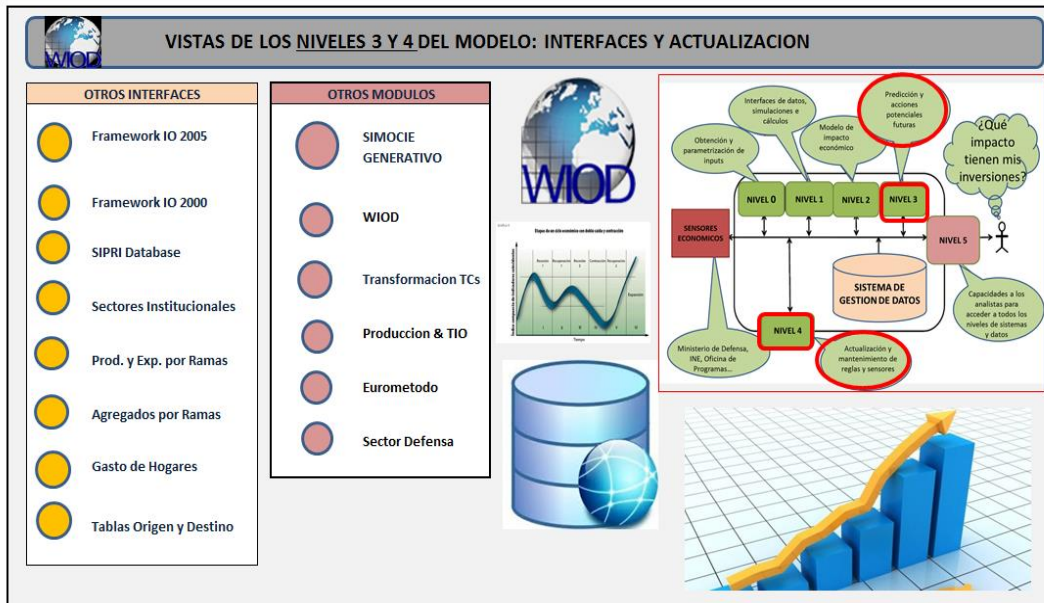
Con respecto a los interfaces de soporte al nivel dos, el sistema permite la visualización de datos obtenidos desde la aplicación específica del marco Input-Output y el modelo matemático simulado en este nivel, como los multiplicadores o los vectores de demanda.

El interfaz de soporte a cada uno de los niveles obtiene todos los datos de forma gráfica y amigable para el analista y todos ellos son integrados en el nivel cinco, desde donde se pueden consultar las gráficas finales.

Se ha incluido, en cada uno de los interfaces, el nivel correspondiente al modelo MOCIE, al objeto de facilitar el entendimiento del proceso global para los usuarios no avanzados del sistema.

Figura 3-9 Algunas Vistas de los Niveles MOCIE



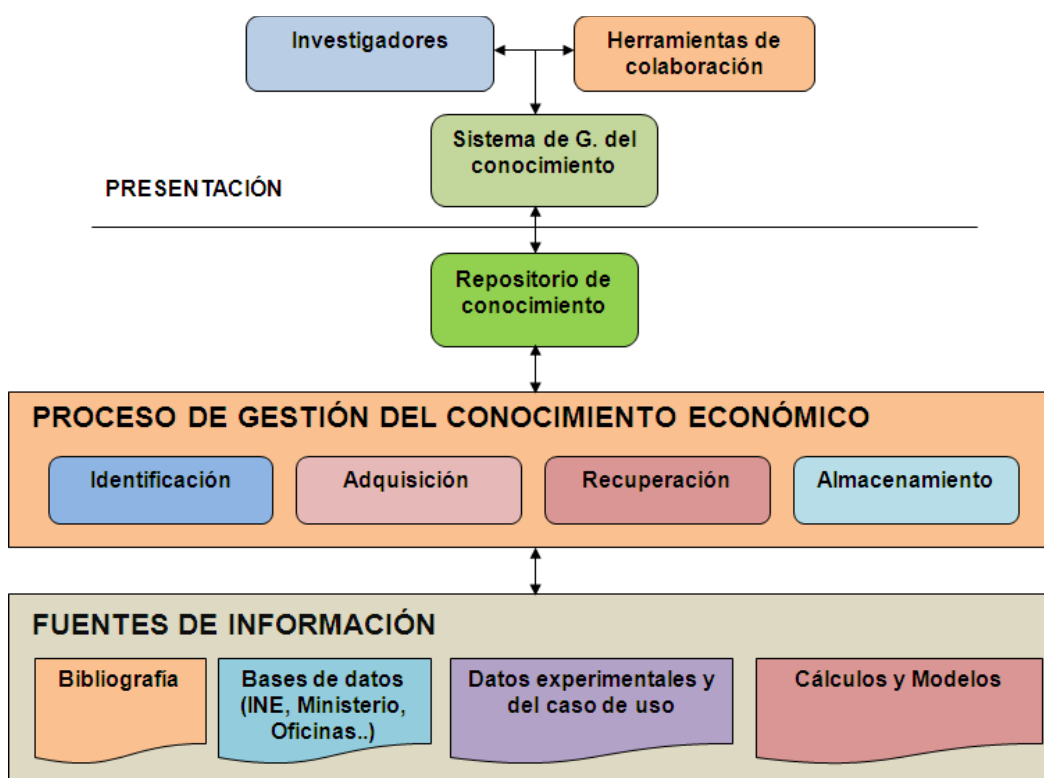


Fuente: elaboración propia, desde el Sistema de Información de Soporte a MOCIE (SIMOCIE).

3.3. SIMOCIE como sistema de soporte

La figura siguiente expone la arquitectura de nuestro sistema de gestión del conocimiento, de soporte al modelo MOCIE, formado por una capa de presentación, donde los investigadores puedan interactuar mediante una serie de herramientas de colaboración que permitan, además, a las diferentes comunidades de interés hacer uso de la información proporcionada por el sistema.

Figura 3-10 Esquema del Sistema de Información de Soporte a MOCIE



Fuente: elaboración propia.

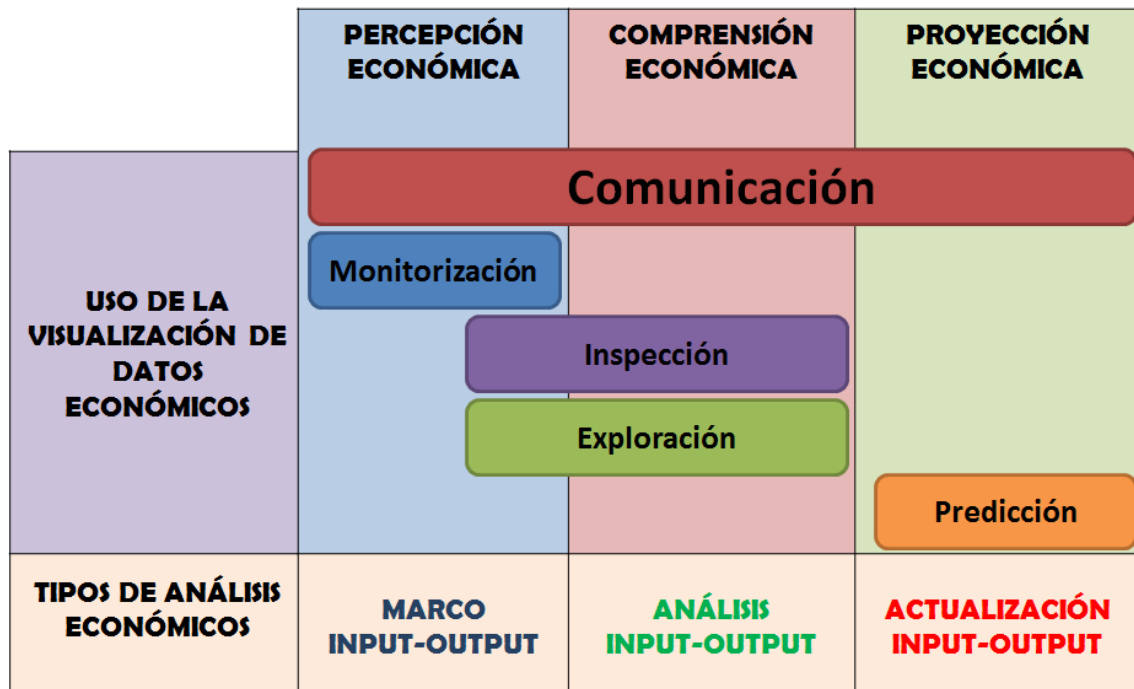
Esta capa está integrada con un repositorio del conocimiento, donde reside toda la información. Para gestionar esta información proponemos un proceso que permita identificar, obtener, clasificar, transformar, recuperar y residir esta información.

Las fuentes de datos forman parte de la bibliografía, los datos experimentales y de uso de nuestros casos prácticos, los cálculos y modelos y finalmente las diferentes bases de datos consultadas, que para nuestro caso de estudio serán fuentes del Instituto Nacional de Estadística de España (INE), del Ministerio de Defensa, de la Unión Europea y de las Oficinas de Programas, principalmente.

SIMOCIE se ha integrado en un Portal Web, denominado Web SIMOCIE, que se detalla en el Anexo E. Este portal ha sido implementado bajo la filosofía de desarrollo de Librerías Digitales (DLs, *Digital Libraries*), Heradio, Fernandez-Amorós, Cabrerizo and Herrera-Viedma (2012).

Como ya tratamos anteriormente, existen cinco usos estandarizados principales de la visualización en nuestro modelo, la Monitorización, la Inspección, la Exploración, la Predicción y la Comunicación. En la siguiente figura se representa tal y como son mostrados estos usos en SIMOCIE y su relación con los diferentes niveles de MOCIE:

Figura 3-11 Conceptos de Visualización y Niveles en SIMOCIE.



Fuente: elaboración propia.

Una vez presentadas las principales características de SIMOCIE, detallaremos el Marco de la Gestión de Programas en Defensa, donde vamos a hacer uso de nuestro Modelo y de SIMOCIE. Como ya hemos mencionado con anterioridad, pese a que tanto el Modelo como el Sistema se presentan en un contexto determinado de inversiones públicas, podrían ser aplicados a otros contextos realizando la correspondiente adaptación metodológica.

3.4 El Marco de Gestión de Programas

El Marco de Gestión de los Programas en Defensa se compone, como ya vimos en el capítulo anterior, de cuatro fases y varias etapas: la **Fase Conceptual**, la **Fase de Definición y Decisión**, la **Fase de Ejecución** y la **de Servicio**. A continuación, se ofrece un resumen global de todas estas fases.

3.4.1 Fase Conceptual

Durante la fase conceptual se define la necesidad operativa o funcional, se orienta su solución, tomando en consideración su ciclo de vida y el coste asociado y se completan y concretan los Objetivos de Recursos Materiales (ORM) y sus componentes, previamente definidos tomando como referencia los documentos de planeamiento. Esta fase tiene dos etapas.

La primera de ellas, la Definición de la Necesidad Operativa, se inicia con el Proyecto Objetivo de Capacidades Militares (PROCAM) sancionado por el JEMAD, o por la validación de una necesidad sobrevenida de carácter urgente. El objetivo de esta etapa es desarrollar y concretar la necesidad operativa identificada, establecer los plazos para satisfacerla y realizar un análisis justificativo y temporal.

El resultado de todo ello se recoge en el Documento de Necesidad Operativa (DNO), que valida JEMAD y se remite a la SEDEF para conocimiento o acuerdo. Si la solución ya está desarrollada y disponible en el mercado, y además no requiere llevar a cabo su armonización a nivel conjunto, se produce el fin de la fase conceptual.

En otro caso, tiene lugar la etapa de Pre-viabilidad Operativa. En esta etapa se realiza la primera evaluación de las posibles opciones técnico-operativas y se identifican las más factibles, para un posterior y más detallado análisis. El objetivo de la etapa es concretar el modo y entidad en que se debe satisfacer la necesidad operativa en términos de capacidad militar.

Los resultados de esta etapa se consolidan en el documento Objetivo de Estado Mayor (OEM). En el caso de que este documento armonice objetivos de diferentes usuarios, se requiere la aprobación de todos los Jefes de Estado Mayor. Finalmente lo valida el JEMAD y se remite a la SEDEF para su conocimiento.

Por último, en esta etapa se desarrolla y concreta la necesidad, se orienta su solución funcional y se establecen los plazos orientativos. La solución funcional se orientará en términos de sus principales requisitos funcionales, físicos, logísticos y técnicos pudiéndose valorar diferentes opciones técnico-funcionales para su posterior y más detallado análisis, con una estimación del coste de su ciclo de vida. Todo ello se concreta en el Documento de Necesidad Funcional (DNF).

Si la entidad de la solución descrita así lo aconseja, el SEDEF podrá designar, al final de esta etapa, al Jefe de programa y se podrá constituir la oficina de programa.

3.4.2 Fase de Definición y Decisión

Una vez completada la Fase Conceptual tiene lugar la Fase de Definición y Decisión, que engloba cinco etapas: la definición de requisitos, la determinación de la alternativa de obtención, el establecimiento de los programas y la preparación de la ejecución. El objetivo de esta fase es definir la solución operativa o funcional, seleccionar una alternativa viable para su obtención, establecer los programas, una vez hayan sido concretados los componentes previamente programados, desarrollar las especificaciones técnicas de diseño, si así lo requiere la solución, y elaborar las prescripciones técnicas preceptivas.

En la primera etapa de definición de requisitos se define la solución operativa o funcional (conjunto de requisitos), tomando como referencia la opción u opciones propuestas. Además, se abordan los correspondientes estudios y análisis con la finalidad de valorar su viabilidad tecnológica, reducir los riesgos y concretar los requisitos.

En esta etapa nos podemos encontrar con dos tipologías:

1. Si la necesidad deriva del PROCAM, la solución se especifica en términos de requisitos que deben satisfacerse para cada factor del denominado MIRADO (Material, Infraestructura, Recursos Humanos, Adiestramiento, Doctrina y Organización), y para cada una de las capacidades militares a que contribuye dicha solución. El resultado se recoge en el documento Requisitos de Estado Mayor (REM), que requiere la aprobación del JEMAD y los Jefes de Estado Mayor que han identificado la necesidad. El JEMAD analiza y armoniza el REM en relación con la normativa y estándares de la OTAN y de otras organizaciones y posteriormente es validado por el JEMAD, que lo remite a SEDEF
2. Si la necesidad deriva de otro objetivo del Ministerio de Defensa, se define la solución funcional más adecuada en términos de requisitos funcionales, técnicos, logísticos y físicos, plazo y estimación de costes, incluyendo los asociados a su ciclo de vida. El resultado se plasma en un Documento de Definición de Requisitos (DDR) aprobado por la autoridad competente, y se remite al SEDEF.

La validación de un REM o la aprobación de un DDR suponen su inclusión en la programación de recursos financieros y materiales.

En la segunda etapa del proceso, la determinación de la alternativa de obtención, se toma la decisión sobre los recursos materiales concretos a obtener y la forma de hacerlo, que resulta de valorar los aspectos industriales, tecnológicos, logísticos, contractuales y de costes asociados a la solución operativa o funcional propuesta.

En esta etapa se desarrollan tres estructuras: estructura de desglose del producto, trabajos y costes (ESDP, ESDT, ESDC). Sobre cada elemento identificado o agrupaciones de éstos, se realizan las siguientes actuaciones:

- ✓ Analizar los aspectos industriales y sus riesgos y el impacto en las capacidades industriales implicadas, con especial atención a las de carácter estratégico.
- ✓ Analizar la influencia de los aspectos competitivos del mercado en los sectores industriales implicados.
- ✓ Analizar los aspectos tecnológicos y sus riesgos. Se valora la posibilidad de desarrollos tecnológicos en áreas de interés estratégico.
- ✓ Analizar los aspectos medioambientales y sus riesgos asociados.
- ✓ Considerar iniciativas, proyectos y programas internacionales y sus riesgos.
- ✓ Estudiar las posibilidades de establecer acuerdos de cooperación industrial y compensaciones.
- ✓ Analizar aspectos logísticos que puedan condicionar.
- ✓ Valorar, considerando el ciclo de vida, el coste asociado identificando economías de escala u otras potenciales fuentes de reducción de costes.
- ✓ Estimar el margen de desviación posible en relación al coste total.
- ✓ Valorar el impacto económico de cada alternativa.
- ✓ Valorar las posibilidades de obtener la solución en plazo.
- ✓ Valorar las posibilidades de financiación de acuerdo al calendario propuesto y establecer una distribución por anualidades.

- ✓ Planificar estratégicamente las actividades de contratación y determinar calendario de hitos contractuales, atendiendo a la situación actual y evolución previsible del mercado de referencia

Destacamos la importancia que podría tener en esta esta fase la incorporación de un mecanismo de control que permita el cálculo del impacto económico de un programa. Para lo cual proponemos el uso de nuestro Modelo MOCIE.

El documento de viabilidad (DDV) pone fin a esta etapa. Este DDV es aprobado por las Direcciones Generales: la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), la Dirección General de Infraestructuras (DIGENIN) y la Dirección General de Gestión Económica (DIGENECO). La viabilidad será positiva si existe al menos una alternativa de obtención de la solución que se ajuste en tiempo y plazo y cuyos riesgos se consideren asumibles.

El DDV expondrá la alternativa de obtención escogida y será validado por el SEDEF, lo que implica su acuerdo con el REM/DDR. El DDV se traslada al JEMAD o Autoridad que aprobó el DDR, para obtener la concurrencia necesaria.

También existe un procedimiento urgente, donde REM y DDR son analizados en el seno del Comité Ejecutivo de Planeamiento y se desarrolla un DDV en dos semanas. Si existe una alternativa de obtención a través de la adquisición de un producto

disponible en el mercado se lleva a cabo la identificación del producto, el coste de su ciclo de vida, las unidades y el plazo.

En la tercera etapa del proceso, el Establecimiento del Programa, se revisan los ORM vigentes, actualizando los componentes que forman parte de la solución establecida, se asignan componentes a programas nuevos o ya existentes y se establecen los nuevos programas.

La Dirección General correspondiente propondrá al SEDEF el órgano bajo cuya dependencia orgánica se constituirá la Oficina de Programa. Este órgano propondrá al Jefe de Programa y esto se le comunica al JEMAD. La Dirección General elaborará la Directiva de Programa (DDP), con la colaboración del órgano bajo cuya dependencia se constituirá la oficina de programa, que será aprobada por SEDEF y posteriormente remitida a las autoridades que validaron o aprobaron los REM/DDR para su conocimiento.

En la cuarta y última etapa de esta fase, la Preparación de la Ejecución, podemos tener varias tipologías:

1. La solución requiere de un desarrollo específico, en cuyo caso se elaboran las Especificaciones de Diseño (EDD). Lo elabora la Oficina de Programa, lo aprueba el Director General y son remitidas a la Autoridad que aprobó la necesidad para su acuerdo.

2. La solución requiere producción, en cuyo caso se elaboran las Especificaciones de Producción (EDP). Lo elabora la Oficina de Programa, lo aprueba el Director General y son remitidas a la Autoridad que aprobó la necesidad para su acuerdo.
3. La solución se encuentra disponible en el mercado.

Finalmente, se establece la estrategia de contratación más adecuada y se elaboran los pliegos de prescripciones técnicas y el resto de documentación contractual preceptiva previa a la contratación.

3.4.3 Fase de Ejecución

En esta fase se gestionan y desarrollan los programas, se ejecutan los contratos y se efectúa la recepción de los productos y servicios derivados de los mismos. En esta fase intervienen tres actores principales: los Jefes de Programa, los Órganos de contratación y las Empresas.

La primera etapa de esta fase es el Diseño. En esta etapa se realiza la ingeniería de diseño y se construyen y validan prototipos. El resultado de las actividades de esta etapa se recoge en el documento de Especificaciones de Producción (EDP), que será elaborado por la Oficina de Programa, aprobado por el Director General correspondiente y remitido a la autoridad que aprobó la necesidad para su acuerdo.

La segunda etapa es la de Producción, construcción, desarrollo o Adquisición, en función de la modalidad del programa. En esta segunda etapa se ejecutan los contratos. La Autoridad usuaria elabora y aprueba los Requisitos de Entrada en Servicio y el Jefe de Programa elaborará en colaboración con la autoridad usuaria el Concepto de Apoyo Logístico, que deberá ser remitido al Director General para su aprobación. Esta etapa finaliza con la entrega, aceptación y recepción del recurso material por el Ministerio de Defensa

En esta fase también tendría un gran interés la incorporación de nuestro Modelo MOCIE para el desarrollo de un mecanismo de control que permita el cálculo del impacto económico que tiene el programa durante su fase de ejecución.

3.4.4 Fase de Servicio

La última fase es la de Servicio y está bajo la responsabilidad de los Jefes de Estado Mayor o de la autoridad responsable del órgano o unidad que recibió el recurso material o servicio solicitado.

Esta fase está constituida por tres etapas. La primera es la etapa de preparación de la entrada en servicio. En esta etapa se llevan a cabo las pruebas de Evaluación Operativa o Funcional, al final de las cuales se producirá la entrada en servicio. Además, se produce la transferencia del apoyo logístico.

Antes de la entrada en servicio es necesario el cumplimiento de un informe aprobado por la autoridad usuaria sobre el grado de satisfacción de las capacidades del recurso material o servicio recibido. Este informe se remite a SEDEF y a la autoridad validadora del REM/DDR.

La segunda es la etapa de vida Operativa, en la que se realiza el sostenimiento y la modernización. Es responsabilidad del Jefe de Estado Mayor correspondiente o la autoridad usuaria. Es la fase de mayor duración del programa.

Por último, tiene lugar la etapa de Baja del Sistema, con el visto bueno de la autoridad usuaria. Se produce un hito documental para esta fase y debe de existir un acuerdo del SEDEF si se requiere un recurso presupuestario específico.

De la misma forma que durante la fase de ejecución, tendría un gran interés el uso de nuestro modelo MOCIE para el desarrollo de un mecanismo de control que permita el cálculo del impacto económico que tiene el programa durante su fase de servicio. Más si cabe en esta fase que es la de mayor coste e impacto económico del programa.

Finalizaremos esta sección con un resumen sobre el uso de MOCIE en los Programas de Defensa, por su gran relevancia en la economía de la Defensa y, a la postre, en la economía nacional.

3.5. Uso de MOCIE en los Programas de Defensa

Con el objetivo de poder utilizar las herramientas de análisis proporcionadas por el Modelo MOCIE y el Sistema SIMOCIE el primer paso que realizamos es reconstruir los datos que provienen del Framework Input-Output de la economía española, haciendo uso de los niveles cero a dos.

Posteriormente, incorporamos e individualizamos el programa de inversión bajo estudio. Para ello, desde el nivel uno se segrega el programa del sector de las Administraciones Públicas, ya que este sector no aparece en el Framework. Existen algunos proyectos que han realizado previamente esta tarea en el ámbito del Ministerio de Defensa a efectos macroeconómicos, Cuadernos nº 4 y nº 5 PIDEF (2011).

El objetivo es convertir el programa de inversiones en Defensa bajo estudio en un sector económico propio, que nos permitirá efectuar un análisis riguroso para medir la relación del programa con los demás sectores de la economía y la dependencia de éstos con respecto al programa. Este sector económico, que en nuestro modelo lo gestionamos como un sector virtual de la economía, se identifica como Programa IDX (IDX es un código que utilizamos en nuestro Sistema SIMOCE para la identificación del programa bajo estudio, donde X es un número secuencial que se asigna automáticamente al programa).

A través del uso de SIMOCIE, éste nos permitirá medir el peso del programa de Defensa en la economía, y además nos mostrará sus relaciones con los demás sectores a través de los intercambios con ellos.

Los datos del Framework Input-Output, que se representan desde el Nivel cinco a los analistas financieros, nos mostrarán, por un lado, a qué sectores vende dicho programa y cuánto les vende, es decir, quiénes son sus clientes y qué importancia tiene cada uno.

Y, por otro lado, a qué sectores compra y cuánto les compra, o quiénes son sus proveedores y con qué importancia. Esta información detallada permitiría calcular los efectos que tiene dicho programa, tanto de forma directa como indirecta, en otros sectores de la economía.

En el Framework Input-Output Nacional, la Defensa aparece agregada en el sector de servicios de la Administración Pública. Por lo tanto, para incluir un programa como un sector virtual más de la economía, será necesario realizar esta desagregación.

En la mayoría de los casos, la imputación de las ventas del Programa no será necesaria ya que, al tratarse de un sector de servicios públicos, éstas no existen como tales. En el caso de los inputs o consumos intermedios del Programa se utilizarán los datos de sus compras de bienes y servicios.

Partiendo del conocimiento de los procesos productivos de cada sector y sus relaciones; es decir, del Framework Input-Output, el análisis que se lleva a cabo con esta herramienta consiste en calcular toda la cadena de efectos que produce la actividad del programa. De este modo, se puede traducir la actividad económica de este programa en una mayor oferta y en aumentos de demanda de diversos sectores. Éstos, a su vez, demandan más bienes y servicios a todos los demás, mientras que los receptores de la oferta incrementan su producción, produciéndose así toda una sucesión de efectos intersectoriales que son medidos a través del uso de SIMOCIE.

Este análisis permite llegar a calcular el efecto total y que además se puede descomponer en los efectos directos, indirectos e inducidos. En el caso de los programas de inversiones, el efecto directo consiste en la inyección de recursos que el programa aporta a la economía nacional. Esta cuantía es la que se utiliza para el cálculo de los denominados efectos intersectoriales (la suma del efecto indirecto y el efecto inducido).

El efecto indirecto se compone de diversas cuantías derivadas de las relaciones entre los sectores productivos. Por un lado, se cuantifica el efecto que la actividad del programa tiene en los sectores de la economía española con los que se relaciona directamente, en lo que se denomina efecto indirecto dependiente. Es decir, trata de medir la producción en otros sectores que se destina a satisfacer la demanda de bienes y servicios del programa bajo estudio.

Por otro lado, los sectores directamente beneficiados por la actividad (compras y ventas) del programa generan, a su vez, una serie de efectos indirectos. Por el lado de los proveedores, para producir lo que se les demanda, compran más a sus proveedores que, a su vez, también generan nuevas demandas en la economía. Y por el lado de los clientes; el aumento de oferta de bienes y servicios beneficiaría a todos los sectores que compran a estos clientes y así sucesivamente. El resultado final de estas rondas de efectos en la producción de los sectores es el llamado efecto indirecto independiente. El impacto sobre la producción al final se agota porque en cada sucesiva ronda de gasto los efectos indirectos son cada vez menores hasta desaparecer.

El efecto suma de los anteriores todavía tiene efectos adicionales. El aumento en la producción genera un mayor empleo y esto significa aumento en las rentas del trabajo que se traduce a consumo en función de la propensión a consumir de los hogares. El incremento en consumo produce toda una nueva cadena de efectos como los descritos anteriormente, cuya suma se conoce como efecto inducido.

Uno de nuestros primeros objetivos será obtener tanto el efecto directo como el efecto indirecto del programa de Defensa bajo estudio. El efecto directo consistirá en la producción generada por el programa en la economía española. El efecto indirecto será el producido por los gastos necesarios para llevar a cabo las actividades de los sectores directamente afectados, y por los gastos necesarios en el resto de sectores económicos generados por las reacciones en cadena que origina el programa.

Estas reacciones provienen de las interrelaciones económicas entre los sectores originariamente afectados y el resto de sectores económicos. Junto a estos efectos, existe uno más: el efecto inducido, que es el ocasionado por el aumento de consumo que produce el crecimiento en el empleo ocasionado. Además, el segundo de los objetivos de la aplicación de nuestro MOCIE a un programa de inversiones, será obtener el empleo obtenido, tanto de forma directa como indirecta.

El objetivo, como ya se ha detallado anteriormente en la descripción de los diferentes niveles, es conocer esta información a lo largo de todo el ciclo de vida de un programa, desde los primeros pasos de elaboración de los presupuestos hasta la ejecución del programa, incluyendo una monitorización continua. En el próximo capítulo aplicaremos esta propuesta en un caso de estudio.

CAPITULO 4: EL MODELO MOCIE. UN CASO DE ESTUDIO

4. MOCIE. Un caso de estudio.

En este capítulo se detalla el estudio llevado a cabo para obtener el impacto económico de una serie de programas relacionados con el mantenimiento de los aviones F18, haciendo uso del modelo de gestión del conocimiento MOCIE y del sistema de soporte SIMOCIE presentados en el tercer capítulo.

En primer lugar, se analiza el marco general de control en los programas de Defensa y los programas especiales. Posteriormente, se describe el alcance del caso de estudio y se detallan algunas de las principales hipótesis de partida del caso de estudio.

A continuación, se describe el análisis de impacto de este conjunto de programas en la economía nacional y, más en concreto, el impacto sobre la producción, el empleo y sobre algunos sectores de interés para la economía.

Al objeto de facilitar la lectura del capítulo, se ha incluido un Anexo adicional en la Tesis (el Anexo C, Procesos, tablas y Parámetros) con toda la información de detalle del caso de estudio.

4.1. Marco General de Control

Para hacer uso de nuestro Modelo MOCIE y del Sistema de Soporte SIMOCE en una serie de programas de inversión del Ministerio de Defensa, necesitamos integrar ambos en el Marco General de Control ya establecido en el Ministerio. Este marco general englobará las siguientes funciones:

- ⇒ Una función de Dirección, desde donde se establecen los objetivos del programa y las directrices para alcanzar esos objetivos, así como la toma de decisiones sobre los aspectos más relevantes de los programas. Nuestra propuesta es que los programas incorporen algunos objetivos de tipo económico, soportados por un análisis de impacto del mismo.
- ⇒ Una función de Seguimiento, que engloba actividades orientadas a la adquisición periódica y a la explotación de información actualizada sobre el desarrollo del programa, al objeto de verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos y la obtención de los resultados previstos en todas sus vertientes: técnica, programática y económica. El control del impacto económico del programa, a través del uso de MOCIE y SIMOCIE, podría dar soporte a esta última función.
- ⇒ Una función específica de control, que incluye un conjunto de procesos derivados de las competencias de dirección y seguimiento de los programas, para evitar o corregir las desviaciones e incumplimientos en la ejecución de los

mismos. En este sentido, podríamos marcar ciertas tolerancias sobre el impacto económico a lo largo del programa como establecer ciertos límites sobre el impacto en el empleo y/o en ciertos sectores estratégicos.

Un rol destacado dentro de este marco es la Comisión de Seguimiento del programa, que es el órgano encargado de centralizar, actualizar, sistematizar y analizar la información de seguimiento proveniente de las respectivas Oficinas de Programa, en apoyo a la función de dirección y control. Toda esta información se incorporará en nuestro nivel cero de MOCIE. Este órgano, constituido por el Jefe de Programa, el órgano de contratación y representantes de los usuarios y las Direcciones Generales, y por los Contratistas, en el caso de que así se decidiera, lleva a cabo las siguientes tareas:

- Efectuar y evaluar periódicamente el seguimiento de la ejecución de los programas a través de los informes de gestión que deberán presentar los Jefes de Programa. A través de nuestra propuesta, y haciendo uso del nivel cinco de MOCIE, los analistas financieros podrían incorporar estos datos como parte de los informes generales de gestión de los programas.
- Analizar los riesgos de los programas y sus desviaciones de los objetivos establecidos en la Directiva de Programa y del Plan de Gestión elaborado, así como analizar sus causas y evaluar el impacto en la ejecución del programa. Como ya hemos mencionado anteriormente, si establecemos ciertas tolerancias en los programas con respecto al impacto económico podríamos,

haciendo uso de SIMOCIE, desarrollar ciertas alarmas cuando los programas evaluados superen los límites establecidos.

- Realizar propuestas de medidas correctoras de las desviaciones detectadas. Para este punto, contar con sistemas de soporte al análisis financiero es fundamental. Para ello, como ya analizamos en el capítulo tres (figura 3.2), el modelo MOCIE se puede aplicar en este escenario de toma de decisiones, donde las medidas se analizan a través de diferentes niveles (percepción, comprensión y proyección), tal y como se detallaba en las figuras 3.3 y 3.11.

En el Procedimiento para el Seguimiento y Control de los Programas, los Jefes de Programa deben mantener actualizada la información en los sistemas corporativos y el primer día hábil de abril y octubre remiten un Informe de Gestión del programa, referido a los seis meses anteriores.

El contenido principal de este informe es:

- ✓ Desviaciones e incumplimientos en prestaciones.
- ✓ Situación económica, financiera y presupuestaria.
- ✓ Situación programática.
- ✓ Principales riesgos y medidas de mitigación.
- ✓ Impacto de las desviaciones e incumplimientos en prestaciones, plazos y costes.
- ✓ Propuestas de medidas correctoras.

A través de nuestra propuesta se incluirían los datos correspondientes sobre el impacto económico del programa en este mismo informe.

El marco general de control se apoya en diversas metodologías y buenas prácticas nacionales e internacionales. En primer lugar, destacamos la Metodología PAPs de la OTAN para la adquisición de sistemas de armas, NATO-HB (1989) y la metodología para la Gestión Logística, NATO- LHB (1997).

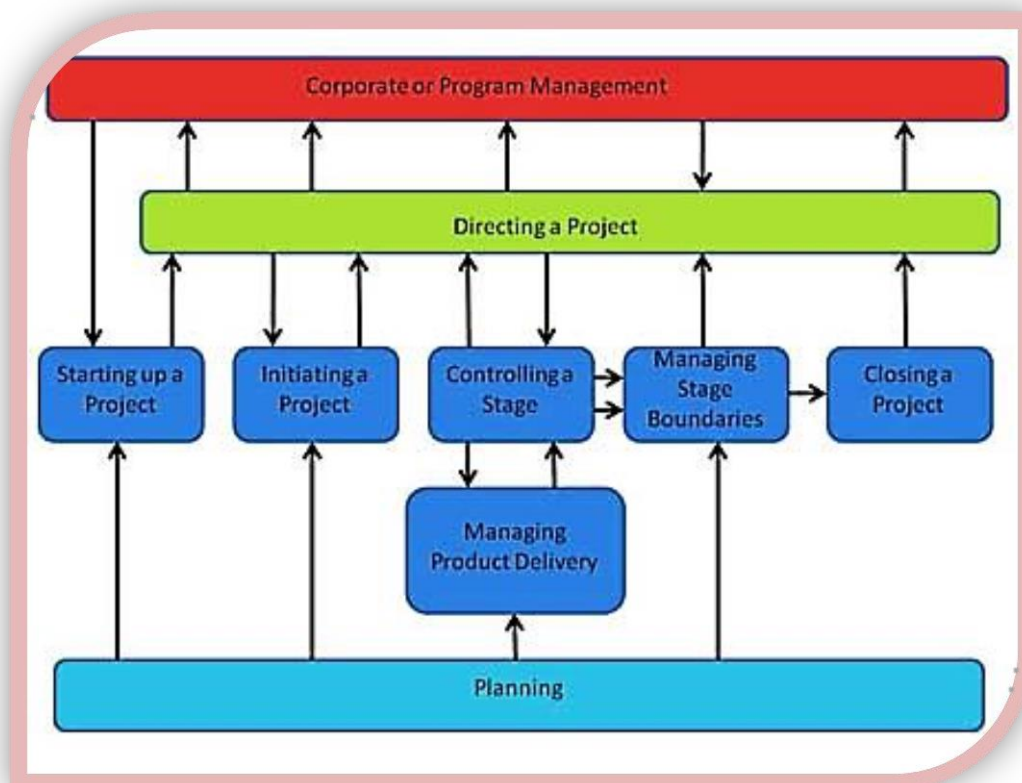
Estas metodologías han ofrecido durante años un marco general para las fases y los entregables en la adquisición y la posterior logística de un programa de Defensa. En la actualidad algunas referencias más recientes son la Directiva D5000.1 (2007), de los Estados Unidos, que ha sentado las bases de las instrucciones sobre adquisiciones del Ministerio de Defensa, los Manuales de Gestión de Ingeniería de Sistemas de Andrew y William (2011) y de Logística de Sistemas de Jones (2006).

En segundo lugar, destacamos las buenas prácticas de Gestión de Proyectos. Destacamos, PRINCE2 (*Project In Control Environments*), el estándar de facto a nivel internacional en la Gestión de Proyectos, PRINCE2 (2009). En PRINCE2 se diferencian fases técnicas, cuyo objetivo son el desarrollo de los productos del proyecto, y fases de gestión, cuyo objetivo son el control y seguimiento del proyecto por parte de los roles con esa función.

PRINCE2, también diferencia entre productos técnicos, como podrían ser el POCAM, el CEM, el DDV, el REM el ORM, la DDP, el DDR, etc. en el proceso de adquisición de sistemas y productos de gestión, que según PRINCE2 son: el plan de calidad, la descripción de los productos, el documento de inicio del proyecto (PID), los informes, los planes del proyecto, las lecciones aprendidas, etc.

A continuación, se muestran, en forma de resumen, las fases principales de PRINCE2.

Figura 4-1 Gestión de Proyectos por PRINCE2.



Fuente: PRINCE2 (Project In Control Environments) (2009)

El Control de cada etapa nos permite dar un seguimiento a los entregables de gestión de forma ad hoc, como la dirección del proyecto, en el caso de la toma de decisiones de alto nivel. En cada etapa de gestión se controlan los límites y los entregables de gestión de forma estandarizada siguiendo las directrices de PRINCE2 y la gestión de la entrega de productos se realizará siguiendo las directrices del proceso de adquisiciones.

También mencionaremos otros estándares internacionales muy utilizados en el ámbito de la Defensa como MSP (2007) para la Gestión de Programas (conjunto de proyectos), compatible con PRINCE2, que está más enfocado a un solo proyecto, o la Gestión de Proyectos Ágil, Keith (2007), Jim y James (2009) o el Manual de buenas prácticas del Instituto de Gestión de Proyectos, Brent (2003).

En tercer lugar, mencionaremos la Gestión de Riesgos, que es otro componente relevante del control de un programa. Pese a que existen numerosas metodologías internacionales muy consolidadas para la gestión de riesgos, como las de MAGERIT (2006), OCTAVE (2007), CRAMM (2003) o FAIR (2008), no existe una normativa al respecto para la gestión de programas de Defensa.

En el caso del desarrollo de sistemas de la información y las comunicaciones la metodología más al uso es MAGERIT, por ser la metodología propuesta, desarrollada y mantenida por el Ministerio de Administraciones Públicas.

También existen algunas iniciativas para la integración de metodologías de gestión de riesgos en programas de Defensa como los trabajos de Jean Michel Oudot, que proponen la gestión de riesgos de los grandes programas como metodología base para la toma de decisiones en materia de contratación, Oudot (2006) (2010).

En el proceso de gestión de riesgos de un programa en el Ministerio de Defensa se llevan a cabo varias tareas, de forma general:

- ⇒ La identificación de los riesgos y de su responsable.
- ⇒ La clasificación de los riesgos.
- ⇒ La descripción de los riesgos, impacto en prestaciones, costes y plazo.
- ⇒ El desarrollo de indicadores para detectar la materialización de los riesgos.
- ⇒ La priorización de los riesgos (impacto y probabilidad)
- ⇒ La implantación de medidas de mitigación y contingencia de los riesgos.

En el caso de programas que conlleven el desarrollo de Sistemas de Información y Comunicaciones para Defensa, éstos se suelen apoyar en las Metodologías más al uso como el Modelo de Madurez CMM (Common Maturity Model) del Software Engineering Institute (SEI), Beth (2009), METRICA3 del Ministerio de Administraciones Públicas, Metrica3 (2012), el Proceso Unificado de Rational (RUP), Dennis (2007) o las nuevas metodologías basadas en la construcción de Líneas de Productos Software, como EDD (Exemplar Driven Development), Heradio, Fernandez-Amorós, De la Torre y Abad (2012).

También se utilizan metodologías ágiles para proyectos con importantes restricciones de tiempo o muy dinámicos en su desarrollo como la Programación Extrema (XP), Beck (2000), el método SCRUM, Schwaber, Beedle y Martin (2011), o LEAN, utilizada en diferentes ámbitos, Sánchez-Ruiz, Blanco-Rojo y Pérez-Labajos (2012) y en el desarrollo del software, Poppendieck (2003).

En lo que se refiere a la Gestión del Aseguramiento de la Calidad, ésta se basa los estándares ISO9000 y PECAL, PECAL-169 (2001), PECAL-2105 (2007), PECAL-2210 (2008).

Por último, mencionaremos también, como buenas prácticas de control, el uso en algunos Programas de Defensa de los Cuadros de Mando Integrales, Robert y David (1996) que son también ampliamente utilizados internacionalmente en las administraciones públicas, Bonnefoy (2005), Batista y Rodríguez (2004) e incluso en el ámbito de la Defensa, como es el caso de Estados Unidos, CMI-USA (2005), Canadá, CMI-Canadá (2004) o el Reino Unido, CMI-UK (2009).

A continuación, desglosaremos una propuesta general para la incorporación de nuestro Modelo MOCIE en el marco general de control de los programas de Defensa, y haciendo uso de las prácticas más estandarizadas. Previamente, haremos una breve introducción a los programas especiales de armamento, por su importancia en nuestro caso de estudio.

4.2. Los Programas Especiales de Armamento

El capítulo seis de Inversiones del Ministerio de Defensa se desglosa en varios programas presupuestarios. Dos de ellos recogen el coste anual de los programas de adquisición de armamento que, por referencia al proceso de profesionalización y modernización de las Fuerzas Armadas iniciado a mediados de los años 90, se denominan Programas de Modernización (programa 122 A) y Programas Especiales de Modernización (programa 122 B).

Estos programas se complementan con el programa Apoyo Logístico (programa 122 N), que cubre gastos asociados al sostenimiento de los sistemas adquiridos, y forma parte también del mismo capítulo.

Forman también parte del Capítulo 6, los programas de investigación y desarrollo, que se encuadran en el programa 464 A y un conjunto heterogéneo de programas: Formación del Personal (121N), Administración y Servicios Generales (121M), Asistencia Hospitalaria (312A) y el Control Interno y Contabilidad Pública (931P).

En el programa presupuestario 122A (Programas de Modernización) se incluyen, básicamente, las inversiones ordinarias en sistemas y equipamiento.

Estos programas suelen tener, con independencia de su importancia operativa, menor relevancia industrial y tecnológica, así como un menor coste que los PEAs. Su objeto es por tanto el mismo que el 122 B, pero los programas de adquisición cuyos créditos anuales se incluyen en el 122A no gozan de prefinanciación del Ministerio de Industria.

El 122 A se distribuye en subprogramas presupuestarios ordenados por familias de sistemas (misiles y sistemas de misiles, aeronaves, medios acorazados, material de artillería, vehículos, material de ingenieros, armamento ligero, municiones y explosivos, buques, material electrónico, comunicaciones, simulación, otro material y equipo de apoyo logístico, infraestructuras y otras inversiones).

El programa presupuestario de Apoyo Logístico (122 N) recoge el gasto anual para el sostenimiento de los sistemas existentes. En la actualidad se encuentra estructurado por familias de armas lo que permite disponer de una mayor información sobre la distribución de los recursos económicos que se consumen. Incluye la totalidad de las modalidades de mantenimiento en sus distintos escalones, desde el preventivo al correctivo, así como la adquisición, almacenamiento y distribución de equipos o repuestos.

Los Programas Especiales de Armamento (Programa 122B) tienen una serie de características relacionadas con su complejidad e impacto industrial y tecnológico, su repercusión operativa, sus largos periodos de definición y ejecución y el gran

volumen de recursos financieros que movilizan. Es esta última característica la que más interesa a los efectos de su inclusión en un mecanismo de control que permita medir su impacto económico.

El impacto presupuestario de la mayoría de los PEAs no tiene precedentes ni permite comparativas con otros programas de adquisición, que a su lado sólo pueden calificarse de ordinarios, de ahí la importancia de la inclusión de tipo de control.

El modelo de financiación de los PEAs implica a tres sujetos:

1. El Ministerio de Defensa, adjudicador y cliente del contrato de adquisición;
2. El Ministerio de Industria, financiador parcial del contrato mediante anticipos reintegrables a la empresa adjudicataria (a tipo cero); y
3. El Contratista Principal, adjudicatario del contrato.

Los dos Ministerios, el de Defensa y el de Industria, suscriben, con carácter previo al arranque del programa, un acuerdo general por el que se formaliza su voluntad conjunta de desarrollar un programa de adquisición al que se le dotará de prefinanciación en el marco general de un apoyo a la consolidación del sector industrial de la Defensa y el apoyo a procesos innovadores en materia tecnológica.

En la siguiente tabla se enumeran los principales PEAs.

Figura 4-2 Programas Especiales de Armamento (PEAs)

<u>Programa Especial De Armamento</u>	<u>Fecha de autorización</u>
Fragatas F-100	24/01/1997
Aviones EF 2000 (Eurofighter)	20/11/1997
Carros LEOPARDO	23/12/1998
Aviones A-400	16/11/2001
Submarino S-80	05/09/2003
Buque Proyección Estratégico	05/09/2003
Helicóptero de combate TIGRE	05/09/2003
Vehículo PIZARRO (2ª serie)	05/09/2003
Misil IRIS-T	23/12/2004
Fragata F-105	20/05/2005
Buque Acción Marítima (BAM)	20/05/2005
Buque de Aprovisionamiento en Combate	20/05/2005
Misil SPIKE-LR	20/05/2005
Helicópteros NH-90	20/05/2005
Misil ALAD (TAURUS)	24/06/2005
Obús REMA 155/52 SIAC	01/07/2005
Helicóptero medio UME	14/12/2007
Avión Apagafuegos UME	14/12/2007
Nodos CIS despleables	24/12/2008

Fuente: elaboración propia, desde datos proporcionados por la Secretaria de Estado de Defensa.

4.3. Alcance del caso de estudio

El caso de estudio está formado por una serie de programas relacionados con el mantenimiento de los aviones F18 del Ejército del Aire. El F18 es un avión de tipo caza polivalente con bimotor que tiene su origen en Estados Unidos. Es un avión con capacidad todo tiempo, que puede ser embarcado en portaaviones, y tiene capacidades de ataque y caza (defensa aérea, supresión de defensas aéreas, apoyo aéreo cercano, interdicción, caza de escolta o reconocimiento), permitiendo tener objetivos tanto terrestres como aéreos.

La adquisición y el mantenimiento de los F18 han constituido un referente tanto para el Ministerio de Defensa como para la Industria del Sector, desde que en mayo de 1983 el Consejo de Ministros decidiera la adquisición de 72 aviones A/B al Gobierno de Estados Unidos, bajo la modalidad FMS (*Foreign Military Sales*). Este hito constituye el inicio de una política industrial de Defensa ejemplar que dio lugar a la actual Política de Cooperación Industrial en materia de Defensa.

Gracias a los acuerdos contraídos con los programas del F18, España ha sido el único de los países usuarios y operadores de este avión, fuera de EEUU, que ha podido llevar a cabo con sus propios recursos tecnológicos e industriales el apoyo logístico durante su ciclo de vida y la Actualización de Media Vida (*MLU, Mid Life Upgrade*) de los aviones, sin el apoyo del fabricante del Avión.

Los programas de mantenimiento del F18 han tenido un gran impacto económico en la Industria de Defensa en España, incluyendo el desarrollo en el campo de la simulación, los bancos de pruebas automáticos, los subsistemas de aviónica, el desarrollo de componentes estructurales de aeronaves, la creación del Centro Logístico de Armamento y Experimentación (CLAEX), la cogeneración eléctrica con centrales térmicas, etc., Cuaderno nº 3 PIDEF (2010).

Inicialmente el avión fue desarrollado en los años 70 por la empresa McDonnell Douglas (actualmente, Boeing) para la Armada de los Estados Unidos. Este avión ha sido exportado a siete países para servir en sus fuerzas aéreas.

Para nuestro caso de estudio hemos tomado la información de diversos programas de mantenimiento de los aviones F18, que incluyen:

- ❑ Una serie de programas de adquisición de equipamiento de guerra electrónica de los aviones C-15 (F18).
- ❑ Una serie de programas relacionados con la instalación de las comunicaciones de los aviones C-15 (F18).
- ❑ Una serie de programas de actualización de la media vida de los aviones C-15 (F18).
- ❑ Una serie de programas de mantenimiento mayor del sistema de armas de los aviones C-15 (F18).

En lo que respecta al primer grupo de programas, la adquisición de equipamiento de guerra electrónica, se han utilizado datos de los años 2006 a 2011, periodo durante el cual se ha realizado una considerable inversión en este tipo de equipamiento. Este grupo de programas corresponde con la aplicación presupuestaria 14.22.650.122.A.N. El equipamiento de guerra electrónica contempla diferentes elementos que permiten proteger las aeronaves de diversas amenazas de última generación.

La inversión de estos programas tiene un impacto en multitud de sectores como máquinas de oficina y equipos informáticos, actividades informáticas, fabricación de material electrónico, consultoría, etc.; tal y como será analizado posteriormente en nuestro estudio.

En lo que respecta al segundo grupo de programas, la instalación de las comunicaciones de los aviones C-15 (F18), también se han utilizado datos de los años 2006 a 2011, periodo durante el cual se ha realizado una considerable inversión en este tipo de equipamiento. Este grupo de programas también corresponde con la aplicación presupuestaria 14.22.650.122.A.N.

La instalación de las comunicaciones de los aviones C-15 (F18) constituye un complemento a los programas de adquisición de guerra electrónica e incluye la incorporación de diferentes elementos en las aeronaves como radares alertadores de amenazas, perturbadores de amenazas, dispensadores de contramedidas, etc.

De la misma forma que en el caso anterior, la inversión de estos programas tiene un impacto en diversos sectores como máquinas de oficina y equipos informáticos, actividades informáticas, fabricación de material electrónico, consultoría, etc.

En lo que respecta al tercer grupo de programas, la actualización de vida media, se han utilizado datos correspondientes a los años 2005 a 2011. Este grupo de programas corresponde con diferentes aplicaciones presupuestarias como 14.21.213A.3.650 o 14.107.213A.650.

Los programas de actualización de la media vida o también conocidos como MLU (*Mid Life Update*) de los aviones C-15 (F18) permiten realizar la actualización necesaria de las capacidades de los aviones y realizar los mantenimientos para todo el equipamiento. Estos programas posibilitan alargar la vida de las aeronaves y constituyen una de las mayores inversiones de los programas aeronáuticos en Defensa y tienen un gran impacto en la economía.

Con respecto al cuarto y último grupo, los programas de mantenimiento mayor del sistema de armas de los aviones C-15 (F18) se han utilizado datos de los años 2007 y 2008, periodo durante el cual se ha realizado una inversión en este tipo de equipamiento. Este grupo de programas corresponde con las aplicaciones presupuestarias 14.22.650.122.A y 14.107.650.122A y permiten alargar la vida de los sistemas de armamento que forman parte de las aeronaves.

Los programas de mantenimiento mayor del sistema de armas de los aviones C-15 (F18) constituyen un complemento a los programas de adquisición de guerra electrónica e incluye la incorporación de diferentes elementos en las aeronaves

Todo este conjunto de programas constituye, en términos económicos, una gran parte del mantenimiento de los aviones C-15 (F18). Además, como ya hemos mencionado, el conjunto de programas bajo estudio conlleva una gran complejidad, pues se trata de adquisiciones que engloban asistencias técnicas, consultoría, producción de sistemas, apoyo logístico, formación, construcción de materiales, desarrollo de sistemas informáticos y de comunicaciones, desarrollo de equipamiento electrónico, gestiones financieras y un largo etcétera.

4.4. Procesamiento del Caso a través de SIMOCIE

4.4.1 Parametrización de inputs

Haciendo uso de nuestra propuesta MOCIE, a través del nivel cero de nuestro modelo, integramos los datos de los sensores procedentes de las diversas fuentes mediante un proceso de fusión de datos.

Las primeras fuentes son los programas del F18 bajo estudio, ya identificados en la sección anterior. La mayoría de la información que se obtiene tiene un formato bastante estandarizado, no obstante, hemos realizado diferentes adaptaciones, haciendo uso del Sistema SIMOCIE:

- La primera adaptación que realizamos son las actualizaciones de precios. Como los programas bajo estudio abarcan varios años, la referencia la tomamos con respecto al año 2005, el primer año de estudio de los programas. Esto es totalmente configurable, y nuestro sistema permite realizar esta adaptación de forma automática. No obstante, a efectos de estandarizar hemos realizado esta conversión de forma global.

- La segunda adaptación que realizamos es la precisión de los datos. En primer lugar, trabajaremos siempre con cifras de miles de Euros para el caso de los programas, y con dos cifras decimales, al tratarse de magnitudes microeconómicas. Sin embargo, los datos del Marco Input-Output los trabajamos en millones de Euros y con un solo decimal, al tratarse de magnitudes macroeconómicas. La mayor parte de la información que se obtiene desde las oficinas de programas tiene una gran precisión y, por tanto, no es necesario realizar aproximaciones o redondeos.
- En lo que respecta a la presentación de los formatos de los datos, en algunos casos, los datos no están adecuadamente formateados, por hacer uso de diferentes herramientas, lenguajes o simplemente los datos no están todo lo automatizados que se desearía. Las informaciones provenientes de las oficinas de los programas bajo estudio se han obtenido en formato papel escaneado, con lo que ha sido necesario realizar una digitalización de la misma. Esto complica el proceso desde el punto de vista de la automatización, aunque no presenta problemas a futuro, ya que la mayor parte de las oficinas de programas tienen disponible la información más relevante de forma automatizada.

La segunda de las fuentes más relevantes de nuestro caso de estudio son los datos sobre el impacto económico recogidos desde el Instituto Nacional de Estadística. Las principales fuentes de datos recogidas en este ámbito es el Framework Input-

Output publicado por el INE, que incluye información sobre las tablas simétricas Input-Output de la economía española, las tablas de origen y destino y la metodología utilizada, TIO-INE (2015); además, de diversas fuentes consultadas de forma adicional, que detalla varias referencias por cada rama de actividad económica, Fuentes INE (2015).

4.4.2. Desarrollo de interfaces

Como ya analizamos en el capítulo tres, el nivel uno del modelo está soportado por un proceso de fusión de la información que combina todos los datos de entrada para realizar diferentes cálculos y simulaciones, permitiendo obtener información estandarizada que pueda ser operada por un modelo matemático completo en el nivel 2.

Al final, el nivel uno permite tener un interfaz entre los sensores y nuestro modelo. En nuestro caso de estudio, esto significa que por cada uno de los programas tenemos un interfaz que contiene toda la información de entrada al modelo.

En el **C.1. Interfaces del Caso de Estudio**, se muestran los interfaces de los diferentes programas.

4.4.3. El modelo de impacto del caso de estudio

Como ya mencionamos en el tercer capítulo a través del uso del nivel dos de nuestro modelo, se procede al desarrollo del Modelo Matemático de Impacto Económico. Para ello, lo primero que realizamos es incluir los programas de inversión como un sector más de la economía, segregándolos. Lo que hacemos en realidad es crear un nuevo sector virtual de Administración Pública que excluya dichos programas.

Los inputs o consumos intermedios utilizan las compras de bienes y servicios realizadas por cada uno de los programas de inversión analizados. En este caso, la imputación de las ventas de los mencionados programas al resto de los sectores, no ha sido necesaria, pues al tratarse de un sector de servicios públicos, éstas no existen como tales.

Como partimos del conocimiento de los procesos productivos de cada sector y sus relaciones, que nos proporciona el Marco Input-Output proporcionado desde el Instituto Nacional de Estadística, a través del uso de nuestro sistema SIMOCIE, y haciendo uso del cálculo matricial y del modelo matemático detallado en el tercer capítulo, se obtiene toda la cadena de efectos que produce la actividad de los programas de inversión.

Al final, esta actividad económica de los programas de inversión analizados se traduce en una mayor oferta y en aumentos de demanda de diversos sectores. Éstos, a su vez, demandan más bienes y servicios a todos los demás, mientras que los receptores de la oferta incrementan su producción, produciéndose así toda una sucesión de efectos intersectoriales que pueden ser medidos en este nivel.

Como posteriormente analizaremos, este análisis permite obtener el impacto directo en la producción. Este impacto directo consiste en la inyección de recursos que los programas bajo estudio aportan a la economía.

Como ya hemos mencionado con anterioridad en el capítulo anterior, en la sección correspondiente al uso del Marco Input – Output en los Programas de Defensa, desde la tabla simétrica Input-Output disponible para la economía española, tenemos los datos del Ministerio de Defensa, que aparecen agregados en el sector de servicios de la Administración Pública.

Para incluir los programas bajo estudio como un sector más de la economía, ha sido necesario crear un nuevo sector de Administración Pública. Nuestro Sistema SIMOCIE segrega esa información y dispone de una nueva tabla construida con ese sector segregado.

Figura 4-3 Extracto de la Tabla IO Integrada en nuestro sistema SIMOCIE

		Contabilidad Nacional de España							
		Tabla simétrica input-output 2005							
		Tabla simétrica input-output 2005							
		Unidad: millones de euros							
		Agricultura, ganadería y caza	Selvicultura y explotación forestal	Pesca y acuicultura	Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	Extracción de minerales metálicos	Extracción de minerales no metálicos	Coquerías, refino y combustibles nucleares
		1	2	3	4	5	6	7	8
Agricultura,	1	2.297,2	0,5	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Selvicultura	2	15,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pesca y ac	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Extracción	4	0,3	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	14,7	0,8
Extracción	5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	17.743,6
Extracción	6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Extracción	7	0,5	0,0	7,5	1,1	0,0	0,0	54,2	0,0
Coquerías,	8	534,2	10,6	141,5	30,1	6,6	1,8	243,6	5.532,7
Producción	9	455,5	0,0	4,3	88,4	3,7	1,3	253,8	72,5
Producción	10	0,2	0,0	8,5	0,1	14,6	0,0	30,3	3,9
Captación,	11	291,2	0,1	6,3	1,2	0,0	0,1	20,5	25,4
Industria cá	12	1,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Industrias lá	13	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Otras indust	14	5.959,5	0,0	23,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: elaboración propia, desde datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística, Fuentes INE (2014).

Para analizar los impactos económicos de los programas de inversión se considera un vector de impacto formado por la producción efectiva de dichos programas. Por cada uno de los programas creamos un Vector de Demanda. En el **Anexo C.2. Marco IO del Caso de Estudio**, en las Tablas 5 a 8, se detallan todos los Vectores de Demanda de nuestro caso de estudio.

Una vez obtenidos los Vectores de Demanda, nuestro sistema SIMOCIE obtiene el efecto total sobre la producción que ocasionan dichos vectores. Además del efecto total que produce la variación de la demanda final, nuestro sistema obtiene el efecto directo y el efecto indirecto de nuestros programas.

El efecto directo consiste en la producción generada por los programas de inversión en la economía española y el efecto indirecto es el producido por los gastos necesarios para llevar a cabo las actividades de los sectores directamente afectados, y por los gastos necesarios en el resto de sectores económicos generados por las reacciones en cadena que originan los programas. Estas reacciones provienen de las interrelaciones económicas entre los sectores originariamente afectados y el resto de sectores económicos.

Como otro de los objetivos es evaluar el impacto en el empleo de los programas de inversión, por su importancia para la economía, junto a los efectos mencionados anteriormente existe uno más: el efecto inducido que es el ocasionado por el aumento de consumo que produce el crecimiento en el empleo (este efecto se calcula como el impacto que produce un incremento de la demanda final).

A través de nuestro Sistema SIMOCIE y aplicando el modelo en detalle analizado en el tercer capítulo podemos obtener, al igual que hicimos con el efecto en la producción, la descomposición del efecto total sobre el empleo en efecto directo e indirecto. Obtenidos ya anteriormente el impacto en la producción, y haciendo los

correspondientes cálculos obtenemos el impacto en el empleo de los programas de inversión, como veremos posteriormente en la Sección **4.5. Análisis de Impacto**.

4.4.4. Programas Presupuestados, Ofertados y Ejecutados

Como ya mencionamos, desde nuestro nivel tres de MOCIE, el proceso proporciona una capacidad para predecir los estados futuros de nuestros sistemas de inversión. Se trata, en este nivel, de poder hacer estimaciones a futuro sobre el impacto que vamos a tener con nuestras inversiones. Como ya mencionamos en el tercer capítulo, esto puede ser de gran utilidad, y especialmente en el caso de los programas públicos, donde partimos de un escenario presupuestado de los programas, previa a la ejecución de los mismos. Evidentemente el valor presupuestado de los programas y el ejecutado suele diferir considerablemente, con lo que nuestro modelo nos permitirá realizar esta comparativa, de gran interés.

Por un lado, tenemos los datos presupuestados por la Administración Pública en los Pliegos de Prescripciones Técnicas o en las Cláusulas de Contratación de tipo financiero más específicas, Onrubia (2011), y, por otro lado, contamos con la información de la Oferta de los diferentes Contratistas y, por último, tenemos los gastos reales ejecutados por los programas. En realidad, tenemos tres escenarios programáticos para evaluar el impacto económico.

En nuestro caso de estudio hemos considerado todos los escenarios. No obstante, los datos finales proporcionados corresponden únicamente a los programas ejecutados. Estos últimos permiten obtener el impacto económico real y final de los programas. Además, a través de la información proporcionada por los Contratistas, podemos evaluar de forma más precisa diversos aspectos, como la asignación de sectores económicos y los datos de empleo. Esto permite consolidar de forma más precisa nuestro análisis de impacto.

Además, como ya mencionamos en el tercer capítulo, durante el proceso de implementación de los programas, tanto los Contratistas como la propia Administración predicen los gastos futuros y esa información puede ser incorporada en nuestro modelo, de tal forma que podamos monitorizar el impacto de los programas a lo largo de su ciclo de vida de forma dinámica.

4.5. Análisis de Impacto

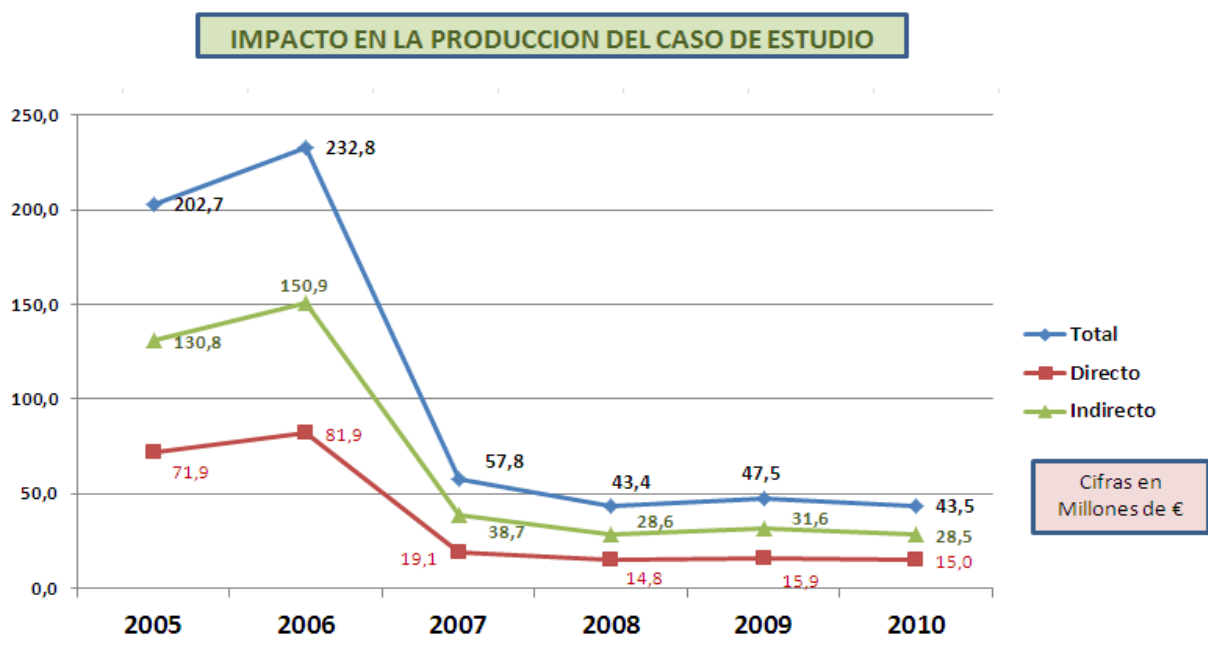
4.5.1. Impacto en la Producción

Como ya hemos mencionado, para incluir los programas bajo estudio como un sector más de la economía, ha sido necesario separarlos y crear un nuevo sector de Administración Pública que excluya dichos programas.

Además, hemos creado un sector virtual que representa estos programas, dentro del sector de la Defensa, también segregado en nuestro análisis. Obtenidos los vectores demanda, y haciendo uso de nuestro sistema SIMOCIE obtenemos el impacto directo de los programas. En la figura siguiente se muestra el impacto en la producción de estos programas por año.

Como se puede observar en la figura, las cifras más altas se obtienen en los años 2005 y 2006, donde se realizaron grandes inversiones, principalmente en el grupo de programas de actualización de media vida de los aviones C-15 (F18), alcanzando cifras de más de cien millones de euros.

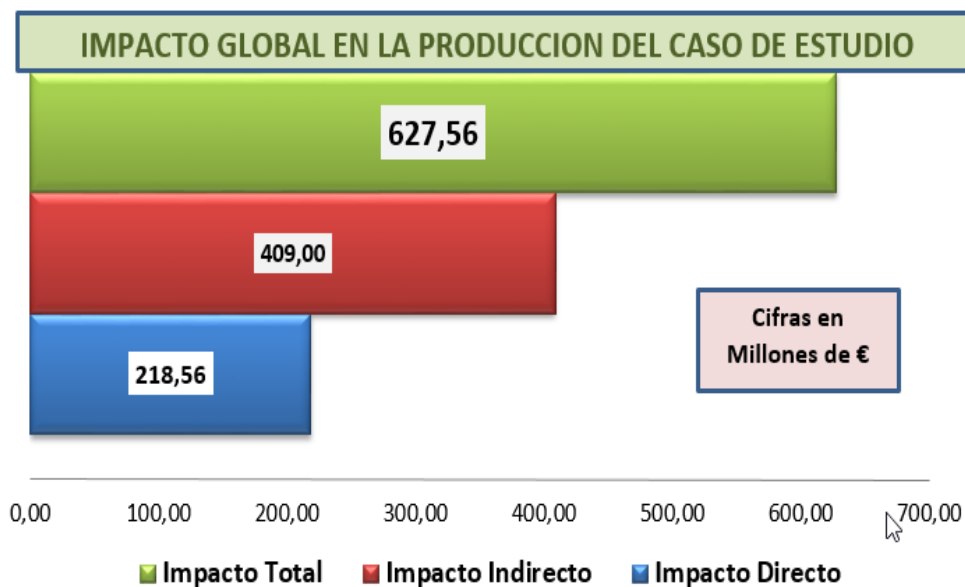
Figura 4-4 Impacto en la Producción del Caso de Estudio.



Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE.

Los datos globales del impacto en la producción se muestran a continuación:

Figura 4-5 Impacto Global en la Producción del Caso de Estudio.



Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE.

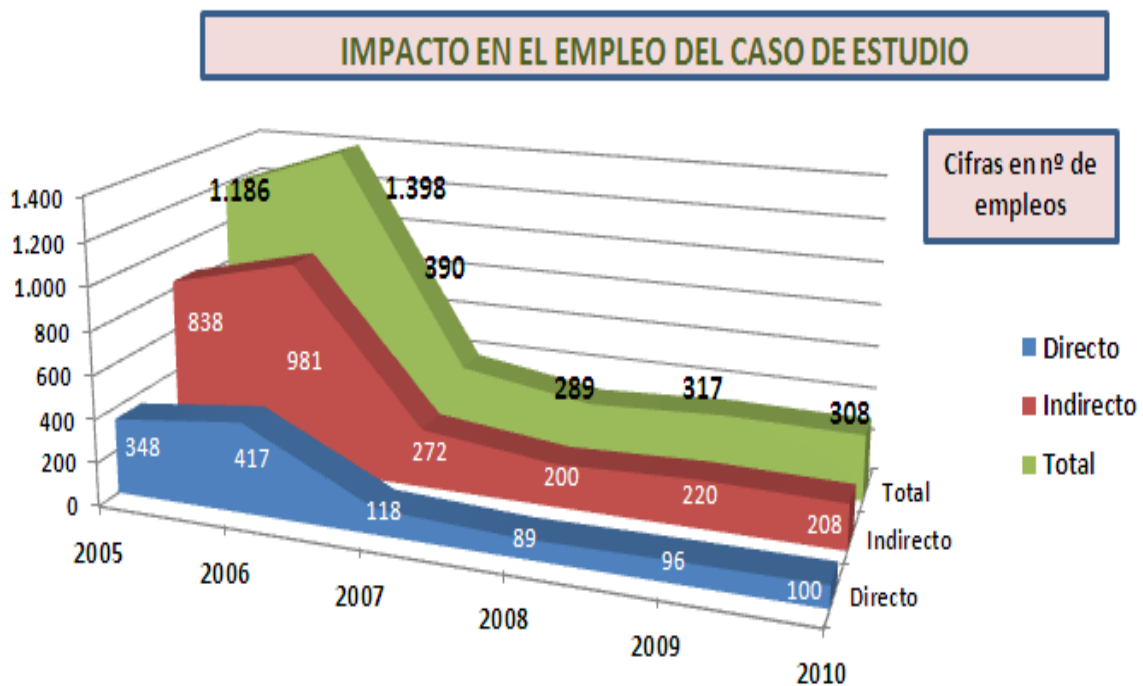
Es decir que, en términos globales, incluyendo el impacto en la producción de todos los años considerados en nuestro caso de estudio y de todos los programas, el impacto total en la producción es de 627,56 Millones de Euros.

4.5.2. Impacto en el Empleo

Otro de nuestros objetivos es evaluar el impacto en el empleo de los programas bajo estudio. Junto a los efectos mencionados anteriormente existe uno más: el efecto inducido que es el ocasionado por el aumento de consumo que produce el crecimiento en el empleo (este efecto se calcula como el impacto que produce un incremento de la demanda final).

Haciendo uso de SIMOCIE podemos obtener, al igual que hicimos con el efecto en la producción, la descomposición del efecto total sobre el empleo en efecto directo e indirecto. En la figura siguiente se muestra el impacto en la de estos programas por año.

Figura 4-6 Impacto en el Empleo del Caso de Estudio.

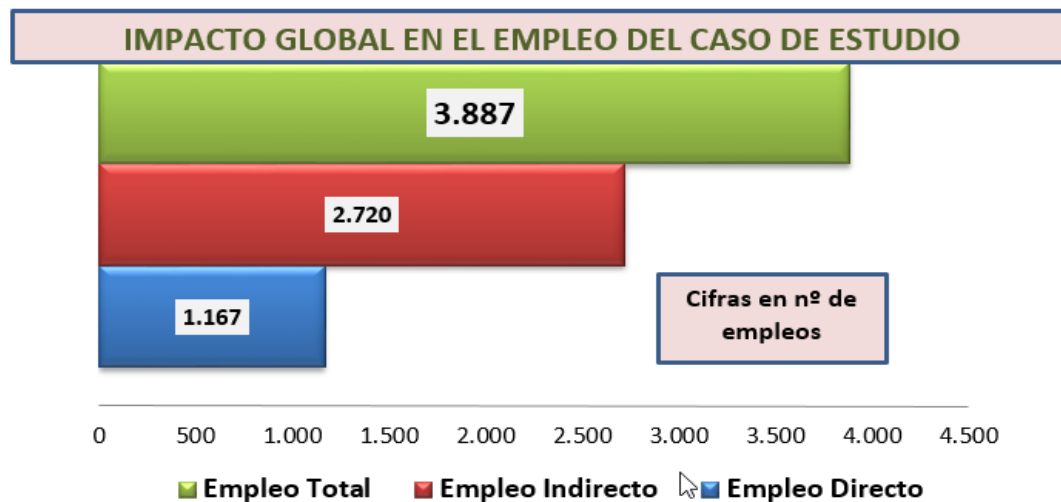


Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE.

Como se puede observar en la figura, las cifras más altas se obtienen también en los años 2005 y 2006, donde se realizaron grandes inversiones, principalmente en el grupo de programas de actualización de media vida de los aviones C-15 (F18), alcanzando cifras globales de empleos de 1.816 para el año 2005 y 1.398 para el año 2006.

Los datos globales del impacto en el empleo se muestran a continuación:

Figura 4-7 Impacto Global en el Empleo del Caso de Estudio.



Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE.

Es decir que, en términos globales, incluyendo el impacto en el empleo de todos los años considerados en nuestro caso de estudio y de todos los programas, el impacto total es de 3.887 empleos, correspondiendo 1.167 al impacto directo y 2.720 al impacto indirecto.

4.5.3. Impacto en sectores estratégicos

A través de nuestro sistema SIMOCIE, tenemos seleccionados todos los sectores sobre los que nuestros programas han tenido un impacto. Los sectores que han sido analizados en nuestro estudio se muestran a continuación:

Tabla 4-8 Sectores del estudio.

CODIGO	NOMBRE
1	Agricultura, ganadería y caza
2	Selvicultura y explotación forestal
3	Pesca y acuicultura
4	Extracción de antracita, hulla, lignito y turba
5	Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio
6	Extracción de minerales metálicos
7	Extracción de minerales no metálicos
8	Coquerías, refinado y combustibles nucleares
9	Producción y distribución de energía eléctrica
10	Producción y distribución de gas
11	Captación, depuración y distribución de agua
12	Industria cárnica
13	Industrias lácteas
14	Otras industrias alimenticias
15	Elaboración de bebidas
16	Industria del tabaco
17	Industria textil
18	Industria de la confección y la peletería
19	Industria del cuero y del calzado
20	Industria de la madera y el corcho
21	Industria del papel
22	Edición y artes gráficas
23	Industria química
24	Industria del caucho y materias plásticas
25	Fabricación de cemento, cal y yeso
26	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
27	Industrias de la cerámica
28	Fabricación de otros productos minerales no metálicos
29	Metalurgia
30	Fabricación de productos metálicos
31	Maquinaria y equipo mecánico
32	Máquinas de oficina y equipos informáticos
33	Fabricación de maquinaria y material eléctrico
34	Fabricación de material electrónico
35	Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión
36	Fabricación de vehículos de motor y remolques
37	Fabricación de otro material de transporte
38	Muebles y otras industrias manufactureras
39	Reciclaje
40	Construcción
41	Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción

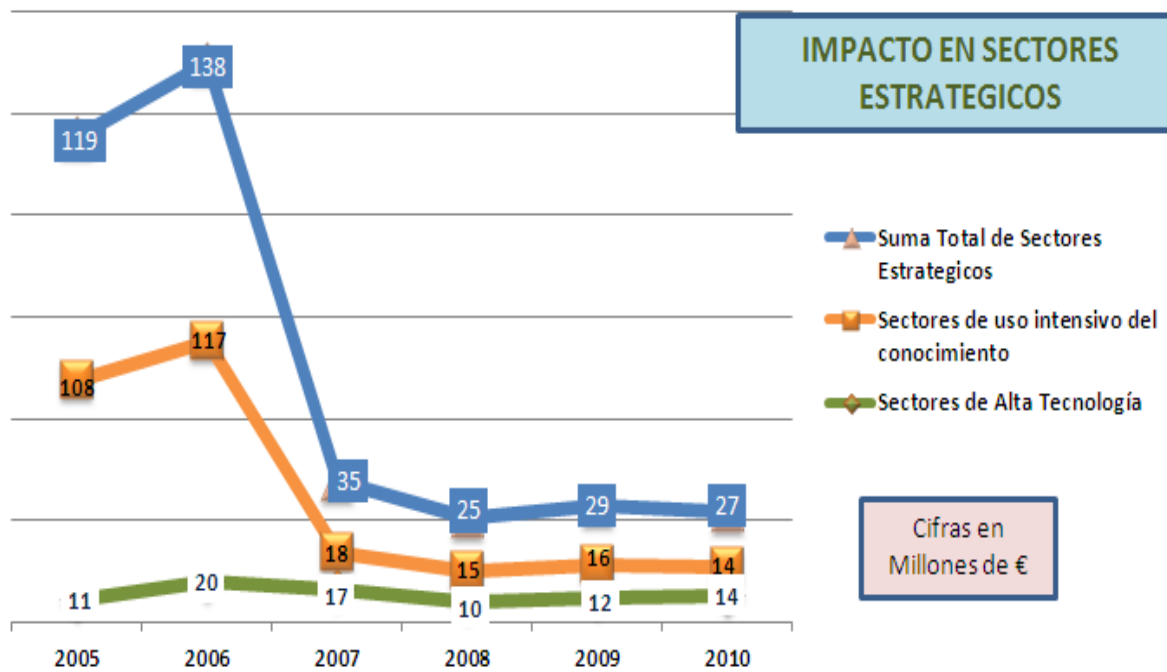
CODIGO	NOMBRE
42	Comercio al por mayor e intermediarios
43	Comercio al por menor; reparación de efectos personales
44	Alojamiento
45	Restauración
46	Transporte por ferrocarril
47	Transporte terrestre y transporte por tubería
48	Transporte marítimo
49	Transporte aéreo y espacial
50	Actividades anexas a los transportes
51	Actividades de agencias de viajes
52	Correos y telecomunicaciones
53	Intermediación financiera
54	Seguros y planes de pensiones
55	Actividades auxiliares
56	Actividades inmobiliarias
57	Alquiler de maquinaria y enseres domésticos
58	Actividades informáticas
59	Investigación y desarrollo
60	Otras actividades empresariales
61	Educación de mercado
62	Sanidad y servicios sociales de mercado
63	Saneamiento público de mercado
64	Actividades asociativas de mercado
65	Actividades recreativas, culturales y deportivas
66	Actividades diversas de servicios personales
67	Administración pública
68	Educación de no mercado
69	Sanidad y servicios sociales de no mercado
70	Saneamiento público de no mercado
71	Actividades asociativas de no mercado
72	Actividades recreativas y culturales de no mercado
73	Hogares que emplean personal doméstico

Fuente: elaboración propia.

Haciendo uso de SIMOCIE analizaremos la importancia de la demanda final de los programas bajo estudio dirigida, tanto a industrias de alta tecnología, como a sectores intensivos en el uso del conocimiento, según la definición de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Nuestro sistema nos permite codificar de forma específica estos sectores y obtener estos datos de forma adicional. En la figura siguiente se muestra el impacto económico en estos sectores:

Figura 4-9 Impacto económico en sectores estratégicos del Caso de Estudio.



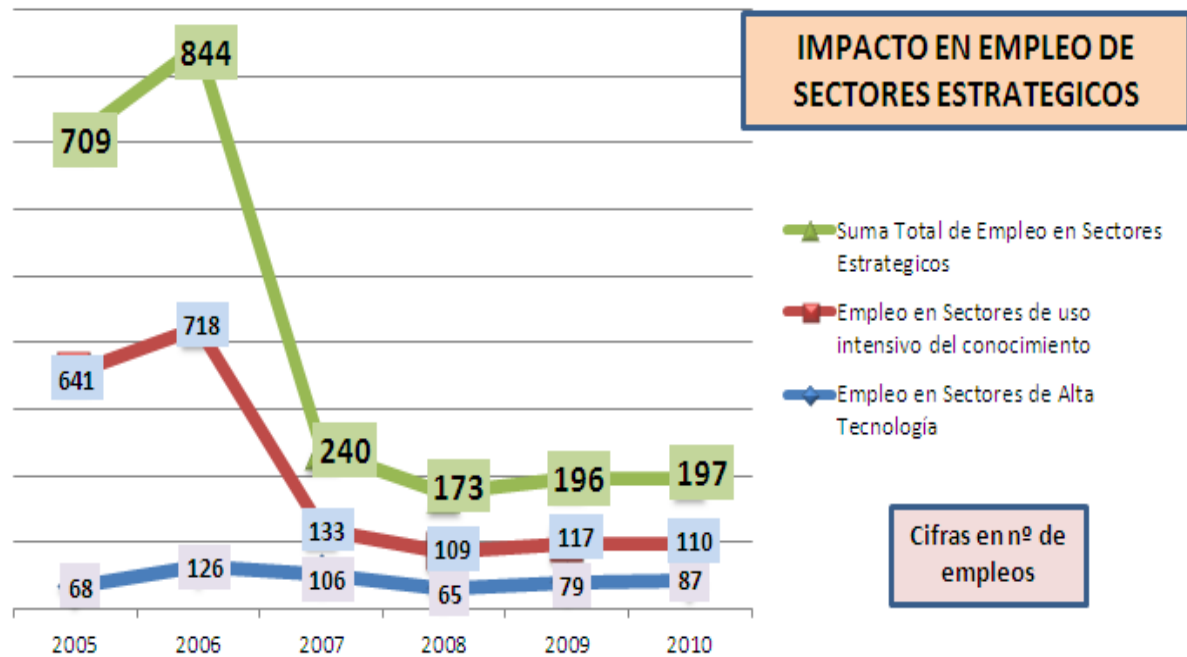
Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE.

Como se puede observar en la figura, las cifras más altas se obtienen también en los años 2005 y 2006 por el grupo de programas de actualización de media vida de los aviones C-15 (F18). Los datos globales del impacto se muestran a continuación:

Figura 4-10 Impacto global en sectores estratégicos del Caso de Estudio.

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE.

Es decir que, en términos globales, incluyendo el impacto de todos los años considerados en nuestro caso de estudio y de todos los programas, el impacto total en sectores estratégicos, de alta tecnología y uso intensivo del conocimiento es de 372,89 Millones de Euros. Haciendo un estudio del impacto, pero en términos de empleo, obtenemos los datos que se muestran en la siguiente figura:

Figura 4-11 Impacto en empleo de sectores estratégicos del Caso de Estudio.

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE.

Como se puede observar en la figura, las cifras más altas se obtienen en los años 2005 y 2006 por el grupo de programas de actualización de media vida de los aviones, alcanzándose cifras de más de setecientos empleos en sectores estratégicos durante esos años (709 y 800 empleos respectivamente). Finalmente, incluimos los datos globales del impacto en el empleo de sectores estratégicos.

Figura 4-12 Impacto global en empleo de sectores estratégicos.



Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE.

Es decir que, en términos globales, incluyendo el impacto en el empleo de todos los años considerados en nuestro caso de estudio y de todos los programas, el impacto total es de 1.553 empleos, correspondiendo 195 al empleo en sectores de alta tecnología y 1.359 al empleo en sectores que hacen uso intensivo del conocimiento. El propio modelo permite realizar los análisis en términos comparativos y poner las cifras en relación a otros sectores a fin de calibrar su importancia, como se muestra en los epígrafes siguientes.

4.5.4. Multiplicadores

Otro aspecto de gran interés económico que nos permite analizar nuestro sistema SIMOCIE son los Multiplicadores.

Los multiplicadores de las diferentes variables (producción, valor añadido, empleo) hacen referencia al incremento de la variable analizada que se puede esperar en el conjunto de la actividad económica del país cuando el sector que se analiza aumenta su producción en una unidad para destinarla a la demanda final.

Los multiplicadores señalan cómo se transmite al resto de la economía la inyección de recursos económicos de las diferentes actividades asociadas al sector en estudio, en nuestro caso, el sector virtual que corresponde a los programas evaluados. Este análisis nos permite cuantificar el impacto económico de nuestros programas en la economía nacional.

En la Tabla correspondiente a la Figura C-9 (Resumen de Multiplicadores del Anexo C) se muestran los datos correspondientes a los multiplicadores de las diferentes variables analizados por cada uno de los años de estudio. Estos multiplicadores señalan cómo se transmite al resto de la economía la inyección de recursos económicos de las actividades correspondientes a estos programas.

Nuestro sistema SIMOCIE obtiene estos multiplicadores dividiendo el impacto total entre el impacto directo para cada uno de los diferentes conceptos. Los multiplicadores permiten realizar una comparación cuantitativa entre sectores. Posteriormente se puede cualificar este impacto identificando los sectores que los reciben.

Los resultados indican que el conjunto de actividades relacionadas con nuestros programas presenta unos elevados efectos multiplicadores, superiores a 2,8 en todos los casos, lo que implica que cada euro dedicado a la demanda final de las actividades asociadas a estos programas, más que duplica su repercusión en el conjunto de la economía española.

A efectos comparativos, el multiplicador de producción más alto de la economía española que encontramos en los datos que provienen del Framework IO del Instituto Nacional de Estadística es de 3,6 y corresponde a la “*Fabricación de vehículos de motor y remolques*”.

A través de nuestro Sistema SIMOCIE obtenemos la Tabla correspondiente a la Figura C-10 Resumen de Multiplicadores por Sectores del Anexo C, donde se muestran los datos correspondientes a los multiplicadores de los diferentes sectores incluidos en el Framework Input-Output del INE.

El multiplicador de producción de los programas bajo estudio (2,9), se sitúa a un nivel muy próximo al de sectores como “*Fabricación de otro material de*

transporte”, “*Industria química*” o “*Máquinas de oficina y equipos informáticos*” o un nivel por encima de la “*Construcción*” y “*Distribución de Energía Eléctrica*” (2,8), y bastante por encima de otros sectores como “*Correos y Telecomunicaciones*” (2,2) o “*Actividades Informáticas*” (1,8).

Especialmente relevantes son los multiplicadores de renta y empleo, que se sitúan en ciertos años entorno al 3,5, indicando que, por cada euro invertido en estas actividades, los efectos directos e indirectos generan alrededor de dos euros y medio más de actividad económica y de empleo.

Visto desde una perspectiva global, el área con un mayor multiplicador con amplia diferencia es el empleo (un 3,3), seguido de la producción y la renta, ambos con un 2.9.

4.5.5. Importancia Relativa

Otro análisis que nos permite realizar nuestro sistema SIMOCIE es la importancia relativa de cada uno de los componentes de la demanda final de las actividades asociadas a los programas bajos estudio, en relación a la producción, la renta y el empleo de la economía española, de forma global.

El cálculo de los impactos directo e indirecto nos permite conocer con cierta precisión la contribución a la economía española de cada uno de los componentes de

la demanda final de las actividades asociadas a los programas. Con las estimaciones obtenidas, podemos calcular la importancia relativa de cada uno de estos componentes de la demanda final, en relación a la producción, la renta y el empleo de la economía española.

A través de nuestro Sistema SIMOCIE obtenemos la Tabla correspondiente a la Figura C-12 (Importancia Relativa de los Programas del Anexo C). En dicha tabla podemos observar que el componente de la demanda final de nuestros programas que tiene el mayor peso en las magnitudes económicas que se están considerando corresponde al año 2006, y que representa el 0,013% de la producción nacional, el 0,01% del valor añadido y el 0,007% del empleo.

Desde una perspectiva global, el mayor impacto se da en la producción, seguido del valor añadido, y por último en el empleo. Todos estos datos nos permiten confirmar que los programas bajo estudio han tenido un peso de relevancia en la economía nacional.

CAPITULO 5:

APLICACIONES

AVANZADAS CON

MOCIE

5. Aplicaciones

avanzadas con MOCIE

En este capítulo se exponen las aplicaciones más avanzadas incorporadas en nuestro modelo MOCIE y soportadas por el Sistema SIMOCIE.

En primer lugar, se da una visión general de MOCIE como un sistema dinámico que permite, a través del uso de la programación genética, dotar al sistema de la actualización necesaria. A continuación, se describe el Modelo Evolutivo propuesto por MOCIE y los algoritmos genéticos propuestos que dan soporte a esta aproximación.

Posteriormente se detallan las características de SIMOCIE genético, la parte de SIMOCIE que nos permite dotar de un carácter dinámico a MOCIE y proporcionar una solución novedosa para el nivel cuatro del modelo MOCIE: el mantenimiento de reglas y sensores. También se expone el interfaz de MOCIE con el Eurometodo. Finalmente se ofrece un resumen simplificado del proceso de computación genética.

5.1. SIMOCIE como un sistema dinámico

Como ya analizamos en el tercer capítulo, el nivel cuatro del modelo MOCIE aborda la capacidad del sistema para el mantenimiento de reglas y sensores. Nuestro modelo, además, tenía que gestionar dos tipologías de información: la información de los datos Input-Output y la información que proviene de las oficinas de los programas de inversión. Para el mantenimiento y actualización de los datos de los programas no es necesario incorporar mayor inteligencia a nuestro modelo, sin embargo, el problema estribaba en el mantenimiento de los datos Input-Output.

Como ya explicamos en detalle anteriormente, uno de los sensores más importantes de nuestro modelo son los datos que obtenemos desde el INE sobre el Framework IO. Desde el nivel cuatro debemos incorporar una capacidad para el mantenimiento de esta información. Pero el proceso de elaboración de este Framework conlleva una gran complejidad, que provoca un importante retraso en la obtención de resultados respecto de la fecha de referencia. De esta manera, muchas de las aplicaciones del marco IO, y por lo tanto también nuestra propuesta, estarán desfasadas en el tiempo. Así pues, la única solución operativa para evitar este problema es actualizar las tablas por métodos indirectos. Como ya vimos, existen diferentes estrategias para abordar este problema, pero ninguna de ellas presenta una solución satisfactoria.

Nuestra propuesta es actualizar esta información haciendo uso de Programación Genética, como veremos a continuación. Esta propuesta permitirá obtener de forma actualizada los datos Input-Output y, por tanto, dotará a nuestro sistema de un carácter dinámico que nos permite tener la información actualizada de forma continua.

5.2. Modelo Evolutivo y Algoritmos

Genéticos

Los algoritmos genéticos (AG) se utilizan generalmente para solucionar problemas de búsquedas y optimizaciones. No obstante, estos aspectos tan generales pueden asociarse a una diversidad considerable de líneas de investigación. Como ya mencionamos en el segundo capítulo, los algoritmos genéticos se basan en la conocida teoría de la evolución de Darwin, por la que se establece que el conjunto de una población se combina de forma aleatoria tal y como ocurre en la evolución de las especies, para que posteriormente la naturaleza en el caso de las especies, o en nuestro caso según un criterio establecido, realice una selección de los individuos decidiendo así cuáles sobreviven o se consideran más fuertes respecto al resto y cuáles se quedan por el camino.

El lenguaje que se emplea en la naturaleza es asumido por la metodología matemática, donde el conjunto de soluciones del problema al que nos enfrentamos es lo que se denomina fenotipo, mientras que la información que determina a cada individuo como tal se conoce como cromosoma. Si esta información se reescribe en forma binaria y de cadena, entonces nos encontramos con el genotipo y a cada uno de los componentes de dicha cadena se le conoce como gen. Por último, la combinación de los cromosomas, iteración tras iteración, nos da como resultado las generaciones. Es decir, una combinación determinada de cromosomas crea una nueva generación, o lo que es lo mismo una descendencia.

De esta manera, a través de la programación genética, podremos desarrollar una metodología específica para poder implantar este sistema de tal forma que, generación tras generación, vayamos evolucionando, aprendiendo y mejorando la especie.

Como ya vimos, nuestro problema trata de resolver la actualización del Framework Input proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística. Este aspecto es el que puede dotar a nuestro sistema del carácter dinámico que precisamos. La primera base que fundamentó nuestra propuesta es que podríamos considerar este marco como el comportamiento de la población española, en términos macro económicos, durante un periodo determinado. Al final y al cabo, el Framework proporcionado nos da una información sobre los sectores económicos que compran y venden a otros sectores y representa el comportamiento de una población.

Para presentar el funcionamiento de nuestra propuesta de algoritmo genético hemos realizado su análisis siguiendo las siguientes fases:

1. Codificación de la información del problema.
2. Generación de la población inicial. Cada individuo necesita tener codificada su información en forma de cromosoma. Cada uno de estos cromosomas son posibles soluciones del problema a estudiar.
3. Evaluación de la población. A cada cromosoma se le aplica la función de aptitud que hemos elegido para su estudio. Mediante esta función asignamos un valor real a cada posible solución del problema.
4. Reproducción. Durante el problema se eligen aleatoriamente los individuos que se van a reproducir y el cruce. Dicho cruce se realiza sobre los genotipos de cada pareja elegida como padres. Mediante el operador de cruzamiento sabremos qué parte del padre y de la madre pasa a la descendencia, así como el modo.
5. La Mutación es el siguiente paso ya que va a contribuir a introducir diversidad en el proceso. Tal y como ocurre en la Naturaleza, las mutaciones tendrán una frecuencia baja que habrá que establecer. Consistirá en la alteración de un gen en un individuo determinado. Para generar diversidad también se introducen otras variantes, tales como ampliar la población y la aleatoriedad absoluta en la población inicial.

5.2.1. Codificación y análisis de la población

La información del Framework Input-Output que proporciona el Instituto Nacional de Estadística contempla 73 sectores de producción, y nos da la información macro económica de a qué sectores venden y compran cada uno de ellos. Nuestra población estará constituida por las tasas de crecimiento de cada uno de los sectores. Conocidas estas tasas de crecimiento, esto nos permitiría actualizar el Framework y, por tanto, dotar a nuestro modelo MOCIE del dinamismo que precisamos.

Nuestra población serán las tasas de crecimiento, que denominaremos TC (Tasas de Crecimiento) y que serán obtenidas para Consumos Intermedios a Precios de Adquisición (CIPA) y Producción a Precios Básicos (PBB). Tenemos, al fin y al cabo, que establecer unas hipótesis de partida en cuanto a la actualización de precios. Hemos considerado estas características por considerarlas las más idóneas a la hora de obtener las tasas de crecimiento. No obstante, a través de módulos específicos podríamos variar estas hipótesis, obteniendo otras estimaciones de precios.

En primer lugar, analizamos si nuestra problemática se podría adaptar a una aproximación de este tipo. Para ello analizamos sus características:

- ✓ Las soluciones están limitadas a un cierto rango porque su espacio de búsqueda es discreto, como analizaremos en detalle posteriormente.
- ✓ Estableceremos unos criterios de optimización de forma específica. Además,

conocemos las tasas de crecimiento y la evolución durante ciertos periodos de tiempo y podemos utilizar nuestro sistema adaptándole y comparando los resultados obtenidos. De la misma manera procederemos con los datos del Framework Input-Output.

- ✓ La función objetivo que marca el problema de optimización a resolver (o función adaptativa), se tenderá a maximizar, como veremos posteriormente.
- ✓ La solución puede ser definida de forma que se nos indique si es buena o no cierta solución, premiando en el primer caso y penalizando en el segundo.
- ✓ Cada solución va a ser codificada, normalmente en forma binaria.

5.2.2. Análisis de la Población Inicial

A través de nuestro sistema de reproducción iremos obteniendo diferentes Tasas de Crecimiento, en un proceso iterativo. En cada iteración a partir de unas tasas de crecimiento utilizadas en esa iteración (TC_{ITER}), para Consumos Intermedios a Precios de Adquisición (CIPA) y Producción a Precios Básicos (PPB), se calcula una Tabla Input Output (TIO) proyectada a partir de la TIO base.

En la primera iteración se usan las tasas obtenidas de los datos publicados por el INE (TC_{PROY}). De la TIO calculada en esta primera iteración resultan unas tasas de crecimiento para cada sector (TC_{SIM}) diferentes de las utilizadas (una población nueva, simulada), ya que en el cálculo de cada elemento de la matriz de consumos intermedios intervienen las tasas de crecimientos del sector fila y del sector column, que son promediadas en una media ponderada con pesos variables.

Por esto, el resultado es que cada sector obtiene, al final de todo el cálculo de la matriz, una tasa de crecimiento distinta de la que tenía asignada al principio, y que normalmente no coincidirá tampoco con la obtenida a partir de los datos del INE, bien por exceso, bien por defecto.

Para corregir el exceso o defecto de cada sector, hay que modificar a la baja o al alza correspondiente, la tasa de crecimiento utilizada, y repetir el cálculo con las nuevas tasas de crecimiento modificadas.

De esta manera surge la necesidad de obtener nuevas poblaciones, ya que con las sucesivas iteraciones se pretende acercar las tasas de crecimiento deducidas de la TIO calculada a las previsiones de crecimiento obtenidas de los datos del INE.

Primero tenemos que obtener las tasas de crecimiento (TC_{PROY}) de todos los sectores para: PPB, CIPA y VAB. Como el INE no publica estos datos exactamente sino otros muy similares, debemos realizar una conversión. En el Anexo C C.3., en la Sección **C.3. Obtención de las Tasas de Crecimiento** se describe en detalle como obtenemos las tasas de crecimiento requeridas.

Para una mayor claridad en la exposición del proceso, resumiremos la metodología ya expuesta de elaboración de la información del Framework Input-Output. En primer lugar, debemos de realizar una estimación de la matriz de consumos intermedios, posteriormente debemos de obtener la matriz de inputs primarios, y

finalmente la demanda final. Todos estos elementos formarán parte de nuestra población objetivo.

A través de nuestro procedimiento de programación genética iremos obteniendo en diferentes iteraciones. Y para la realización de una nueva iteración usaremos unas determinadas tasas de crecimiento para PPB y CIPA (TC_{ITER}). Como se ha indicado anteriormente, estas tasas serán las obtenidas de los datos publicados por el INE en la primera iteración (TC_{PROY}), que irán siendo modificadas a largo de las diferentes iteraciones.

5.2.3. Evaluación y Reproducción de la Población

Como ya hemos visto, a través de nuestro sistema de reproducción iremos obteniendo diferentes Tasas de Crecimiento, en un proceso iterativo. En cada iteración, a partir de unas tasas de crecimiento (TC_{ITER}), para Consumos Intermedios a Precios de Adquisición (CIPA) y Producción a Precios Básicos (PPB), se calcula una Tabla Input Output (TIO) proyectada a partir de la TIO base.

Para ello, lo primero a obtener es la Matriz de Consumos Intermedios. Esta matriz describe la interrelación económica de los diferentes sectores de la economía española. Si denominamos con A_{ij} a los elementos de esta matriz, cada elemento de representa la cantidad que el sector j compra al sector i ; o dicho de otra forma, el sector j es el comprador y el sector i es el vendedor.

Como veremos a continuación, en este capítulo, el Eurometodo establece que este elemento se estime usando una media aritmética/geométrica de las tasas de crecimiento. Nosotros emplearemos otras reglas para la obtención de esta matriz, a través de una modelización de posible evolución de las relaciones entre los sectores j e i (cuando el j es el comprador y el i el vendedor).

Esta modelización parte de la hipótesis de que la tasa de crecimiento del sector que compra tiene una mayor influencia que la del que vende, no así como en el Eurometodo, que se no se consideran reglas específicas para regular o controlar el crecimiento de los sectores.

En el Anexo C C.4., en la Sección **C.4. Establecimiento de Reglas para Evaluar la Población**, se describe en detalle como obtenemos la Matriz de Consumos Intermedios y las reglas que se han establecido para ir reproduciendo los primeros elementos de la población y evaluar las diferentes poblaciones que vamos obteniendo.

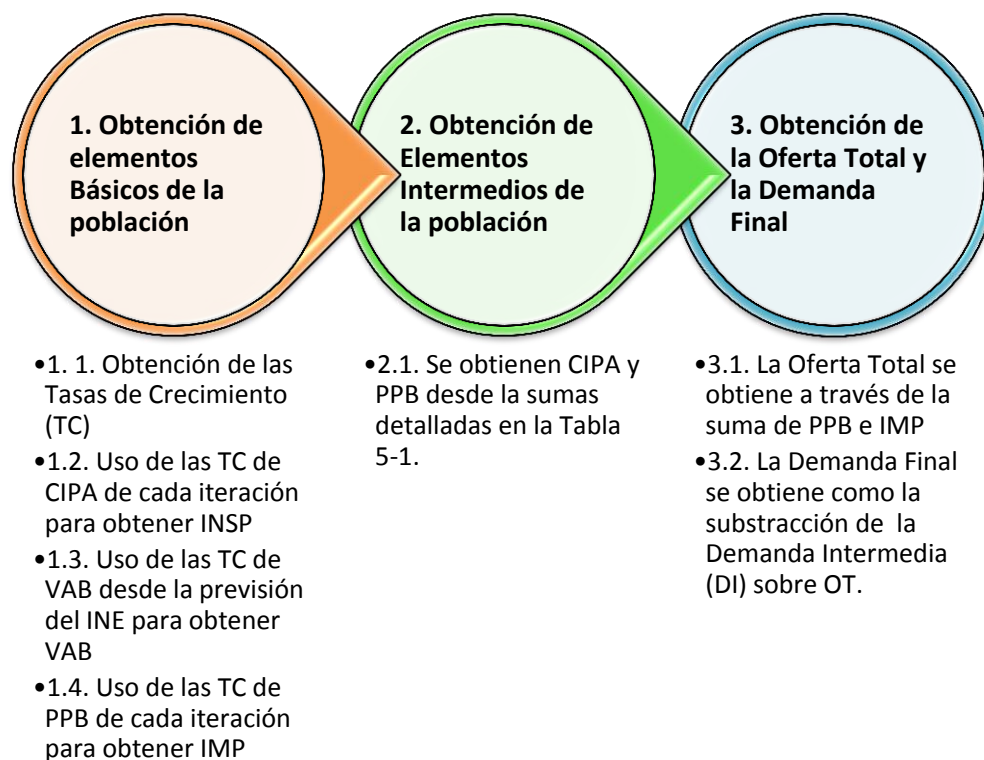
Una vez obtenida la Matriz de Consumos Intermedios es necesario obtener, como ya hemos indicado, la Matriz de Inputs Primarios y, por último, obtendremos la Demanda Final. La siguiente tabla representa los diferentes elementos o vectores (filas) que forman parte de esta Matriz de Inputs Primarios.

Tabla 5-1 Elementos de la Matriz de Inputs Primarios

ID	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA
ISNP	Impuestos netos sobre los productos	NA
VAB	Valor Añadido Bruto	NA
IMP	Importaciones	NA
CIPB	Consumos intermedios a precios básicos	Suma de consumos intermedios
CIPA	Consumos intermedios a precios de adquisición	$CIPA = CIPB + INSP$
PPB	Producción a precios básicos	$PPB = CIPA + VAB$
OT	Oferta total, total empleos, output total	$OT = PPB + IMP$

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestra un esquema del proceso programado para obtener los elementos de la Matriz de Inputs Primarios y la Demanda Final, que son los elementos que completan nuestra población objetivo:

Figura 5-2 Obtención de la Matriz de Inputs Primarios y la Demanda Final

Fuente: elaboración propia.

A partir de esa información, construimos la población objeto que contiene el nuevo Framework Input-Output parametrizado al año que establezcamos como objetivo.

Desde esta población objetivo, tendremos que calcular el grado de desviación que tiene sobre las proyecciones de partida, y entonces ir mutando nuestra población hasta obtener una población optimizada para nuestro problema.

Para realizar este proceso, para cada sector calculamos la tasa de crecimiento de CIPA que se obtiene desde el Framework Input-Output simulado que denominaremos como TC_{SIM} . Posteriormente, definimos el índice de Desviación ($Indice_{DESV}$) de cada sector como la relación entre la Tasa de Crecimiento de CIPA de la proyección oficial publicada en el Framework Input-Output (TC_{PROY}) entre la Tasa de Crecimiento de CIPA del Framework simulado. Esto es:

$$Indice_{DESV} = \frac{TC_{PROY}}{TC_{SIM}}$$

Si $Indice_{DESV}$ es mayor que uno esto significa que el sector considerado ha obtenido una tasa de crecimiento menor de la que indica la proyección y por tanto en la próxima iteración para obtener una nueva población emplearemos una tasa de crecimiento mayor, que denominaremos como TC_{ITER} .

Si $Indice_{DESV}$ es menor que uno significa que el sector considerado ha obtenido una tasa de crecimiento mayor de la que indica la proyección y por tanto en la próxima iteración para obtener una nueva población emplearemos una tasa de crecimiento menor, que también denominamos como TC_{ITER} .

Aunque ya se ha indicado anteriormente conviene repetir aquí, para facilitar la comprensión de todo el proceso propuesto, que en nuestro modelo gestionamos para cada CIPA y PPB, y para cada uno de los sectores, tres tasas de crecimiento distintas, que aparecen resumidas en la figura siguiente:

Figura 5-3 TCs utilizadas durante el proceso de programación genética

TC_{PROY}	<ul style="list-style-type: none"> • Proyección de nuestra población obtenida de los datos oficiales del Framework Input-Output publicados por el Instituto Nacional de Estadística
TC_{ITER}	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de Crecimiento usada en la iteración de cada una de las poblaciones para calcular la matriz de consumos intermedios y la de output primarios.
TC_{SIM}	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de Crecimiento derivada del Framework Input-Output simulado, que se obtiene mutando cada una de las poblaciones en cada iteración realizada.

Fuente: elaboración propia.

En este punto del proceso proponemos mutar las diferentes poblaciones obtenidas para que TC_{SIM} se aproxime a TC_{PROY} . Es decir, modificar las diferentes TC_{ITER} para que TC_{SIM} sea igual a TC_{PROY} .

5.2.4. Mutación de la Población

La forma en la que mutemos nuestra población es crítica ya que puede producirse un comportamiento oscilatorio durante el proceso de tal forma que el parámetro $Indice_{DESV}$ salte de mayor a menor que uno continuamente.

Esto significa que debemos ser muy rigurosos con el establecimiento del proceso para modificar las diferentes Tasas de Crecimiento (TC_{ITER}) en cada una de las poblaciones que obtenemos.

Siguiendo las recomendaciones establecidas por el proceso del Eurometodo, haremos uso de una función de mutación que nos permitirá un ajuste suave que realice pequeñas modificaciones a las Tasas de Crecimiento. La función de mutación (que denominaremos como F_M), que nos permitirá ir realizando pequeños ajustes en la población, es la siguiente:

Si $\text{Indice}_{DES\ V} > 0.999999$ y $\text{Indice}_{DES\ V} < 1.000001$ entonces

$$F_M = 1$$

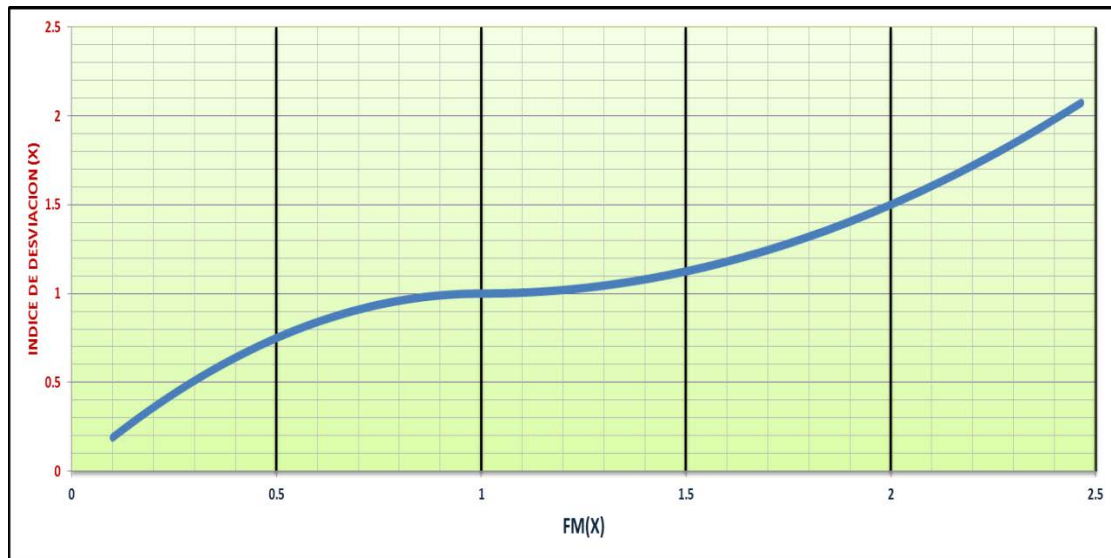
Si $\text{Indice}_{DES\ V} > 1$ entonces

$$F_M = 1 + (\text{Indice}_{DES} - 1)^2 / E$$

Si $\text{Indice}_{DES\ V} < 1$ entonces

$$F_M = 1 - (\text{Indice}_{DES} - 1)^2$$

Donde el parámetro E es la *elasticidad*. Después de diversas pruebas que hemos realizado se ha optado por utilizar una constante con valor 2.5. A continuación se muestra una gráfica de la Función de mutación de nuestra población.

Figura 5-4 Evolución de la Función de Mutación.

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

El nuevo valor de las Tasas de Crecimiento de cada una de las poblaciones que vamos obteniendo (identificadas en nuestra nomenclatura como TC_{ITER}) tanto para CIPA como PPB se define así:

$$TC_{ITER+1} = TC_{ITER} * F_M$$

Una vez hemos medido el valor de $Indice_{DESV}$ para cada uno de los sectores de la economía nacional, y calculada su nueva Tasa de Crecimiento para CIPA y PPB, podremos obtener una nueva población. Para la obtención de cada una de las nuevas poblaciones utilizaremos las poblaciones obtenidas anteriormente, y así sucesivamente, con el objetivo final de obtener los datos del Framework Input-Output actualizados a través de un proceso de computación genética.

Cada vez que obtenemos una nueva población debemos evaluar de alguna manera el grado de error del resultado obtenido en dicha población, o dicho de otra manera, medir cuanto se ha desviado de las previsiones de partida utilizadas (es decir, TC_{PROY}) los datos del Framework Input-Output obtenidos.

Así mismo, deberemos establecer una forma de determinar cuando dejamos de obtener nuevas poblaciones, pues la base de la computación genética es que tenga un dominio acotado. Evidentemente, buscamos una optimización de nuestra población a través de nuestra propuesta, pero no podremos obtener un cumplimiento total y absoluto de las previsiones.

Para poder acometer esta tarea definimos el parámetro *Diferencia entre Sectores* (DS_i) como el valor absoluto de la diferencia entre el CIPA del sector i del Framework Input-Output resultado de la última iteración realizada ($CIPA_{ITER, i}$) y el valor del CIPA del sector i que deberíamos haber obtenido, es decir el que se obtiene usando la tasa de crecimiento derivada de los datos publicados por el INE ($CIPA_{PROY, i}$).

Hay que tener en cuenta que si se cumple la siguiente entidad:

$$TC_{ITER} = TC_{PROY}$$

Esta diferencia sería cero, ya que, para CIPA definimos TC_{ITER} como:

$$TC_{ITER} = \frac{CIPA_{ITER}}{CIPA_{BASE}}$$

Y TC_{PROY} como:

$$TC_{PROY} = \frac{CIPA_{PROY}}{CIPA_{BASE}}$$

Por lo que es evidente que:

$$TC_{ITER} = TC_{PROY} \quad \Rightarrow \quad CIPA_{ITER} = CIPA_{PROY}$$

Así, definimos el parámetro Diferencia entre Sectores como:

$$DS_i = ABS(CIPA_{ITER,i} - CIPA_{PROY,i})$$

Con lo que tenemos que: *cuanto menor sea DS más próximo estará TC_{ITER} a TC_{PROY} .*

Para el conjunto de todo el Framework Input-Output, definimos el valor DGIO (*Diferencia Global Input Output*), como el agregado de todos los DS_i , es decir:

$$DGIO = \sum_{i=1}^{73} DS_i$$

Para la valoración global del Framework Input-Output, incluyendo las Tablas Input-Output finales simuladas, utilizaremos el parámetro DGIO. *Cuanto menor sea su valor, más próximas estarán todas las TC_{ITER} a TC_{PROY} .*

Con el objetivo de acotar la búsqueda de nuestra solución ideal, optamos por dos diferentes aproximaciones, aunque complementarias, en nuestro modelo:

- 1) Establecer un valor objetivo para DGIO. Una vez alcanzado este valor dejaremos de obtener nuevas poblaciones y daremos nuestra población por buena. Esos resultados finales del Framework Input-Output son los que utilizaremos como entrada en el nivel cuatro de nuestro modelo MOCIE. Tras diferentes pruebas realizadas hemos estimado que, en general, valores de DGIO inferiores a 2.000 se pueden considerar como muy buenos.

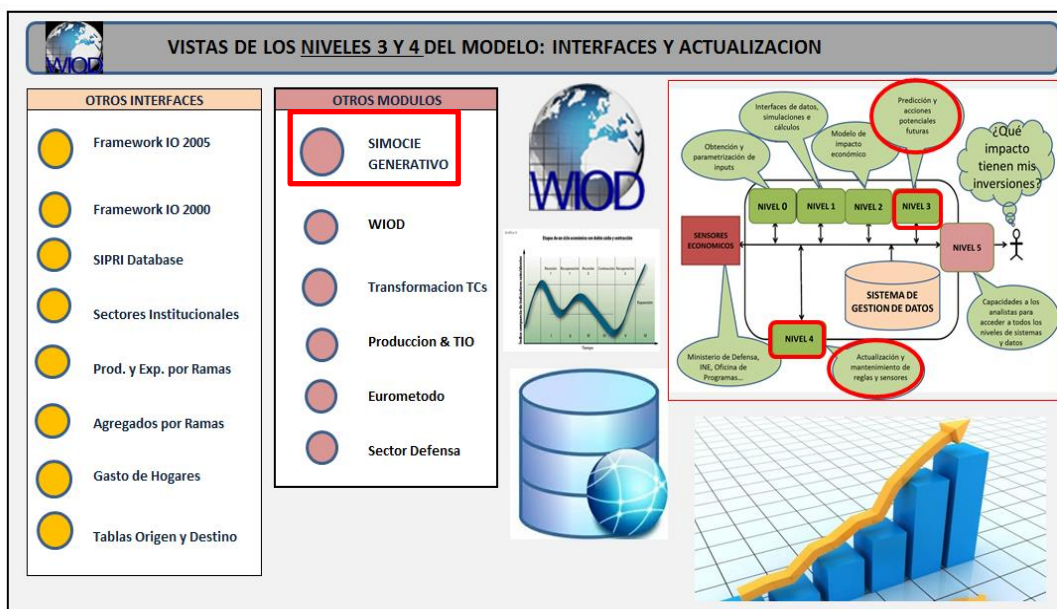
- 2) Como cualquier valor objetivo de DGIO no será alcanzable en algunas ocasiones, dentro de un periodo razonable de tiempo, es preciso también marcarse un número máximo de poblaciones a obtener.

A través de nuestro sistema de soporte al modelo MOCIE, como veremos en la siguiente sección, podremos establecer estos parámetros de tal manera que determinemos tanto un objetivo a alcanzar de DGIO como un número máximo de poblaciones.

5.3. SIMOCIE Genético

A continuación, se describen los diferentes módulos que permiten dotar a nuestro sistema SIMOCIE de un carácter dinámico. Todos estos módulos constituyen una herramienta denominada en nuestro Cuadro de Mandos integral de SIMOCIE como *Sistema Generativo*, como se puede apreciar en la figura:

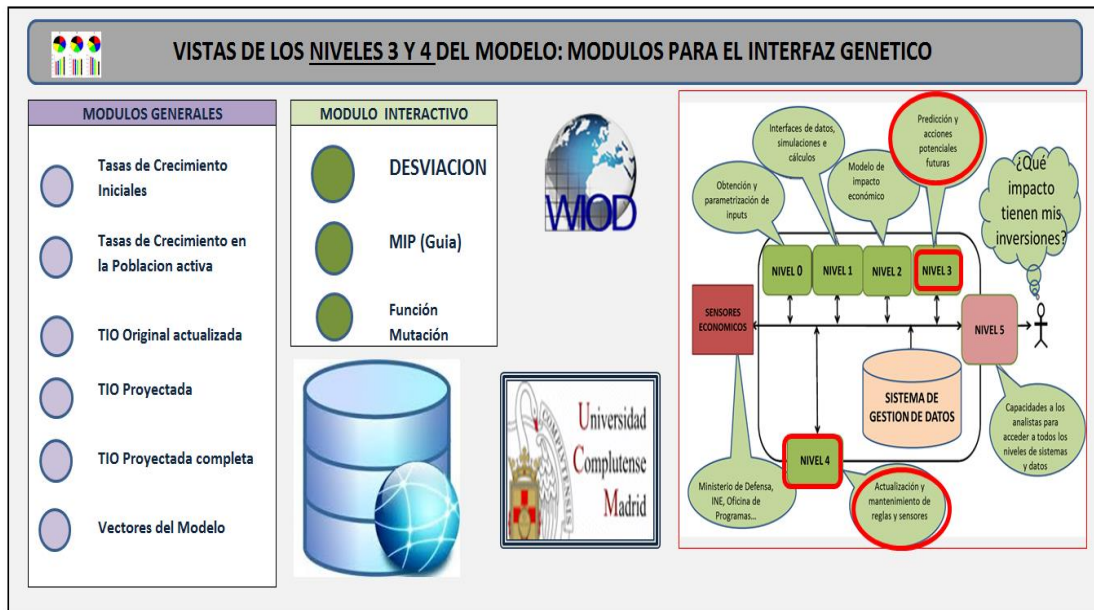
Figura 5-5 Interfaz de los Niveles 4 y 5 de SIMOCIE.



Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

La opción de Sistema Generativo destacada en color rojo en la figura nos permite acceder al siguiente Interfaz:

Figura 5-6 Interfaz Genético de los Niveles 4 y 5 de SIMOCIE.



Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

Este Sistema complementario de SIMOCIE dispone de los siguientes módulos:

1. Tasas de Crecimiento (originales y obtenidas)
2. Matrices Input-Output (originales y proyectadas)
3. Obtención de la Población Objetivo (opción Desviación del interfaz)

A continuación, describiremos cada uno de ellos.

5.3.1. Módulos de Tasas de Crecimiento

Como ya hemos mencionado con anterioridad, dispondremos en nuestro sistema de reproducción de la población inicial las tasas de crecimiento obtenidas tal y como se describía en el Anexo C. Sección C.3. **Obtención de las Tasas de Crecimiento.**

A través de la opción *Tasas de Crecimiento Iniciales* de nuestro Interfaz Gráfico tendremos acceso a las tasas de crecimiento de Consumos intermedios a precios de adquisición y valor añadido bruto para todos los sectores. Sus valores nunca cambiarán en el proceso genético, ya que se refieren a las previsiones o datos utilizados de partida para actualizar el Framework Input-Output.

Haciendo uso de la opción *Tasas de Crecimiento de la Población Activa* de nuestro Interfaz Gráfico tendremos acceso a las tasas de crecimiento de Consumos intermedios a precios de adquisición y valor añadido bruto para todos los sectores, utilizadas en cada una de las iteraciones activas en cada momento.

Estas poblaciones sucesivas que vamos obteniendo pueden ser visualizadas de forma gráfica y el sistema nos permite ir visualizando cómo van variando. Sus valores van cambiando en cada iteración.

En la primera iteración, la población será igual a la inicial, esto es, los datos de ambos módulos coincidirán; pero ya en la segunda población comenzarán a variar hasta alcanzar el objetivo establecido en nuestro modelo. En una sección posterior explicaremos en detalle cómo establecer estos objetivos haciendo uso de nuestro sistema SIMOCIE.

5.3.2. Módulos de Matrices Input-Output

Otros módulos que soporta nuestro sistema SIMOCIE es el desarrollo de las Matrices Input-Output. Desde la opción de nuestro interfaz denominado *TIO Original Actualizada* tendremos acceso a los datos de las Tablas Input Output del Framework original proporcionada por nuestros sensores.

En la mayor parte de los casos esta información la obtenemos directamente del INE. Pero también podremos obtenerla de otras fuentes de datos como la Base de Datos Input-Output Mundial (WIOD) financiada por la Unión Europea. Nuestro sistema SIMOCIE tiene acceso a esta información a través de uno de sus interfaces gráficos. Esta base de datos nos proporciona las tablas Input-Output de algunos de los países, incluidos los datos de España, Timmer (2012).

En resumen, esta información formará parte de la población de partida que utilizaremos en nuestro modelo de computación genética para obtener las sucesivas poblaciones objetivo.

La opción *TIO proyectada* de nuestro Interfaz Gráfico nos da el acceso a los datos de las Tablas Input-Output obtenidas en cada una de las poblaciones que vamos generando con nuestro sistema genético. Al último módulo relacionado con las Matrices Input-Output de nuestro sistema lo accedemos a través de la opción *Vectores*. Desde este módulo se obtienen los datos correspondientes a los siguientes vectores:

- **VAB:** nuestro sistema lo obtiene utilizando la previsión de crecimiento para el Valor Añadido Bruto. Esta previsión no se cambia nunca, en ninguna de las poblaciones.
- **Importaciones:** los datos de las importaciones se obtienen desde nuestro sistema usando la previsión de crecimiento de la producción a precios básicos de la población en curso.
- **Impuestos producción:** nuestro sistema calcula los datos de los impuestos de la producción usando la previsión de crecimiento para el consumo intermedio a precios de adquisición.

Así pues, de los 3 vectores el primero es siempre invariante en todas las poblaciones que vamos obteniendo, mientras que los otros dos van variando para cada una de ellas. Desde este módulo también podremos consultar aquí la información de los vectores CIPA y PPB, tanto de los datos del Framework Input-Output originales como de los datos de las poblaciones que vamos obteniendo.

5.3.3. Módulo de Obtención de la Población Objetivo

Para acceder al Módulo de Obtención de la Población Objetivo utilizamos la opción *DESVIACION* de nuestro interfaz gráfico. A través de esta opción podemos ir midiendo el grado de desviación de la población obtenida respecto de las previsiones utilizadas de partida para su obtención.

Aquí la información que proporciona el interfaz es bastante densa. A continuación, resumimos esta información en forma de tablas.

Figura 5-7 Descripción de las filas de la Matriz de Desviación en SIMOCIE.

FILA MATRIZ	DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO
Estimación real	Previsión de crecimiento para consumos intermedios a precios de adquisición de cada sector (CIPA)
TIO Calculada	Tasa de crecimiento de CIPA deducida de la TIO obtenida
Desviación	Estimación Real/TIO Calculada. Idealmente debe ser 1.
Nueva Estimación	Nueva tasa de crecimiento para CIPA que se usará en la próxima iteración.
MULT:	Factor de multiplicación para calcular la Nueva Estimación. Representa a la función de mutación.
Valor Real:	Valor verdadero que debe tener el CIPA de cada uno de los sectores.
Diferencia	Valor Real – CIPA de TIO Calculada. Idealmente debería ser 0.
Porcentaje Dif.	Porcentaje que supone la Diferencia sobre el Valor Real.
Diferencia Abs.	Valor absoluto de Diferencia
Estimación Usada	Tasa de crecimiento usada en la iteración recién acabada.

Fuente: elaboración propia

La primera tabla representa una matriz que proporciona el interfaz, donde cada columna representa un sector y cada una de las filas describe su contenido (Figura 5-7). La segunda tabla nos muestra los valores más importantes que representa nuestro interfaz. Al objeto de facilitar su comprensión identificaremos cada una de las celdas y describiremos su contenido en la siguiente tabla (figura 5-8).

Figura 5-8 Descripción de las celdas relevantes de la Matriz de Desviación

CELDA	DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO
A6	Agregado de desviación. Idealmente debe valer 73 (número de sectores considerados en nuestro modelo)
A11	Agregado del Porcentaje Dif. Idealmente debe valer 0.
A12	Agregado de Diferencia en términos absolutos. Idealmente debe valer 0. Este valor es importante ya que es el que se usa como métrica real de la desviación de la TIO obtenida.
A13	Porcentaje de A11 sobre el agregado de Valor Real. Es decir, porcentaje de la Desviación total sobre la suma de todos los CIPA.
C16	Elasticidad: usada en la fórmula de cálculo de MULT.
B19	Iteraciones actuales: Número de poblaciones obtenidas por el actual proceso de cálculo (desde la última vez que se activó el proceso de computación genética).
B20	Poblaciones totales: Número total de poblaciones obtenidas en el proceso global de cálculo.
B23	Objetivo Desviación: Valor buscado para la celda A12 que sirve como meta al proceso de computación genética.
B24	Limite Genético: Valor máximo para la celda B19. Número máximo de poblaciones que se realizarán en el actual proceso de cálculo, si no llega a alcanzarse el objetivo marcado en B23 para el agregado de la Desviación (celda A12).

Fuente: elaboración propia

Todos estos conceptos son esenciales para la comprensión del proceso y para el uso del interfaz gráfico proporcionado por nuestro sistema SIMOCIE.

También desde este interfaz gráfico podemos acceder a tres botones que nos proporciona nuestro sistema. A través del uso de estos tres botones, de forma simplificada, podremos obtener la población objetivo que buscamos:

- **Botón Reinicio:** Reinicia los cálculos computacionales y nos proporciona la población inicial.
- **Botón Iteraciones:** Obtiene la población objetivo con un límite genético marcado por el número de poblaciones máximo a obtener.
- **Botón Alcanza Objetivo:** Obtiene la población objetivo con un límite genético marcado por la desviación objetivo que establezcamos para nuestra población.

El primero de los botones desencadena la ejecución de varios algoritmos que tienen como objetivo el reinicio de la población a su estado inicial. Para comprender el significado de todos los algoritmos se han identificado una serie de variables comunes que son explicadas en detalle en el Anexo D. en la **D.1. Resumen de Constantes**. El algoritmo principal se detalla también en la sección **D.2. Algoritmo de Reinicio**.

El segundo de los botones desencadena la ejecución de varios algoritmos que tienen como objetivo obtener la población final, con un límite genético, establecido a través del uso del propio interfaz gráfico, marcado por el número de poblaciones posibles a obtener. El algoritmo principal se detalla también en la **D.3. Algoritmo con límite Genético el número de poblaciones**.

Si el objetivo de desviación se cumple antes de obtener la última población, el algoritmo está programado para interrumpirse y dejará de obtener más poblaciones. Este objetivo de desviación se puede modificar haciendo uso del interfaz gráfico de SIMOCIE, en el campo denominado *Objetivo Desv.*

Por último, el botón de alcanzar el objetivo desencadena la ejecución de varios algoritmos que tienen como objetivo la obtención de la población final cuando se cumple el criterio del Objetivo de desviación. El algoritmo principal se detalla en la sección **D.4. Algoritmo con limite Genético la desviación objetivo.**

Además, a través de nuestro Interfaz general, podremos acceder a la opción de *TIO Proyectada Completa*, que contiene la información de las Tablas Input-Output de la población final obtenida más los tres vectores con toda la información de VAB, PPB y CIPA, así como la demanda final estimada para cada vector.

Toda esta información constituirá el nuevo Framework Input-Output obtenido, a través del cual podremos actualizar la información del impacto económico de los programas de inversión bajo estudio. Estas herramientas proporcionadas por SIMOCIE nos complementan el nivel cuatro de nuestro modelo MOCIE, el mantenimiento de las reglas y sensores.

5.3.4. Módulo de integración con Eurometodo

Otra de las aplicaciones avanzadas incorporadas en el modelo MOCIE es la integración con el proceso Euro-método. Hemos incluido este aspecto por tratarse de un estándar al uso en la Unión Europea. A través de este proceso podemos obtener una Tabla Input-Output actualizada que es consistente con las proyecciones oficiales de variables macroeconómicas (como el PIB), y por otra, garantiza consistencia entre la oferta y la demanda, evitando ajustes arbitrarios de los coeficientes técnicos.

La diferencia sustancial entre nuestra propuesta de computación genética y el proceso Euro-método es que nuestro objetivo es llegar a obtener los datos finales del Framework Input-Output optimizados para cumplir unos determinados objetivos parametrizados de inicio, mientras que el proceso del Euro-método tiene como base mantener un grado de consistencia con las variables macroeconómicas. No obstante, ambos modelos pueden ser totalmente complementarios, como detallaremos posteriormente.

Al objeto de no extendernos para tratar de analizar el proceso Euro-método, en el Anexo C en la sección **C.5. Definiciones preliminares proceso Eurometodo** se expone un resumen de algunos conceptos previos que es necesario considerar para comprender este proceso y en la sección **C.6. Resumen de Eurometodo con SIMOCIE** se explica en detalle el proceso utilizado.

La ventaja de contar con este proceso complementario a través de nuestro modelo es que su estudio nos permite adaptarnos a un proceso estandarizado a nivel europeo y complementar nuestra capacidad de actualizar los datos proporcionados por el Framework Input-Output por otras vías. Como ya describiremos en el Capítulo 6 una de las futuras ramas de investigación que pueden afrontarse tomando de base esta tesis doctoral es el estudio para complementar las dos propuestas de actualización de los sensores correspondientes al Marco Input-Output.

Por un lado, el proceso Eurometodo nos permite mantener una consistencia entre las variables macroeconómicas proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística, y nuestro modelo basado en la computación genética tiene como principal objetivo obtener los datos finales del Framework Input-Output de forma optimizada para cumplir unos determinados objetivos parametrizados de inicio. Este modelo está basado en una serie de reglas y funciones de ajuste de las diferentes poblaciones que vamos obteniendo, tal y como se explica en detalle en este capítulo.

Además, en nuestro modelo, frente a las consideraciones del Eurometodo, hemos partido de la hipótesis de que la tasa de crecimiento de los sectores que compran tiene una mayor influencia que la de los que venden bajo la hipótesis de que, pese a que los sectores no son consumidores perfectos, los vendedores venderán todo lo que les pidan, porque son ingresos, pero solo comprarán aquello que puedan comprar, tal y como se explica en detalle en el Anexo C. Sección **C.3. Obtención de las Tasas de Crecimiento.**

5.3.5. Módulos Generales

Hemos presentado de forma general los módulos de SIMOCIE relacionados con la parte de nuestro modelo que nos permite actualizar la información del Framework Input-Output. No obstante, SIMOCIE presenta numerosos interfaces gráficos que permiten interactuar con las diferentes capas del modelo MOCIE.

En el tercer capítulo presentamos en la Figura 3.9 algunas vistas de los diferentes interfaces disponibles en SIMOCIE. A modo de resumen destacaremos las más relevantes en esta sección. La tabla siguiente presenta los principales módulos disponibles:

Figura 5-9 Módulos Generales de SIMOCIE.

MODULOS	DESCRIPCIÓN
Framework IO	Varios módulos de acceso a los datos de los sensores relacionados con el Framework Input-Output.
Framework IO modificado	Varios módulos de acceso a los datos de los sensores relacionados con el Framework Input-Output modificado para el sector de la Defensa, segregado ya del sector de las Administraciones públicas.
Programas bajo estudio	Estos módulos permiten acceder a los datos específicos y consolidados de los programas bajo estudio dentro del sistema.
Matrices específicas	Desde varios módulos podemos tener acceso a diferentes matrices de gran utilidad como la matriz identidad formada por los 73 sectores del Framework IO nacional más el sector desagregado de defensa, la Matriz de Leontief (sin invertir) correspondiente a la matriz de Coeficientes técnicos obtenida o la Matriz Inversa de Leontief.

MODULOS	DESCRIPCIÓN
Impactos Finales	Estos módulos nos permiten acceder a la información final de resumen de los impactos económicos de los programas bajo estudio. Se incluye información sobre el Impacto Directo de Producción, el Impacto Total de Producción, el Impacto Directo en Valor Añadido, el Impacto Total en Valor Añadido, el Impacto Directo en Empleo o el Impacto Total en Empleo.
Información de Sectores	Módulos específicos que nos proporcionan información sobre el impacto económico en diferentes sectores estratégicos para la economía como los sectores considerados de alta tecnología o los sectores intensivos en conocimiento.
Visión General del Modelo	A través de diferentes interfaces podemos tener acceso desde SIMOCIE a diferentes vistas sobre nuestro modelo MOCIE, como los diferentes niveles, los usos y la visualización, la arquitectura del sistema o el modelo de toma de decisiones.
Base de datos WIOD	Uno de los sensores con los que trabaja nuestro modelo MOCIE es la Base de Datos Mundial Input Output (WIOD). A través de este interfaz accederemos a los datos nacionales Input-Output de diferentes países.
Multiplicadores	Módulos que nos proporcionan información sobre los multiplicadores de los diferentes sectores y su importancia relativa. Estos multiplicadores señalan cómo se transmite al resto de la economía la inyección de recursos económicos de las diferentes actividades asociadas a los programas bajo estudio.

MODULOS	DESCRIPCIÓN
SIMOCIE Genético	SIMOCIE genético es un subsistema de SIMOCIE que nos permite actualizar los datos del Framework Input-Output, dotando a SIMOCIE de un carácter dinámico. Sus principales módulos ya han sido descritos con anterioridad en detalle en este capítulo.
Sector de la Defensa	Un sensor principal en nuestro caso son los datos que provienen del sector de la Defensa y sus diferentes fuentes de información como la base de datos SIPRI y otros datos procedentes del Ministerio de Defensa, de las Administraciones Públicas, las Oficinas de Programas y del Instituto Nacional de Estadística.
Eurométodo	Diferentes módulos que permiten disponer de un interfaz entre SIMOCIE y el proceso Eurométodo.
Transformaciones de las Tasas de Crecimiento	Algunos de los módulos principales de SIMOCIE incluyen todas las operaciones necesarias sobre las Tasas de Crecimiento de los diferentes sectores al objeto de proporcionar el dinamismo necesario al modelo. Existen diferentes módulos que realizan estas operaciones.
Otros sensores	SIMOCIE, además, dispone de diferentes sensores como el acceso a datos económicos de los diferentes sectores institucionales, información sobre el gasto nacional de los hogares, datos nacionales de producción y explotación por ramas de actividad, datos agregados, información de las tablas de origen y destino, etc.

Fuente: elaboración propia

5.4. Computación Genética: Proceso General simplificado

En una sección anterior hemos descrito el funcionamiento de los módulos de SIMOCIE Genético, que nos detallan los diferentes interfaces de nuestro sistema para cubrir el nivel 4 de nuestro Modelo, la actualización y el mantenimiento de sensores, y en particular, de los datos del Framework Input-Output.

En esta sección describimos de forma breve como es el proceso general genético que tiene lugar y como, a través de nuestro sistema SIMOCIE, podemos dar soporte a este proceso.

En primer lugar, desde la información recibida en el nivel cero y que incluye los datos en bruto proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y otras fuentes de datos como la Base de Datos Mundial Input-Output, nuestro sistema SIMOCIE presenta una serie de interfaces que permiten importar estos datos y a través de diferentes interfaces e integrarlos en los módulos denominados como Programas bajo estudio ya identificados en la sección anterior.

Actualmente SIMOCIE ya tiene importados todos estos datos hasta el año 2010, último año de actualización del Framework IO, con lo que la importación de datos anteriores no sería necesaria.

Una vez importados los datos, debemos de considerar las diferentes fuentes de forma independiente. Recordamos que las fuentes mínimas necesarias de partida son:

- ✓ Las Tablas Input Output del año base (TIO Base).
- ✓ Las Tasas de Crecimiento para cada sector para Producción a Precios Básicos (PPB)
- ✓ Los Consumos Intermedios a Precios de Adquisición (CIPA) y
- ✓ El Valor añadido Bruto (VAB).

Las Tablas Input Output del año base se pueden obtener a través del Instituto Nacional de Estadística, pero se proporcionan cada cinco años y con varios años de demora. No obstante, podemos también acudir a las Tablas Mundiales Input-Output que nos proporcionan los datos por países para todos los años.

En el caso de las tasas de crecimiento se obtienen, normalmente, de las Cuentas de producción por ramas de explotación también publicadas por el INE. Pero estas Tasas de Crecimiento, como ya analizamos anteriormente, requieren de una transformación previa para poder continuar con el proceso.

El sistema SIMOCIE proporciona módulos específicos que permiten esta transformación de forma automática. Como ya hemos mencionado anteriormente toda esta información se encuentra actualmente integrada en el propio sistema SIMOCIE.

En este punto del proceso, debemos de incluir la información actualizada de las Tasas de Crecimiento en el módulo y proceder a importar esta información desde el modulo denominado “*Tasas de Crecimiento Iniciales*” del interfaz gráfico (para PPB, CIPA y VAB).

La información de las TIO Base deben ser importadas desde el módulo identificado como “*TIO Original actualizada*” en nuestro interfaz gráfico. Hay que tener en cuenta que el interfaz está ya preparado para importar la información de la matriz de Demandas y de Inputs Primarios.

Si fuera necesario realizar una adaptación del formato en este punto debería realizarse con anterioridad al proceso de importación. Como ya se ha mencionado el propio interfaz está precargado con los últimos datos y, por tanto, no es necesario realizara ningún tipo de transformación.

La siguiente fase del proceso está totalmente automatizada a través del uso de nuestro sistema SIMOCIE. Desde el módulo principal denominado “*Desviación*”, se tiene acceso a varios botones que nos permiten calcular los datos finales.

Este módulo tiene dos opciones de uso, que nos son excluyentes: desde nuestra población inicial, tratar de alcanzar un objetivo de desviación acumulada, o bien un número máximo de iteraciones de nuestra población para así determinar la población objetivo final, que contendrá los datos del Framework IO actualizados.

Lo más lógico es tratar de alcanzar un objetivo de desviación acumulada, si bien como puede ser que no sea alcanzable, los algoritmos están programados para que el proceso de cálculo se pare al llegar a un número máximo de iteraciones prefijado de antemano en nuestro interfaz.

Tras numerosas pruebas realizadas hemos encontrado que valores inferiores a 2.000 son objetivos razonables de desviación (y no fáciles de alcanzar, por tanto). En general para llegar a esos niveles de desviación acumulada hay que llegar a procesar varios millares de poblaciones. Finalmente describiremos las dos opciones disponibles más en detalle.

5.4.1. Número máximo de poblaciones

Lo primero es establecer el número máximo de poblaciones que vamos a obtener. Por ejemplo, 2.000 iteraciones. Debemos escribir este valor 2000 en la celda B24 de la Hoja Desviación.

El siguiente paso es pulsar el botón Reiniciar. Este botón nos ejecutará el Algoritmo de Reinicio que se detalla en el Anexo D, en la sección **D.2. Algoritmo de Reinicio**. Es especialmente importante destacar que este algoritmo realiza diversas operaciones básicas de forma automatizada como la importación de datos, el ajuste de los valores, el reinicio de los datos para proceder a obtener la primera población desde la población de origen. Este algoritmo, además, obtiene esta primera población.

El último paso es pulsar el Botón *Iteraciones*, que llevará a cabo las restantes 1999 iteraciones. Este botón nos ejecutará el Algoritmo que se detalla en el Anexo D, en la sección **D.3. Algoritmo con limite Genético el número de poblaciones**.

5.4.2. Objetivo de desviación

En esta segunda opción, lo primero que debemos establecer es el denominado *umbral de desviación acumulada* que deseamos superar. A través de nuestro interfaz establecemos este valor. Por ejemplo, 1.500.

Lo siguiente será establecer un número máximo de iteraciones, ya que puede ocurrir que no sea alcanzable el nivel de desviación acumulada deseada y tenemos que tener un valor máximo para acabar el proceso de computación genética.

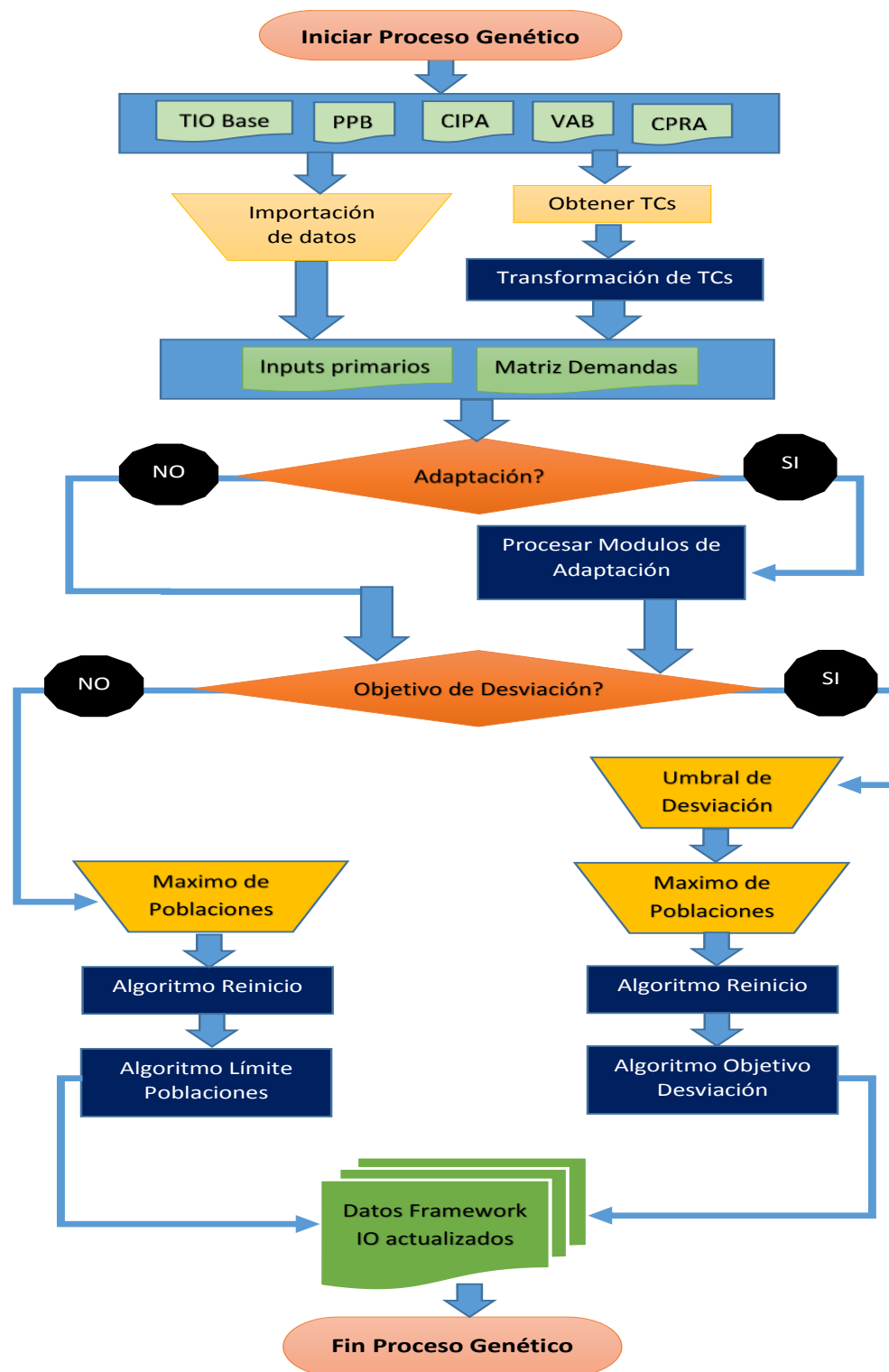
Por ejemplo, procedemos a establecer 20.000 poblaciones diferentes. Debemos escribir este valor en la celda B24 de la hoja Desviación.

El siguiente paso es pulsar el botón *Reiniciar*. Este botón nos ejecutará el Algoritmo de Reinicio que se detalla en el Anexo D, en la sección **D.2. Algoritmo de Reinicio**, como ya hemos explicado anteriormente.

El último paso es pulsar el Botón *Alcanza Objetivo*, que llevará a cabo las iteraciones necesarias, con un máximo de 20.000, hasta alcanzar el *umbral de desviación acumulada*. Este botón nos ejecutará el Algoritmo que se detalla en el Anexo D, en la sección **D.4. Algoritmo con limite Genético la desviación objetivo**. La Figura 5-10 nos muestra de forma visual el proceso completo explicado en esta sección.

Una vez obtenida la información actualizada del Framework Input-Output, y a través del interfaz general de SIMOCIE, se procede a actualizar la información en los módulos correspondientes a los programas bajo estudio y la información de partida del Framework Input-Output ya actualizada. El resto del proceso está automatizado desde nuestro sistema SIMOCIE.

Figura 5-10 Computación Genética. Proceso General Simplificado.



Fuente: elaboración propia

CAPITULO 6:

CONCLUSIONES Y

TRABAJOS FUTUROS

6. Conclusiones y Trabajos Futuros

En este capítulo se exponen las principales conclusiones de la Tesis Doctoral y algunos trabajos futuros que puedan dar continuidad a la investigación iniciada o algunas líneas de investigación relacionadas con la misma. El propósito de este capítulo, además, es que se puedan establecer las bases para posteriores tesis doctorales.

6.1. Conclusiones

Durante el desarrollo de la Tesis Doctoral se plantearon varios objetivos, en función de las diferentes áreas de investigación que cubre la tesis. En la siguiente tabla se muestra un resumen de estos objetivos.

Tabla 6-1 Objetivos y Áreas de Investigación.

AREA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS
<i>Gestión del Conocimiento</i>	<i>Presentar un nuevo Modelo de Gestión del Conocimiento para la evaluación del impacto económico de los programas públicos de inversión.</i>

AREA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS
Análisis de Impacto Económico	<i>Realizar un análisis del Impacto Económico de los programas públicos y utilizar el Modelo propuesto en un caso de estudio real de gran impacto económico.</i>
Gestión de Programas y Proyectos en el Sector de la Defensa	<i>Estudiar en profundidad como se lleva a cabo la Gestión de Programas y Proyectos en el Sector de la Defensa y proponer la incorporación del Modelo propuesto en este contexto.</i>
Análisis del Sector Económico de la Defensa	<i>Realizar un análisis del Sector Económico de la Defensa y presentar los datos del impacto económico de un gran programa de Defensa sobre la economía nacional.</i>
Computación Genética	<i>Proponer una solución complementaria para la actualización de los datos del Framework Input Output basada en Computación Genética.</i>
Programación y Arquitectura de Sistemas	<i>Desarrollar una arquitectura de la Información y un Sistema que nos permita dar soporte al Modelo de Gestión del Conocimiento propuesto.</i>

Fuente: elaboración propia

A continuación, desarrollaremos las principales conclusiones que hemos obtenido por cada una de las áreas cubiertas.

6.1.1. Conclusiones sobre la Gestión del Conocimiento

Para cumplir el primer objetivo, que cubre el área de investigación sobre la Gestión del Conocimiento, se ha propuesto un nuevo Modelo denominado MOCIE (Modelo del Conocimiento para el Impacto Económico). Nuestro trabajo de investigación se ha centrado, principalmente, en desarrollar este nuevo modelo de gestión del conocimiento que nos permite monitorizar, desde el punto de vista del impacto económico, las inversiones realizadas y tomar las decisiones más adecuadas en cada momento.

Este modelo incluye tres capas de gestión del conocimiento: la percepción de los componentes existentes en el entorno de las inversiones públicas, la comprensión de su significado en términos de impacto económico y su relación con el resto de variables macroeconómicas nacionales, y la proyección y monitorización de su estado a lo largo del ciclo de vida de los programas.

El modelo nos permite relacionar las capas de la conciencia situacional con los niveles del proceso de fusión datos en términos de impacto económico de los programas públicos de inversiones. El modelo se estructura a través de cinco niveles que permiten gestionar la información relacionada con las inversiones públicas.

El Modelo permite una capacidad de predecir los estados futuros de nuestros sistemas de inversión, por ejemplo, si nuestro programa invierte más en ciertos sectores, conocer cómo variaría nuestro impacto económico, o saber cuánto tengo que invertir en cierto sector para obtener un mayor empleo en determinados sectores estratégicos, o tener presente durante los programas qué sectores son los que reciben un mayor impacto en términos de producción, renta o empleo.

El último nivel del modelo expone el interfaz entre los analistas económicos y los sistemas de fusión de datos. Haciendo uso de estos interfaces el analista tiene acceso a la información necesaria. Además, hemos propuesto la aplicación de este modelo de gestión del conocimiento en un escenario de toma de decisiones, donde las decisiones y acciones que se llevan a cabo, y que son medidas a posteriori, varían en función del estado, que es analizado a través de los diferentes niveles del modelo.

En función de las habilidades, la formación y la experiencia de los roles que participan en el flujo de decisión, incluyendo los propios analistas económicos que hacen uso del Modelo, éstos alimentan un bucle que es soportado por el Modelo. La principal entrada del modelo son las expectativas, metas y objetivos de las misiones encomendadas para los programas bajo estudio.

A través de nuestra propuesta novedosa, podemos incorporar controles de tipo económico en los Programas públicos que nos permitan cuantificar el impacto de estos programas en la economía nacional.

6.1.2. Conclusiones sobre el Impacto

Económico

Para cumplir el segundo de los objetivos, utilizar nuestro Modelo para el análisis del Impacto Económico de una serie de programas públicos, en un caso de estudio real de gran impacto económico, hemos seleccionado una serie de programas del Sector de la Defensa.

Se trata de los programas relacionados con el mantenimiento de los aviones F18. La adquisición y el mantenimiento de los F18 han constituido un referente tanto para el Ministerio de Defensa como para la Industria del Sector de la Defensa y constituyó el inicio de la cooperación internacional industrial.

En el caso de la Defensa, en el Procedimiento para el Seguimiento y Control de los Programas, las Oficinas de Programa deben mantener actualizada la información en los sistemas corporativos y el primer día hábil de abril y octubre remiten un Informe de Gestión del programa, referido a los seis meses anteriores.

El contenido principal de este informe incluye desviaciones e incumplimientos en prestaciones, situación económica, financiera y presupuestaria, situación programática, principales riesgos y medidas de mitigación o impacto de las desviaciones e incumplimientos en prestaciones, plazos y costes.

Haciendo uso de nuestro Modelo, este informe puede proporcionar datos relacionados con el impacto económico de los programas y con diversos aspectos de interés para la economía nacional. Esta información puede permitir que los decisores tengan información de gran valor añadido sobre cómo está afectando el programa en términos económicos, de empleo, de renta, de producción o de inversión en sectores estratégicos.

En el caso particular de nuestro caso de estudio, una serie de programas de mantenimiento de los aviones F-18 durante los años 2005 a 2011, se han tomado una serie de hipótesis de partida y posteriormente se ha hecho un análisis del impacto económico en profundidad de estos programas, incluyendo una serie de estudios adicionales como el impacto en la Producción, en el Empleo y en diversos Sectores Estratégicos.

Haciendo uso de MOCIE, se ha analizado tanto el efecto directo como el efecto indirecto de estos programas. El efecto directo consiste en la producción generada por estos programas en la economía española y el efecto indirecto es el producido por los gastos necesarios para llevar a cabo las actividades de los sectores directamente afectados, y por los gastos necesarios en el resto de sectores económicos generados por las reacciones en cadena que origina el programa.

El conjunto de programas bajo estudio conlleva una gran complejidad, pues se trata de adquisiciones que engloban asistencias técnicas, consultoría, producción de sistemas, apoyo logístico, formación, construcción de materiales, desarrollo de sistemas informáticos y de comunicaciones, desarrollo de equipamiento electrónico, gestiones financieras y un largo etcétera.

Con ayuda del modelo planteado y el sistema de soporte al modelo SIMOCIE, hemos obtenido que el impacto más alto en la producción se produjo durante los años 2005 y 2006, donde se realizaron grandes inversiones, principalmente en el grupo de programas de actualización de media vida, alcanzando cifras de más de cien millones de euros.

En términos globales, incluyendo el impacto en la producción de todos los años considerados en nuestro caso de estudio y de todos los programas, el impacto total en la producción ha sido de 627,56 Millones de Euros.

Además, hemos obtenido los datos correspondientes al empleo obtenido, tanto de forma directa como indirecta. También en términos globales, incluyendo el impacto en el empleo de todos los años considerados en nuestro caso de estudio y de todos los programas, el impacto total ha sido de 3.887 empleos.

Otro aspecto analizado con nuestro modelo ha sido la importancia de la demanda final dirigida, tanto a industrias de alta tecnología, como a sectores intensivos en el uso del conocimiento, según la definición de la OCDE. Así, el impacto total en estos sectores estratégicos, ha sido de 372,89 Millones de Euros y de 1.553 empleos lo cual nos indica la importancia estratégica de este tipo de programas.

También hemos obtenido otras informaciones muy relevantes de los programas bajo estudio como su importancia relativa sobre la economía nacional. Se pueden destacar datos muy relevantes como que en el año 2006 el peso de los programas analizados representó un 0,013% de la producción nacional, un 0,01% del valor añadido y un 0,007% del empleo.

Todas estas conclusiones obtenidas nos han permitido no solamente la puesta en práctica de nuestro modelo sino también ofrecer datos de gran interés en la toma de decisiones dentro del paraguas de la gestión de los programas de Defensa.

Es importante destacar que tanto nuestro modelo como el sistema de información que lo soporta, que se han aplicado en un escenario complejo como los grandes programas del sector de la Defensa, pueden utilizarse en el marco global de los programas públicos, con las correspondientes adaptaciones de proceso y metodológicas necesarias.

6.1.3. Conclusiones sobre la industria de Defensa y sus Programas

Para cumplir los objetivos tercero y cuarto, en primer lugar se ha expuesto una visión general del sector de la industria de Defensa analizando el Sector Europeo y posteriormente el Sector en España, incluyendo unos breves análisis sobre la capacidad de exportación, la dualidad del sector, su dimensión relativa y su situación en el contexto europeo, la estructura de capital de las principales empresas, las capacidades industriales y la innovación.

Las principales conclusiones que se desprenden de nuestro estudio es que el mercado mundial de la Defensa está dominado por Estado Unidos, que factura casi el sesenta por ciento de la Facturación total, y en el año 2014 alcanzaba la cifra de casi 610.000 M\$; en segunda posición se encuentra China y en tercera Rusia.

China, junto con Arabia Saudí, son los países que están incrementando en mayor porcentaje sus inversiones, con respecto a los últimos años. Por la parte europea, El Reino Unido, Alemania y Francia lideran las inversiones globales en el sector de la Defensa.

España ocupa el puesto número 19 en el ranking mundial del gasto en Defensa, y supone un 0,7% del gasto mundial.

Una vez comparados los datos de facturación de los principales países europeos, España ocupa un lugar en el segundo escalón a mucha distancia de los países dominantes como Francia, Alemania o el Reino Unido. España representa un total del 3% de la facturación europea. Según también los datos que hemos analizado, España invierte en Defensa un 0.9 % del PIB, mientras que el 2% es el porcentaje mínimo recomendado por OTAN para todos los países miembros.

Analizadas con mayor grado de detalle las áreas más significativas de la industria de defensa, hemos encontrado que los contratistas principales tienen una presencia directa importante en varias áreas (plataformas terrestres, navales y aéreas, armas personales y munición y electrónica) y en otras áreas su presencia es secundaria (artillería, motores, misiles, espacio, servicios o ciberseguridad).

Con respecto al segundo objetivo, se han descrito los procesos de Planeamiento de la Defensa, el Planeamiento de Recursos y Concurrente y el Proceso de Adquisiciones. Además, se ha incluido un breve análisis sobre el marco de Gestión de los Programas de Defensa con una descripción de todas sus fases y de los Programas Especiales de Armamento.

Algunas de las principales conclusiones de nuestro estudio son que los programas de Defensa presentan características propias de los grandes proyectos tecnológicos en entornos muy complejos, y de ahí nace la necesidad de llevar a cabo un proceso riguroso de gestión.

Este proceso comienza con el Planeamiento y se regula posteriormente a través de una serie de normativas y fases relacionadas con la adquisición de los sistemas. Hemos procurado realizar una labor de síntesis al objeto de presentar un marco general que nos ha permitido comprender las características principales de su complejo funcionamiento.

Además, se han descrito los principales controles que se utilizan en los Programas de Defensa, incluyendo las metodologías, normas y métodos más al uso en el ámbito internacional para la gestión de proyectos, la gestión de riesgos y el aseguramiento de la calidad.

La principal conclusión es que el marco de control de los programas los constituye la propia organización que efectúa la dirección, el seguimiento y el control de los programas, donde destaca el papel de las Oficinas de Programas.

Tanto desde la función de Dirección, como de la de Seguimiento y Control se llevan a cabo controles de tipo económico. Es en este punto donde enlazamos con los siguientes objetivos de nuestro trabajo, que incluyen la introducción de nuestro modelo MOCIE que nos permite medir el impacto económico de un programa de Defensa a lo largo de todo su ciclo de vida.

6.1.4. La Arquitectura de Sistemas y la Computación Genética

El objetivo quinto fue planteado a la hora de hacer uso de nuestro modelo MOCIE y encontrar que, debido a su complejidad, debíamos de construir un sistema de información que nos diera soporte a dicho modelo. Los diferentes niveles del modelo, desde el nivel uno, precisaban de un soporte automatizado.

La cantidad de datos a gestionar en un gran programa público de inversiones es considerable y la obtención de los datos relacionados con el impacto económico precisa de la implementación de diversos modelos matemáticos y de la implementación de multitud de cálculos que hacen que su solución sea un problema bastante complejo. Por esta razón, desarrollamos una arquitectura de sistemas de información que nos proporciona una visión global de la problemática a abordar.

La descomposición de nuestro modelo MOCIE por niveles nos ha permitido implementar esta arquitectura de manera mucho más precisa. El sistema de información que hemos desarrollado basado en esta arquitectura, denominado SIMOCIE, permite trabajar con los diferentes niveles, desde el nivel cero y su conexión con los diferentes sensores como las oficinas de los programas de inversión o la información de la economía nacional proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística.

Nuestro sistema automatiza diferentes aspectos de soporte a la sensibilidad de nuestro modelo como la integración de toda la información y la resolución de los problemas de adaptación (por ejemplo, los cambios de moneda, las actualizaciones de precios, la precisión de los datos) o las diferencias en la presentación de formatos de salida. Esto garantiza la obtención de información estandarizada que pueda ser operada por un modelo matemático completo.

Además, hemos implementado en nuestro sistema MOCIE diversas capacidades para predecir los estados futuros de nuestros sistemas de inversión a través del mantenimiento de reglas y sensores, como la actualización de datos Input-Output a nivel nacional. Por último, el SIMOCIE presenta una interfaz entre el analista económico y el sistema de fusión de datos que permite a éste operar con la información obtenida en los diferentes niveles del modelo.

El objetivo sexto que nos planteamos durante el desarrollo de la Tesis fue el encargado de proporcionar un dinamismo a nuestro sistema SIMOCIE. Este dinamismo nos permite obtener datos actualizados que no es posible por métodos directos. La principal complejidad a la que nos enfrentamos en este punto fue la actualización de la información del marco Input-Output proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística.

Una vez analizada la problemática optamos por la Computación Genética, pues nos permitía resolver este tipo de problemas a los que nos enfrentábamos: la optimización de una población en un escenario donde disponíamos de un dominio acotado y una función a maximizar.

La primera base que fundamentó nuestra propuesta es que podríamos considerar este marco como el comportamiento de la población española, en términos macro económicos, durante un periodo determinado. Al final y al cabo, el Framework proporcionado nos da una información sobre los sectores económicos que compran y venden a otros sectores y representa el comportamiento de una población. Para modelizar este comportamiento hemos sustentado nuestra propuesta en que la tasa de crecimiento del sector que compra tiene una mayor influencia que la del que vende.

A través del uso de la Computación Genética podemos actualizar la información proporcionada por uno de los principales sensores de nuestro modelo, los datos del Framework Input-Output proporcionados por el INE. Además, hemos implementado interfaces en nuestro sistema de soporte al modelo, SIMOCIE, para actualizar esta información mediante el proceso Eurometodo, estandarizado a nivel Europeo. Este desarrollo nos ha permitido dotar del dinamismo que necesitamos en nuestro modelo.

6.2. Trabajos Futuros

Algunas de las líneas de trabajo futuro que puede considerarse para dar continuidad a las investigaciones llevadas a cabo durante el desarrollo de esta Tesis Doctoral son:

- ✓ Complementar el uso de nuestra propuesta de computación genética con otras alternativas para el análisis de impacto económico que permita realizar comparativas y, a través de un proceso de toma de decisiones como el expuesto en esta tesis, los analistas financieros puedan realizar análisis específicos sobre las diferentes características que aportan cada una de las diferentes propuestas y permitir la integración en SIMOCIE de cada una de las diferentes alternativas para utilizar la más adecuada en cada momento.

- ✓ Integrar nuestro modelo de gestión del conocimiento en los procesos públicos de contabilidad analítica. Esta línea de investigación podría incluir la realización de estudios específicos que nos permitan integrar los valores de impacto económico en los procesos contables. Esta propuesta podría incluir el desarrollo de interfaces entre ambos procesos. Estos interfaces podrían disponer de capacidades para la incorporación en MOCIE de datos contables y que desde MOCIE se puedan incorporar datos de interés para la contabilidad.

- ✓ Diseñar, desde nuestro modelo MOCIE y el sistema de soporte SIMOCIE un Cuadro Integral de Mandos que nos proporcione datos de relevancia de todos los programas públicos integrados en un mismo portfolio. En la actualidad SIMOCIE tiene soporte para la evaluación de una serie de programas públicos, pero si nuestro objetivo es la aplicación sistemática de nuestro modelo a todos los programas públicos de una determinada área o entidad pública que gestione decenas o centenas de programas deberíamos realizar un cambio desde el punto de vista de la arquitectura técnica de sistemas. Básicamente nuestra arquitectura de referencia sería la misma, pero la arquitectura técnica variaría con la incorporación de bases de datos y el desarrollo de interfaces gráficos que nos permitan incorporar nuevas capacidades.

- ✓ Nuestra tesis ha incluido un análisis muy específico en el sector de la Defensa, pero nuestra propuesta general de Gestión del Conocimiento sobre el impacto económico puede ser aplicada en otros entornos y sectores. Un estudio específico aplicado a otros sectores u entornos podría constituir también una investigación adicional complementaria a esta tesis.

- ✓ Incorporar, dentro de la gestión por tolerancias propuestas por las buenas prácticas internacionales de gestión de proyectos, controles de tipo económico. Esta propuesta podría incluir el estudio de tolerancias específicas de tipo económico relacionadas con diferentes aspectos que se consideren

críticos en función de la tipología de los programas de inversión que sean analizados. A través de nuestro modelo MOCIE se podrían incluir módulos específicos que nos proporcionen información sobre si dichas tolerancias han sido sobrepasadas y en ese caso desarrollar diferentes alarmas que permitan que los decisores reciban esta información valiosa para poder tomar las decisiones más adecuadas en cada momento.

- ✓ En línea con la anterior propuesta, podría ser interesante realizar un estudio sobre cómo aplicar nuestro modelo propuesto para la gestión del conocimiento en las políticas públicas de tipo económico de forma que éstas establezcan una serie de objetivos de alto nivel relacionados con el impacto económico de los programas públicos y nuestro sistema de soporte permita monitorizar el cumplimiento de dichos objetivos a lo largo de todo el ciclo de vida de los mismos.

BIBLIOGRAFIA DE LA TESIS DOCTORAL

Bibliografía

Alcaide (1996): “*Contabilidad Regional de las autonomías españolas: un modelo simplificado*”. Papeles de Economía Española. FUNCAS. N° 67, 1996.

Andrew y William (2011): *Handbook of Systems Engineering and Management*. ISBN 9781118210000. John Wiley & Sons, 2011.

Back (1996): *Evolutionary Algorithms in Theory and Practice: Evolution Strategies, Evolutionary Programming and Genetic Algorithms*: Oxford University Press, USA.

Barker, Page y Meyer (2002): “*Evaluating the Impact of the 2000 America’s Cup on Auckland, New Zealand*”, *Event Management*, 7, 2, 79-92.

Batista y Rodríguez (2004): *Revista iberoamericana de contabilidad de gestión*, Joao Batista Barros da Silva Filho, Ricardo Rodríguez González. ISSN 1696-294X, N° 4, pags. 117-148, 2004

Beck (2000): *Extreme Programming Explained. Embrace Change*, Pearson Education, 1999. Traducido al español como: Una explicación de la programación extrema. Aceptar el cambio, Addison Wesley, 2000.

Beth (2009): *CMMI: Guía Para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos*. Beth Mary. ISBN8478290966. Pearson Education, 2009

Blanco-Rojo y Sarabia-Alegría (2000). *Nuevo paradigma, nuevos requerimientos gerenciales*. Beatriz Blanco Rojo, María Sarabia Alegría. Anales de economía y administración de empresas, ISSN 1135-1942, N°. 8, 2000, págs. 147-168

Bonnefoy (2005): *Indicadores de Gestión del Desempeño y el Cuadro de Mando Integral*. Curso Seminario “Presupuesto y Control de la Gestión pública”. Contraloría General de a República. San José Costa Rica, 2005.

Brent (2003): *A Project Manager's Guide to Passing the Project Management Exam*. Control and Limits. pp 143. Brent Knapp, Brent W. Knapp. ISBN 9780972665674. 2003.

CMI-Canada (2004): *Performance Measurement, a critical element in transformation of the Canadian Forces*. Canadian Forces College. Gillis, L., G., (Colonel), 2004.

CMI-UK (2009): *Annual Report and Accounts*, Vol. 1, 2008-2009. Ministry of Defense, United Kingdom, 2009.

CMI-USA (2005): *U.S. Army. A Balanced Scorecard Hall of Fame Profile*. Harvard

Business Publishing Newsletters, 12 pages. Prod. #: 1371-PDF-ENG.

Publication date: Oct 15, 2005.

Cohen, Lenzen y Schaeffer (2005): *Energy Requirements of Households in Brazil*.

Energy Policy, 55, 555–562

CRAMM (2003): *CCTA Risk Análisis and Management Method (CRAMM)*,

Version 5.0. CCTA - Central Computing and Telecommunications Agency,

2003

Crompton, Lee y Shuster (2001): “*A Guide for Undertaking Economic Impact*

Studies: The Springfest Example”, Journal of Travel Research, 40, 79-87.

Cuaderno nº 3 PIDEF (2010): *La cooperación industrial. Lecciones aprendidas y*

Propuestas de futuro. Cuaderno nº 3. Serie Naranja. Política Industrial de

Defensa. Secretaría de Estado de Defensa / ISDEFE. Ministerio de Defensa

2010. Consultado el 10 de mayo de 2015.

[http://www.infodefensa.com/?documento=cuaderno-5-de-la-serie-naranja-de-](http://www.infodefensa.com/?documento=cuaderno-5-de-la-serie-naranja-de-politica-industrial-de-la-defensa)

[politica-industrial-de-la-defensa](http://www.infodefensa.com/?documento=cuaderno-5-de-la-serie-naranja-de-politica-industrial-de-la-defensa)

Cuaderno nº 4 PIDEF (2011): *Metodología tablas input – output para defensa.*

Cuaderno nº 4. Serie Naranja. Política Industrial de Defensa. Secretaría de Estado de Defensa / ISDEFE. Ministerio de Defensa. 2011. Consultado el 10 de mayo de 2015.

<http://www.infodefensa.com/?documento=cuaderno-4-de-la-serie-naranja-de-politica-industrial-de-la-defensa>

Cuaderno nº 5 PIDEF (2011): *Análisis y conclusiones tablas input – output para*

defensa. Cuaderno nº 5. Serie Naranja. Política Industrial de Defensa. Secretaría de Estado de Defensa / ISDEFE. Ministerio de Defensa 2011. Consultado el 10 de mayo de 2015.

<http://www.infodefensa.com/?documento=cuaderno-5-de-la-serie-naranja-de-politica-industrial-de-la-defensa>

Cuaderno nº 1 PIDEFSA (2011): *Criterios básicos para el establecimiento de la*

política industrial de defensa. Cuaderno nº 1. Serie Azul. Política Industrial de Defensa. Secretaría de Estado de Defensa / ISDEFE. Ministerio de Defensa 2011.

Cuaderno nº 2 PIDEFSA (2011): *Los cuatro ejes de la intervención del estado en el*

sector de la industria al servicio de la defensa. Cuaderno nº 2. Serie Azul. Política Industrial de Defensa. Secretaría de Estado de Defensa / ISDEFE. Ministerio de Defensa 2011.

Cuaderno nº 3 PIDEFSA (2011): *Fundamentos económicos del mercado de la industria de defensa. Los cuatro ejes de la intervención del estado en el sector de la industria al servicio de la defensa*. Cuaderno nº 3. Serie Azul. Política Industrial de Defensa. Secretaría de Estado de Defensa / ISDEFE. Ministerio de Defensa 2011.

Cuaderno nº 4 PIDEFSA (2011): *Fundamentos de Derecho*. Cuaderno nº 4. Serie Azul. Política Industrial de Defensa. Secretaría de Estado de Defensa / ISDEFE. Ministerio de Defensa 2011.

Cuaderno nº 5 PIDEFSA (2011): *El Régimen Jurídico de la Industria de Defensa*. Cuaderno nº 5. Serie Azul. Política Industrial de Defensa. Secretaría de Estado de Defensa / ISDEFE. Ministerio de Defensa 2011. Consultado el 10 de febrero de 2015.

http://publicaciones.defensa.gob.es/docs/default-source/publicacionespdf/cuaderno_isdefe_05.pdf?sfvrsn=4

D5000.1 (2007): *Directiva del Ministerio de Defensa de los Estados Unidos sobre la Logística del proceso de adquisición de sistemas de armas* del 27 de noviembre de 2007

Darwin (2007): *Descent of Man: Nuvision Publications*

Davenport, De Long y Beers (1997): “*Building Successful Knowledge Management Projects*”. Managing the Knowledge of the Organization. 1997 Ernst & Young LLP.

DDN (2008): *Directiva de Defensa Nacional 2008*. Directiva de Defensa Nacional 1/2008, promulgada el 30 de diciembre de 2008.

Dennis (2007): *Project Management with the IBM Rational Unified Process: Lessons from the Trenches*. R. Dennis Gibbs. ISBN 9780321336392. Prentice Hall Professional, 2007

DPD (2009): *Directiva de Política de Defensa 2009*. Directiva de Política de Defensa promulgada en enero de 2009.

Duchin (1992): *Industrial Input–Output Analysis: Implications for Industrial Ecology*. Proceedings of the National Academy of Science of the USA, 89, 851–855.

Eurostat IO (2008): *Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables: 2008 Edition*. ISBN 9783844375114. European Commission. LAP Lambert Acad. Publ., 2011

FAIR (2008): 1. *Improving Risk Decisions*. J. Jones. Risk Management Insight, 2008. 2. *Risk Evolution Part II*. J. Jones. Risk Management Insight, 2008.

Fogel (2000): *What is evolutionary computation?* Spectrum, IEEE, 37(2), 26, 28-32.

Fogel (2006): *Evolutionary Computation: Toward a New Philosophy of Machine Intelligence*, IEEE Press, Piscataway, NJ. Third Edition

Fonfría y Duch-Brown (2014): “*Explaining export performance in the Spanish defense industry*”, Fonfría, A. and Duch-Brown, N. Defence and Peace Economics. Vol. 5, nº 1, pp. 51-67.

Fonfría y Pérez-Forniés (2013) *Lecciones de Economía e Industria de la Defensa*. Cívitas- Thomson Reuters.

Fontela-Montes y Rueda-Cantuche (2005): “*Linking cross-impact probabilistic scenarios to Input-Output models.*” Revista de Economía Mundial 13, 2005, 99-112.

Franklin y White (1987): *Data Fusion Lexicon*, JDL, Technical Panel for C3, Data Fusion Sub.

Fuentes INE (2015) *Fuentes estadísticas en el Portal Marco Input – Output del INE*.

Consultado y actualizado en Febrero de 2015.

Goicolea, Herce y Lucio (1998): “*Regional integration and growth: The Spanish case*”. Documento de trabajo 98-14. FEDEA.

Goldberg (1989): *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA

González (2010): “*Impacto económico de los hoteles: Aplicación a la ciudad de Sevilla*”, PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural, 2, 319-338.

Heijungs y Suh (2002): *The Computational Structure of Life Cycle Assessment*. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

Heradio, Fernandez-Amorós, De la Torre y Abad (2012). *Exemplar driven development of software product lines*. Expert Systems with Applications, 19(17): 12885-12896, 2012.

Heradio, Fernandez-Amorós, Cabrerizo and Herrera-Viedma (2012). A review of quality evaluation of digital libraries based on users perceptions. Journal of Information Science, 38(3):269-283, 2012.

Herderson (1955): “*El método del factor-producto: Una aplicación del mismo a la economía italiana*”, *Moneda y Crédito*, 54, 3-25.

Hill (1975): “*The Economic Impact of the Port of Baltimore and Maryland. Division of Transport, Business and Public Policy*”, College of Business and Management, University of Maryland.

I2 (2011): *Instrucción 2/2011, de 27 de enero, del Secretario de Estado de la Defensa, por la que se regula el proceso de Planeamiento de los Recursos Financieros y Materiales.*

I67 (2011): *Instrucción 67/2011, de 15 de septiembre, del Secretario de Estado de la Defensa, por la que se regula el proceso de Obtención de Recursos Materiales.*

Ibi, E y Onrubia (2015) *Economía de la Gestión Pública. Cuestiones Fundamentales.* Ed Universitaria Ramón Areces. Madrid

IDE (2006): *Asian International Input–Output Table 2000 Volume 1.* Explanatory Notes. Statistical Data Series, No. 89, Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization.

Jones (2006): *Integrated Logistics Support Handbook*. ISBN 9780071471688. McGraw-Hill Prof Med/Tech, 2006.

Jim y James (2009): *Agile Project Management: Creating Innovative Products-* ISBN 9780321658395. Pearson Education, 2009

Kasimati (2003): “*Economic Aspects and the Summer Olympics: A Review of Related Research*”, *International Journal of Tourist Research*, 5(6), 433-444.

Keith (2007): *Agile project management: running PRINCE2 projects with DSDM Atern*. Keith Richards, OGC - Office of Government Commerce. The Stationery Office Series, 2007. ISBN 9780113310586

Koontz y Weihrich (1996): “*Administración, una perspectiva global*”. Mc Graw Hill –10ª edición-1996.

Lenzen (2011): *Aggregation versus disaggregation in Input–output analysis of the environment*, *Economic Systems Research*, 23:1, 73-89, DOI: 10.1080/09535314.2010.548793

Lenzen, Gallego y Wood (2006): *A Flexible Approach to Matrix Balancing under Partial Information*. *Journal of Applied Input–Output Analysis*, 11&12, 1–24

Lenzen, Pade y Munksgaard (2004): *CO2 Multipliers in Multi-Region Input–Output Models*. Economic Systems Research, 16, 391–412.

Lenzen, Kanemoto, Moran, y Geschke. (2012): *Mapping the Structure of the World Economy*. Environmental Science & Technology 46(15): 8374-8381.

Leontief (1936): “*Quantitative Input and Output Relations in the Economic Systems of the United States*”. The Review of Economic Statistics, 18(3), 105-125.

Leontief (1941): “*The Structure of American Economy, 1919-1929: An Empirical Application of Equilibrium Analysis*”, Harvard University Press.

Leontief (1951): “*The Structure of American Economy, 1919-1939*”. Oxford University Press, Nueva York.

Leontief (1974): “*Structure of the World Economy: Outline of a Simple Input-Output Formulation.*” American Economic Review 64, no.6 (December 1974): 823-34.

Leontief (1986) “*Input – Output Economics*”; Oxford University Press: New York, 1986.

Leontief, Carter y Petri (1977): “*The Future of the World Economy.*” New York: Oxford University Press.

Llano, (2004): “*The Interregional Trade in the Context of a Multiregional Input-Output Model for Spain*”. Estudios de Economía Aplicada Vol. 22 - 3, 539-576.

Loermans (2002): “*Synergizing the learning organization and knowledge management*”, Journal of Knowledge Management, Vol. 6 Iss: 3, pp.285 – 294

MAGERIT (2006): *Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información, versión 2*. F. López, M.A. Amutio, J. Candau y J.A. Mañas, Ministerio de Administraciones Públicas, 2006.

Malhotra (1998): *Knowledge Management, Knowledge Organizations & Knowledge Workers: A View from the Front Lines* [WWW document]. URL: <http://www.brint.com/interview/maeil.htm>

Martí, Puertas y Fernández (2009): “*Metodología para el análisis de impacto portuario: Aplicación a los puertos de Gandía*”, Sagunto y Valencia, Fundación Valenciaport.

Metrica3 (2012): *Metodología para el desarrollo de Sistemas de Información*.

Ministerio de Administraciones Públicas. Consultado el 3 de junio de 2015

Michalewicz y Fogel (2000): *How to Solve It: Modern Heuristics*: Springer Verlag.

Miller y Blair (1985) *Input–Output Analysis: Foundations and Extensions*.

Englewood Cliffs, NJ. Prentice-Hall.

Moreno, López-Bazo, Vayá y Artís (1999): “*External effects and costs of production*”. En “*New advances in spatial econometrics*”, L. Anselín & R.

Florax.

MSP (2007): *Managing Successful Programmes (MSP)*. ISBN 9780113310401. The Stationery Office. 2007

NATO-HB (1989): *Handbook on the Phased Armaments Programming System (PAPs)*, NATO Allied Administrative Publication. AAP-20. 1989.

NATO-LHB (1997): *NATO Logistics Handbook*, NATO Allied Administrative Publication. Third Edition. 1997. Consultado el 2 de Unio de 2012.

<http://www.nato.int/docu/logi-en/logist97.htm>

OCTAVE (2007): *Introducing OCTAVE Allegro: Improving the Information Security Risk Assessment Process*, R. Caralli, J. Stevens, L. Young, W. Wilson, Carnegie Mellon University, 2007.

Onrubia (2011): *Presupuestación orientada a resultados en un marco organizativo de la gestión pública descentralizado*. Onrubia, J. *Nota d'Economia*, 99: 33-52. (2011).
http://economia.gencat.cat/web/.content/70_economia_catalana/arxiu/jorge_onrubia_ne_99_esp.pdf

Oudot (2006): *Renegotiation of defense procurement contracts: the role of informal decision-making*. Paris: *Analyse théorique des organisations et des marchés*, University Paris I, working paper n° 8, 2006.

Oudot (2010): *Performance and Risks in the Defense Procurement Sector*. *Jnl Publ. Pol.*, 30, 2, 201-208. Cambridge University Press, 2010.

PECAL-169 (2001): *PECAL-169: Guía OTAN para el uso de la PECAL-160, edición 2001*. ISBN 9788497810579. Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, 2003

PECAL-2105 (2007): *PECAL-2105: Requisitos OTAN para planes de calidad entregables*. ISBN 9788497813563. Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, 2007

PECAL-2210 (2008): *PECAL-2210: Requisitos OTAN de aseguramiento de la calidad del software, suplementarios a la PECAL 2110*. ISBN 9788497813921. Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, 2007

Pedregal, Perez and Sánchez-Fuentes (2014): *A Toolkit to Strengthen Government Budget Surveillance*. Hacienda Pública Española/Review of Public Economics, 211 (4), 117-146. 2014.

Perez-Forniés (2001): *Aspectos económicos de la seguridad y defensa: la economía de la defensa*. Claudia Pérez Forniés. Introducción a los estudios de seguridad y defensa / coord. por Carlos de Cueto Nogueras, Javier Jordán, 2001, ISBN 84-8444-278-0, págs. 139-154.

Pérez-Pérez, Sanaú, Sanz-Villarroya y Cámara (2013): *Efectos económicos de la energía eólica en Aragón, 1996-2012* (con José Aixalá, Luis Pérez y Jaime Sanaú) en "*Energía-industria-empleo: metodología Input/Output*" (coordinadores: Eloy Álvarez Pelegry y Ana Carmen Díaz Mendoza), Publicaciones de la Universidad de Deusto, págs. 83-94. ISBN: 978-84-9830-419-0.

Peters, Weber, Guan y Hubacek (2007): *China's Growing CO2 Emissions – A Race between Increasing Consumption and Efficiency Gains*. Environmental Science & Technology, 41, 5939–5944.

Peters, Andrew y Lennox (2011): *Constructing an environmentally-extended multi-regional input–output table using the GTAP database*, Economic Systems Research, 23:2, 131-152

Poppendieck (2003). *Lean Software Development: An Agile Toolkit for Software Development Managers*. Addison Wesley. 2003.

PRINCE2 (2009): *Managing successful projects with PRINCE2*. ISBN 9780113310593. The Stationery Office. 2009

Prusak (1996): *“Knowledge in Organizations”*. Business management Knowledge Reader Series. Resources for the knowledge-based economy. Editor Elsevier, 1997.

Puertas-Medina, Martí-Selva y Calafat-Marzal (2012): *“Tourist spending economic impact: low cost versus traditional companies.”* Revista de Economía Mundial 32, 51-71.

Robert y David (1996): *The balanced scorecard: translating strategy into action*.

ISBN 9780875846514. Harvard Business Press, 1996.

Sánchez-Fuentes and Martínez (2011): *Optimization in non-standard problems. An application to the provision of public inputs*. Computational Economics, 37 (1) 13-38 (2011).

Sánchez-Ruiz, Blanco-Rojo y Pérez-Labajos (2012) *Lean Management: Un estudio bibliométrico*. Lidia Sánchez Ruiz, Beatriz Blanco Rojo, Carlos A. Pérez Labajos. Tiempo de Gestión, ISSN-e 1853-6646, N°. 15, 2013, págs. 9-28.

Schwaber, Beedle y Martin (2011): *Agile Software Development with SCRUM*. Prentice Hall. 2001.

SIPRI Industry Database (2013): *SIPRI Arms Industry Database*, retrieved December 2015

SIPRI (2014): *Military expenditure by country, 1988-2014* (2014).

SIPRI-NATO (2014): *Military expenditure by NATO country, 1988-2014* (2014).

Soza-Amigo y Ramos-Carvajal (2011): “*The aggregation in the Input-Output model: a review from the perspective of the branches that do not join*”.

Revista de Economía Mundial 28, 247-276.

Steinberg, Bowman y White (1998): “*Revision to the JDL Fusion Model*”,

Proceedings of the 3rd NATO/IRIS Conference, Quebec City, Canada, 1998

Su, Huang, Ang y Zhou (2010): *Input–Output Analysis of CO2 Emissions Embodied in Trade: The Effects of Sector Aggregation*. Energy Policy, 32, 166–175.

Timmer (2012): *The World Input-Output Database (WIOD), Contents, Sources and Methods*. European Commission.

TIO-INE (2015): *Portal del marco input – output del Instituto Nacional de Estadística*. Consultado y actualizado en febrero de 2015.

Tomassini (1995): *A survey of genetic algorithms*. Annual Reviews of Computational Physics, III: 87-118

Tucker, Poliakov, Heijungs, Hawkins, Neuwahl, Rueda-Cantuche, Giljum, Moll, Oosterhaven y Bouwmeester (2009): *Towards a Global Multi-Regional Environmentally Extended Input–Output Database*. Ecological Economics, 68, 1928–1937.

Valiño A. (1992) "*El gasto público en defensa: Análisis comparado*". Hacienda Pública Española, nº 120-121, pp 43-59.

Valiño, A. (2001) "*Defence Spending in Spain*". Defence and Peace Economics. Vol 12, number 5, pp. 395-416.

Valiño, A. (2015) "*Evolución reciente del Presupuesto y el Gasto Español en Defensa*" Cuadernos de Información Económica 248. Septiembre /octubre. pp. 49-59

White (1988): *A model for data fusion*. In Proc. of 1st National Symposium for Sensor Fusion, volume 2, 1988.

Whitley (1994): *A genetic algorithm tutorial*. Statistics and Computing 4, 65–85.

Wiedmann (2009): *A Review of Recent Multi-Region Input–Output Models used for Consumption-Based Emissions and Resource Accounting*. Ecological Economics, 69, 211–222.

Wiedmann, Lenzen, Turner y Barrett (2007): *Examining the Global Environmental Impact of Regional Consumption Activities – Part 2: Review of Input–Output Models for the Assessment of Environmental Impacts Embodied in Trade*. Ecological Economics, 61, 15–26.

ANEXOS (A->D) DE LA TESIS DOCTORAL

ANEXO A. Acrónimos

ACIs - Acuerdos de Cooperación Industrial

AJEMA - Jefe del Estado Mayor de la Armada

CCGG - Cuarteles Generales

CEM - Concepto de Estrategia Militar

CIPA - Consumos Intermedios a Precios de Adquisición

CIPB - Consumos Intermedios a Precios Básicos

CIS - Sistemas de Información y Comunicaciones

CLAEX - Centro Logístico de Armamento y Experimentación

CMI - Cuadro de Mandos Integral

CMM - Common Maturity Model

DDN - Directiva de Defensa Nacional

DDP - Directiva de Programa

DDR - Documento de Definición de Requisitos

DDV - Documento de Viabilidad

DGAM - Dirección General de Armamento y Material

DI- Demanda Intermedia

DIGENECO - Dirección General de Gestión Económica

DIGENIN - Dirección General de Infraestructuras

DF – Demanda Final

DGIO – Diferencia Global Input-Output

DNF - Documento de Necesidad Funcional

DNO - Documento de Necesidad Operativa

DPD - Directiva de Política de Defensa

DS – parámetro Diferencia entre Sectores

EDD - Especificaciones de Diseño

EDP - Especificaciones de Producción

ESDC - Estructura de Desglose de Costes

ESDP - Estructura de Desglose del Producto

ESDT - Estructura de Desglose de Trabajos

FMS - Foreign Military Sales

ILS - Soporte Logístico Integrado

IMP - Importaciones

INE - Instituto Nacional de Estadística

INSP - Impuestos netos sobre los productos

INTA - Instituto de Tecnología Aeroespacial

IO – Input-Output

ITM - Instituto Tecnológico de la Marañosa

JEMA - Jefe del Estado Mayor del Ejército del Aire

JEMAD - Jefe de Estado Mayor de la Defensa

JEME - Jefe del Estado Mayor del Ejército de Tierra

MIRADO - Material, Infraestructura, Recursos Humanos, Adiestramiento, Doctrina
y Organización

MOCIE- Modelo del Conocimiento para el Impacto Económico

MLU- Mid Life Upgrade

MSP - Metodología de Gestión de Programas

OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OEM - Objetivo de Estado Mayor

ORM - Objetivos de Recursos Materiales

OT – Oferta Total

OTAN - Organización del Tratado del Atlántico Norte

PEA - Programas Especiales de Armamento

PIB - Producto Interior Bruto

POCAM - Propuesta de Objetivo de Capacidades Militares

PPB - Producción a Precios Básicos

PRINCE2 - Project In Control Environments

PROCAM - Proyecto Objetivo de Capacidades Militares

REM - Requisitos de Estado Mayor

RUP – Rational Unified Process

SEDEF - Secretario de Estado de Defensa

SEI - Software Engineering Institute

SIMOCIE- Sistema de Información de soporte al Modelo del Conocimiento para el

Impacto Económico

SIPRI - Instituto Internacional de Estudios para la Paz de Estocolmo

SUBDEF - Subsecretario de Defensa

TC – Tasas de Crecimiento

TIO - Tablas Input - Output

VAB - Valor Añadido Bruto

XP – Extreme Programming

ANEXO B. Glosario de Términos

B1. MOCIE

MOCIE es el Modelo del Conocimiento para el Impacto Económico. Es un modelo original propuesto por este trabajo de investigación para gestionar el conocimiento del impacto económico de las inversiones públicas.

B2. SIMOCIE

SIMOCIE es el Sistema de Información de soporte al MOCIE (el Modelo del Conocimiento para el Impacto Económico).

B3. Coeficientes técnicos

Indican la proporción de la producción del sector correspondiente que proviene de cada uno de los otros sectores. En otras palabras, lo que compra el sector j al sector i respecto a la producción del sector j . Al mismo tiempo, nos indica cuantas unidades de i necesita comprar j para producir una unidad de su output. SIMOCIE dispone de un módulo específico para obtener los Coeficientes técnicos de un programa de inversión, que es considerado como un sector virtual de la economía.

B4. Consumos intermedios

Representan el valor de los bienes y servicios consumidos como inputs en un proceso de producción, excluidos los activos fijos, cuyo consumo se registra como consumo de capital fijo.

Los productos utilizados como consumos intermedios se deberán valorar a los precios de adquisición y registrar en el momento en que se incorporan al proceso productivo. En la práctica, las unidades de producción no utilizan este criterio de registro, puesto que se contabilizan de un lado las adquisiciones destinadas a ser utilizadas como inputs y por el otro las variaciones de existencias de estos bienes.

En consecuencia, los consumos intermedios se deben estimar por la diferencia entre las adquisiciones y las variaciones de existencias de los bienes destinados a consumos intermedios.

A través del uso de SIMOCIE se obtienen los consumos intermedios de un programa de inversión, que es considerado como un sector virtual de la economía.

B5. Demanda final

Está formada por bienes o servicios públicos o privados para consumo, inversión o para exportación. Desde otro punto de vista, es igual al gasto bruto de la economía o empleo de los recursos. La demanda es considerada por nuestro Modelo MOCIE, donde cada programa de inversión es considerado como un sector virtual que demanda bienes o servicios para su propio consumo.

B6. Exportaciones e importaciones

Las exportaciones (importaciones) de bienes y servicios son operaciones mediante las cuales los residentes (no residentes) suministran bienes y servicios a los no residentes (residentes).

Las importaciones y exportaciones de bienes tienen lugar cuando hay cambio de propiedad de los bienes entre residentes y no residentes (con independencia de que se realicen los correspondientes movimientos físicos de los bienes a través de la frontera).

Las exportaciones (importaciones) de servicios comprenden todos los servicios prestados por residentes (no residentes) a no residentes (residentes). Se incluyen, entre otros, los gastos de turistas no residentes (exportaciones) y los gastos de residentes al exterior (importaciones).

Las importaciones y exportaciones en nuestro Modelo MOCIE se consideran por cada programa de inversión de forma individual, donde cada programa de inversión es considerado como un sector virtual que importa bienes o servicios para su propio consumo.

B7. Valor añadido bruto y producto interior bruto

El valor añadido o valor generado por toda unidad dedicada a una actividad productiva es uno de los saldos más importantes del sistema. Se calcula como diferencia entre la producción y los consumos intermedios. El valor añadido se puede calcular incluyendo o no el consumo de capital fijo, es decir, bruto o neto.

Dado que la producción se valora a precios básicos y los consumos intermedios a precios de adquisición, el valor añadido no incluye los impuestos menos las subvenciones sobre los productos.

El producto interior bruto (a precios de mercado) es el resultado de agregar el valor añadido bruto del conjunto de ramas de actividad y los impuestos netos sobre productos. Esta variable es considerada de forma global en nuestro modelo MOCIE y se obtiene desde los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística.

B8. Eurometodo

El Eurometodo es una metodología aprobada por Eurostat en 2008, para la actualización de tablas simétricas a precios básicos. MOCIE dispone de un interfaz para la aplicación de este método, que está bastante estandarizado a nivel Europeo. Además, el sistema SIMOCIE dispone de módulos específicos que permiten hacer uso de este método.

B9. Producción

La producción es una actividad realizada bajo el control y la responsabilidad de una unidad institucional que utiliza mano de obra, capital y bienes y servicios, para producir otros bienes y servicios. La producción no abarca los procesos puramente naturales que tienen lugar sin la intervención o la dirección humana. El sistema SIMOCIE obtiene el impacto directo e indirecto de un programa de inversiones sobre la producción.

B10. Precio básico

Es el precio que los productores reciben de los compradores por cada unidad de un bien o servicio producido, restando cualquier impuesto a pagar y añadiendo cualquier subvención a recibir por la producción o venta de dicha unidad (es decir, descontando los impuestos sobre los productos y sumando las subvenciones a los productos).

Excluye los gastos de transporte facturados por separado por el productor. Incluye los márgenes de transporte que el productor consigna en la misma factura, aunque constituyan una partida diferenciada de ésta. El sistema SIMOCIE dispone de módulos específicos que permiten obtener la información sobre el impacto de los programas de inversión considerando los precios básicos.

B11. Producto interior bruto a precios de mercado (PIB)

El producto interior bruto a precios de mercado es el resultado final de la actividad productiva de las unidades de producción residentes. Puede definirse de tres formas:

- 1) El PIB es igual a la suma de los valores añadidos brutos de los diversos sectores institucionales o de las diferentes ramas de actividad, más los impuestos menos las subvenciones sobre los productos (que no se asignan a los sectores y a las ramas de actividad). También es igual al saldo de la cuenta de producción total de la economía.
- 2) El PIB es igual a la suma de los empleos finales de bienes y servicios de las unidades institucionales residentes (consumo final efectivo y formación bruta de capital), más las exportaciones y menos las importaciones de bienes y servicios.
- 3) El PIB es igual a la suma de los empleos de la cuenta de explotación del total de la economía (remuneración de los asalariados, impuestos menos subvenciones sobre la producción y las importaciones, excedente de explotación bruto y renta mixta bruta del total de la economía).

Esta variable es considerada de forma global en nuestro modelo MOCIE y se obtiene desde los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística.

B12. Valor Añadido Bruto (V.A.B.)

Es la diferencia entre el valor total de la producción valorada a precios básicos y el de los bienes y servicios intermedios (consumos intermedios) valorados a precios de adquisición, utilizados en el proceso de producción.

El SEC-95 valora la producción a precios básicos, que no incluye los impuestos sobre los productos (IVA, impuestos especiales y otros similares) mientras que sí incluye las subvenciones a los productos. Esta variable es considerada de forma global en nuestro modelo MOCIE y se obtiene desde los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística.

B13. Remuneración de asalariados

La remuneración de los asalariados comprende toda la remuneración en efectivo y en especie a pagar por los empleadores a sus asalariados como contrapartida del trabajo realizado por éstos durante el período contable. Se desglosa en:

- a) sueldos y salarios: sueldos y salarios en efectivo sueldos y salarios en especie
- b) cotizaciones sociales a cargo de los empleadores: cotizaciones sociales efectivas a cargo de los empleadores; cotizaciones sociales imputadas a cargo de los empleadores.

La remuneración de los asalariados se considera en nuestro modelo MOCIE y se obtiene de forma específica para un programa de inversiones, considerando los diferentes roles que desempeñan tareas en el programa, para obtener finalmente el impacto económico del programa.

B14. Empleo

El empleo comprende todas las personas -tanto asalariados como trabajadores autónomos- que realizan una actividad productiva incluida dentro de la frontera de la producción del sistema. El sistema SIMOCIE obtiene el impacto directo e indirecto en el empleo de un programa de inversiones.

B15. Puesto de trabajo

Un puesto de trabajo se define como un contrato explícito o implícito entre una persona y una unidad institucional residente, para realizar un trabajo a cambio de una remuneración durante un período definido o indefinido de tiempo. Esta definición abarca los puestos de trabajo de los asalariados y de los trabajadores autónomos; en los puestos de trabajo de los asalariados, la persona pertenece a una unidad institucional distinta de la del empleador; en los puestos de trabajo de los trabajadores autónomos, la persona pertenece a la misma unidad institucional que el empleador.

El concepto de puestos de trabajo difiere del concepto de empleo en los aspectos siguientes:

- a) En que incluye el segundo, tercer, etc. puesto de trabajo que ocupa la misma persona, que pueden desempeñarse, o bien de forma sucesiva, uno a continuación del otro durante el período de referencia (normalmente, una semana), o bien en paralelo, como sucede cuando alguien tiene un puesto de trabajo de día y otro de noche.
- b) Por otra parte, excluye a las personas que no trabajan temporalmente, pero que tienen «un vínculo formal con su puesto de trabajo», por ejemplo, «una garantía de reincorporación al trabajo o un acuerdo sobre la fecha de reincorporación».

Este tipo de acuerdo entre un empleador y una persona en suspensión temporal de empleo o en permiso de formación no se considera un puesto de trabajo en el SEC.

La variable del puesto de trabajo se considera en nuestro modelo MOCIE y se obtiene de forma específica para un programa de inversiones, considerando los diferentes roles que desempeñan tareas en el programa, para obtener finalmente el impacto económico del programa.

ANEXO C. Procesos, tablas y parámetros

Este Anexo detalla los principales Procesos, tablas y parámetros referenciados en los Capítulos 4 y 5 del presente documento. A continuación, se muestra la lista completa:

- **Tablas con la Visión General del Caso de Estudio:** estas tablas, de la 1 a la 4, resumen el conjunto de programas bajo estudio. Existe una tabla para cada programa.
- **Marco IO del Caso de Estudio:** estas tablas resumen los datos del marco Input-Output de los programas del caso de estudio, incluyendo los Vectores de Demanda (tablas 5 a 8), los multiplicadores (tablas 9 y 10), los datos del impacto (tabla 11) y la importancia relativa (tabla 12).
- **Obtención de las Tasas de Crecimiento:** esta sección resume el proceso de elaboración inicial de las Tasas de Crecimiento. Con esta elaboración inicial, y a través del uso de la programación genética, nuestro sistema permite actualizar la información del Framework Input-Output proporcionado por el

INE, tal y como se describe en detalle en el Capítulo quinto. Esta sección incluye varias tablas con información sobre los sectores.

- **Establecimiento de Reglas para Evaluar la Población:** esta sección resume el proceso de establecimiento de reglas para elaborar las diferentes poblaciones que se van obteniendo a través del uso de la programación genética que permite actualizar la información del Framework Input-Output proporcionado por el INE, tal y como se describe en detalle en el Capítulo quinto. Esta sección incluye, principalmente, las diferentes reglas que han sido aplicadas.

- **Definiciones preliminares del proceso Eurometodo:** esta sección resume un conjunto de definiciones y conceptos que son necesarios para comprender el proceso de uso de Eurometodo y su uso a través de nuestro sistema SIMOCIE.

- **Resumen del proceso Eurometodo con SIMOCIE:** en esta última sección se expone un resumen del proceso Euro-método utilizado con nuestro sistema SIMOCIE.

C.1. Interfaces del Caso de Estudio

A continuación, se muestran los Interfaces del Caso de Estudio analizado en el capítulo cuatro. Por cada uno de los programas se ha desarrollado un interfaz final con los datos provenientes de las diferentes Oficinas de Programa. Todos los interfaces muestran los gastos ejecutados por los programas de inversión, por sector económico.

La lista completa de programas es:

- ❑ Una serie de programas de adquisición de equipamiento de guerra electrónica de los aviones C-15 (F18). Tabla 1.
- ❑ Una serie de programas relacionados con la instalación de las comunicaciones de los aviones C-15 (F18). Tabla 2.
- ❑ Una serie de programas de actualización de la media vida de los aviones C-15 (F18). Tabla 3.
- ❑ Una serie de programas de mantenimiento mayor del sistema de armas de los aviones C-15 (F18). Tabla 4.

Tabla C-1 Interfaz Programa Guerra Electrónica.

Referencia del PPT	EQUIPAMIENTO DE GUERRA ELECTRONICA					TOTAL
Año	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
Otras actividades empresariales	218,87	685,30	296,34	574,40	641,26	2.416,17
Máquinas de oficina y equipos informáticos	346,98	1.460,81	1.077,87	1.220,30	1.416,46	5.522,42
Actividades informáticas	96,97	464,62	322,30	379,45	435,51	1.698,85
Fabricación de material electrónico	1.548,09	7.338,62	4.617,96	5.822,88	6.444,53	25.772,08
Actividades anexas a los transportes	5,26	28,77	20,19	23,51	27,38	105,11
Intermediación financiera	39,52	66,89	56,86	60,76	65,24	289,27
Industria del papel	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	60,00
Edición y artes gráficas	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	120,00
Educación de mercado	187,08	187,08	187,08	187,08	187,08	935,38
TOTAL	2.478,76	10.268,09	6.614,60	8.304,37	9.253,45	36.919,27

EQUIPAMIENTO DE RADARES	CANTIDAD	CONTRAMEDIDAS ELECTRONICAS	CANTIDAD	GSE	CANTIDAD
Otras actividades empresariales	1.069,80	Otras actividades empresariales	1.007,15	Otras actividades empresariales	0,00
Máquinas de oficina y equipos informáticos	3.138,48	Máquinas de oficina y equipos informáticos	1.851,56	Máquinas de oficina y equipos informáticos	171,57
Actividades informáticas	897,00	Actividades informáticas	742,88	Actividades informáticas	58,97
Fabricación de material electrónico	9.946,44	Fabricación de material electrónico	15.663,89	Fabricación de material electrónico	161,75
Actividades anexas a los transportes	61,90	Actividades anexas a los transportes	43,21	Actividades anexas a los transportes	0,00
Intermediación financiera	71,74	Intermediación financiera	50,61	Intermediación financiera	154,27
TOTAL	15.185,35	TOTAL	19.359,30	TOTAL	546,56

ILS	CANTIDAD	SUITE GUERRA ELECTRONICA	CANTIDAD
Otras actividades empresariales	539,81	Otras actividades empresariales	2.616,77
Máquinas de oficina y equipos informáticos	360,81	Máquinas de oficina y equipos informáticos	5.522,50
Actividades informáticas	0,00	Actividades informáticas	1.375,55
Fabricación de material electrónico	0,00	Fabricación de material electrónico	20.994,21
Actividades anexas a los transportes	0,00	Actividades anexas a los transportes	284,00
Intermediación financiera	12,65	Intermediación financiera	138,25
Industria del papel	60,00	TOTAL	30.931,28
Edición y artes gráficas	120,00		
TOTAL	192,65		

Cifras en Miles de €

SIMULADOR TESIS DOCTORAL
Jose Ramon Coz Fernandez

IR A DASHBOARD

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

Tabla C-2 Interfaz Programa Comunicaciones.

Referencia del PPT	PROGRAMA DE COMUNICACIONES						
	Año	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
Otras actividades empresariales		200,47	100,23	167,46	100,23	434,35	1.002,75
Máquinas de oficina y equipos informáticos		12,04	12,04	12,04	12,04	12,04	60,18
Actividades informáticas		98,58	49,29	49,29	49,29	213,59	460,04
Correos y Telecomunicaciones		1.200,73	616,54	616,54	616,54	2.563,84	5.614,19
Actividades anexas a los transportes		8,96	8,96	8,96	8,96	8,96	44,79
Intermediación financiera		5,22	3,12	3,12	3,12	10,12	24,70
TOTAL		1.525,99	790,18	857,41	790,18	3.242,89	7.206,65

EQUIPAMIENTO DE RADARES	CANTIDAD	CONTRAMEDIDAS ELECTRONICAS	CANTIDAD	INSTALACION Y PRUEBAS	CANTIDAD
Otras actividades empresariales	627,47	Otras actividades empresariales	308,06	Otras actividades empresariales	268,38
Máquinas de oficina y equipos informáticos	0,00	Máquinas de oficina y equipos informáticos	0,00	Máquinas de oficina y equipos informáticos	60,18
Actividades informáticas	137,57	Actividades informáticas	322,46	Actividades informáticas	0,00
Correos y Telecomunicaciones	1.870,35	Correos y Telecomunicaciones	3.582,09	Correos y Telecomunicaciones	161,75
Actividades anexas a los transportes	0,00	Actividades anexas a los transportes	0,00	Actividades anexas a los transportes	44,79
Intermediación financiera	10,75	Intermediación financiera	8,86	Intermediación financiera	5,09
TOTAL	2.646,14	TOTAL	4.221,47	TOTAL	540,19

Cifras en Miles de €

SIMULADOR TESIS DOCTORAL
Jose Ramon Coz Fernandez

IR A
DASHBOARD

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

Tabla C-3 Interfaz Programa Actualización Media Vida.

Referencia del PPT	ACTUALIZACION DE MEDIA VIDA						TOTAL	
	Año	2005	2006	2007	2008	2009		2010
Otras actividades empresariales		1.855,52	2.130,45					3.985,97
Máquinas de oficina y equipos informáticos		1.000,00	1.000,00					2.000,00
Actividades informáticas		1.000,00	1.756,18					2.756,18
Correos y Telecomunicaciones		900,00						900,00
Fabricación de otro material de transporte		3.000,00	2.140,01					5.140,01
Transporte aéreo y espacial		63.995,50	66.565,03	6.606,33	1.800,00	6.800,00	2.522,00	148.288,86
Industria del papel		10,00	20,00	10,00				40,00
Edición y artes gráficas		90,00	180,00	115,00				385,00
Fabricación de material electrónico			4.142,00	800,00				4.942,00
TOTAL		71.851,02	77.933,67	7.531,33	1.800,00	6.800,00	2.522,00	168.438,02

Cifras en Miles de €

[IR A DASHBOARD](#)

SIMULADOR TESIS DOCTORAL
Jose Ramon Coz Fernandez

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE



Tesis Doctoral.

José Ramón Coz Fernández

Tabla C-4 Interfaz Programa Mayor Sistema de Armas.

Referencia del PPT	MANTENIMIENTO MAYOR DEL SISTEMA DE ARMAS			
	Año	2007	2008	TOTAL
Otras actividades empresariales		11,01	124,69	135,70
Actividades anexas a los transportes		53,55	606,15	659,70
Intermediación financiera		4,02	45,56	49,58
Transporte aéreo y espacial		418,42	4.736,66	5.155,08
				0,00
TOTAL		487,00	5.513,06	6.000,06

GASTO RELATIVO EN PORCENTAJE	AÑO	GASTO TOTAL
91,88%	2008	5.513,00
8,12%	2007	487,00

Cifras en Miles de €

SIMULADOR TESIS DOCTORAL
Jose Ramon Coz Fernandez

IR A
DASHBOAR

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

C.2. Marco IO del Caso de Estudio

A continuación, se muestran las Tablas más relevantes correspondientes al Marco IO del Caso de Estudio analizado en el capítulo cuatro.

La lista completa de tablas que se presenta a continuación es:

- ❑ Vectores Demanda de los Programas Bajo Estudio. Tablas 5 a 8.
- ❑ Resumen de Multiplicadores. Tabla 9.
- ❑ Resumen de Multiplicadores por Sectores. Tabla 10.
- ❑ Resumen del Impacto Económico. Tabla 11.
- ❑ Resumen de la importancia Relativa. Tabla 12.

Tabla C-5 Vectores Demanda del caso de Estudio 1 de 4.

REFERENCIA DEL PROGRAMA -> Nombre	EQUIPAMIENTO DE GUERRA ELECTRONICA					PROGRAMA DE COMUNICACIONES					ACTUALIZACION DE MEDIA VIDA						
	Año	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Agricultura, ganadería y caza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Selvicultura y explotación forestal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pesca y acuicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción de minerales metálicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción de minerales no metálicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coquearías, refino y combustibles nucleares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Producción y distribución de energía eléctrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Producción y distribución de gas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Captación, depuración y distribución de agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria cárnica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industrias lácteas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otras industrias alimenticias	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Elaboración de bebidas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria del tabaco	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria textil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria de la confección y la peletería	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria del cuero y del calzado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria de la madera y el corcho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria del papel	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	20,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Edición y artes gráficas	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	90,00	180,00	115,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria química	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria del caucho y materias plásticas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de cemento, cal y yeso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industrias de la cerámica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metalurgia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de productos metálicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maquinaria y equipo mecánico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máquinas de oficina y equipos informáticos	346,98	1.460,81	1.077,87	1.220,30	1.416,46	12,04	12,04	12,04	12,04	12,04	1.000,00	1.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de material electrónico	1.548,09	7.338,62	4.617,96	5.822,88	6.444,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.142,00	800,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de vehículos de motor y remolques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de otro material de transporte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.000,00	2.140,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE



Tabla C-6 Vectores Demanda del caso de Estudio 2 de 4.

REFERENCIA DEL PROGRAMA -> Nombre	EQUIPAMIENTO DE GUERRA ELECTRONICA					PROGRAMA DE COMUNICACIONES					ACTUALIZACION DE MEDIA VIDA						
	Año	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Muebles y otras industrias manufactureras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Reciclaje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Construcción	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comercio al por mayor e intermediarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alojamiento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Restauración	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Transporte por ferrocarril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Transporte terrestre y transporte por tubería	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Transporte marítimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Transporte aéreo y espacial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63.995,50	66.565,03	6.606,33	1.800,00	6.800,00	2.522,00
Actividades anexas a los transportes	5,26	28,77	20,19	23,51	27,38	8,96	8,96	8,96	8,96	8,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades de agencias de viajes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Correos y telecomunicaciones	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.200,73	616,54	616,54	616,54	2.563,84	900,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Intermediación financiera	39,52	66,89	56,86	60,76	65,24	5,22	3,12	3,12	3,12	10,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Seguros y planes de pensiones	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades auxiliares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades inmobiliarias	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades informáticas	96,97	464,62	322,30	379,45	435,51	98,58	49,29	49,29	49,29	213,59	1.000,00	1.756,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Investigación y desarrollo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otras actividades empresariales	218,87	685,30	296,34	574,40	641,26	200,47	100,23	167,46	100,23	434,35	1.855,52	2.130,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Educación de mercado	187,08	187,08	187,08	187,08	187,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sanidad y servicios sociales de mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saneamiento público de mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades asociativas de mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades recreativas, culturales y deportivas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades diversas de servicios personales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Administración pública	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Defensa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Educación de no mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sanidad y servicios sociales de no mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saneamiento público de no mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades asociativas de no mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades recreativas y culturales de no mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hogares que emplean personal doméstico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

Tabla C-7 Vectores Demanda del caso de Estudio 3 de 4.

REFERENCIA DEL PROGRAMA -> Nombre	MANTENIMIENTO MAYOR DEL SISTEMA DE ARMAS						TOTAL					
	Año						Año					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Agricultura, ganadería y caza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Selvicultura y explotación forestal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pesca y acuicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción de minerales metálicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción de minerales no metálicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coquerías, refino y combustibles nucleares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Producción y distribución de energía eléctrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Producción y distribución de gas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Captación, depuración y distribución de agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria cárnica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industrias lácteas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otras industrias alimenticias	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Elaboración de bebidas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria del tabaco	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria textil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria de la confección y la peletería	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria del cuero y del calzado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria de la madera y el corcho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria del papel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	32,00	22,00	12,00	12,00	12,00
Edición y artes gráficas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	90,00	204,00	139,00	24,00	24,00	24,00
Industria química	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria del caucho y materias plásticas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de cemento, cal y yeso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industrias de la cerámica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metalurgia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de productos metálicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maquinaria y equipo mecánico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máquinas de oficina y equipos informáticos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	1.359,02	1.472,84	1.089,91	1.232,34	1.428,49
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de material electrónico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.690,09	8.138,62	4.617,96	5.822,88	6.444,53
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de vehículos de motor y remolques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabricación de otro material de transporte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.000,00	2.140,01	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

Tabla C-8 Vectores Demanda del caso de Estudio 4 de 4.

REFERENCIA DEL PROGRAMA -> Nombre	MANTENIMIENTO MAYOR DEL SISTEMA DE ARMAS						TOTAL						
	Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Muebles y otras industrias manufactureras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Reciclaje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Construcción	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comercio al por mayor e intermediarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alojamiento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Restauración	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Transporte por ferrocarril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Transporte terrestre y transporte por tubería	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Transporte marítimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Transporte aéreo y espacial	0,00	0,00	418,42	4.736,66	0,00	0,00	63.995,50	66.565,03	7.024,75	6.536,66	6.800,00	2.522,00	0,00
Actividades anexas a los transportes	0,00	0,00	53,55	606,15	0,00	0,00	0,00	14,22	91,27	635,30	32,47	36,34	0,00
Actividades de agencias de viajes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Correos y telecomunicaciones	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	900,00	1.200,73	616,54	616,54	616,54	2.563,84	0,00
Intermediación financiera	0,00	0,00	4,02	45,56	0,00	0,00	0,00	44,74	74,03	105,54	63,88	75,36	0,00
Seguros y planes de pensiones	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades auxiliares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades inmobiliarias	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades informáticas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	1.951,73	513,91	371,59	428,74	649,10	0,00
Investigación y desarrollo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otras actividades empresariales	0,00	0,00	11,01	124,69	0,00	0,00	1.855,52	2.549,79	796,55	588,49	674,63	1.075,61	0,00
Educación de mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	187,08	187,08	187,08	187,08	187,08	0,00
Sanidad y servicios sociales de mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saneamiento público de mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades asociativas de mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades recreativas, culturales y deportivas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades diversas de servicios personales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Administración pública	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Defensa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Educación de no mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sanidad y servicios sociales de no mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saneamiento público de no mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades asociativas de no mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Actividades recreativas y culturales de no mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hogares que emplean personal doméstico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

Tabla C-9 Resumen de Multiplicadores

	Multiplicadores		
	Produccion	VAB	Empleo
2005	2,8	2,8	3,4
2006	2,8	2,8	3,4
2007	3,0	3,4	3,3
2008	2,9	3,1	3,2
2009	3,0	3,3	3,3
2010	2,9	3,1	3,1

	Multiplicadores		
	Produccion	VAB	Empleo
Total	2,9	2,9	3,3

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

Tabla C-10 Resumen de Multiplicadores por Sectores.

Sectores TIO	ID	Mult. Produccion
Fabricación de vehículos de motor y remolques	36	3,6
Fabricación de material electrónico	34	3,5
Fabricación de otro material de transporte	37	3,0
Industria química	23	3,0
Máquinas de oficina y equipos informáticos	32	3,0
Transporte aéreo y espacial	49	2,9
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	35	2,8
Producción y distribución de energía eléctrica	9	2,8
Construcción	40	2,8
Correos y telecomunicaciones	52	2,2
Otras actividades empresariales	60	1,9
Investigación y desarrollo	59	1,9
Actividades informáticas	58	1,8
Sanidad y servicios sociales de mercado	62	1,8
Sanidad y servicios sociales de no mercado	70	1,8
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	43	1,7
Actividades inmobiliarias	56	1,5
Educación de mercado	61	1,5
Intermediación financiera	53	1,4
Educación de no mercado	68	1,2

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

Tabla C-11 Resumen del Impacto Económico

RESUMEN IMPACTO														
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Produccion	Total	202,7	232,8	57,8	43,4	47,5	43,5	627,6	32,3%	37,1%	9,2%	6,9%	7,6%	6,9%
	Directo	71,9	81,9	19,1	14,8	15,9	15,0	218,6	32,9%	37,5%	8,7%	6,8%	7,3%	6,9%
	Indirecto	130,8	150,9	38,7	28,6	31,6	28,5	409,0	32,0%	36,9%	9,5%	7,0%	7,7%	7,0%
Renta	Total	70,0	79,8	18,5	14,4	15,4	14,6	212,8	32,9%	37,5%	8,7%	6,8%	7,3%	6,9%
	Directo	25,2	28,2	5,4	4,6	4,7	4,7	72,7	34,6%	38,8%	7,4%	6,3%	6,5%	6,4%
	Indirecto	44,9	51,7	13,1	9,8	10,7	10,0	140,2	32,0%	36,9%	9,4%	7,0%	7,7%	7,1%
Empleo	Total	1.186	1.398	390	289	317	308	3.886,9	30,5%	36,0%	10,0%	7,4%	8,2%	7,9%
	Directo	348	417	118	89	96	100	1.167,4	29,8%	35,7%	10,1%	7,6%	8,3%	8,6%
	Indirecto	838	981	272	200	220	208	2.719,5	30,8%	36,1%	10,0%	7,3%	8,1%	7,6%
Multiplicadores	Produccion	2,8	2,8	3,0	2,9	3,0	2,9	2,9						
	Renta	2,8	2,8	3,4	3,1	3,3	3,1	2,9						
	Empleo	3,4	3,4	3,3	3,2	3,3	3,1	3,3						

Cifras en Millones de €

SIMULADOR TESIS DOCTORAL
Jose Ramon Coz Fernandez

IR A
DASHBOARD

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

Tabla C-12 Importancia Relativa de los Programas

Imp Relativa			
Produccion	VAB	Empleo	
0,01146	0,00861	0,00660	2005
0,01316	0,00981	0,00778	2006
0,00327	0,00228	0,00217	2007
0,00245	0,00177	0,00161	2008
0,00268	0,00190	0,00176	2009
0,00246	0,00180	0,00171	2010

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

C.3. Obtención de las Tasas de Crecimiento

En esta sección se resume el proceso de elaboración inicial de las Tasas de Crecimiento. Con esta elaboración inicial, y a través del uso de la programación genética, nuestro sistema permite actualizar la información del Framework Input-Output proporcionado por el INE.

Tal y como se describe en detalle en el Capítulo quinto, el método desarrollado precisa que tengamos para cada sector las tasas de crecimiento publicadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) para la Producción a Precios Básicos (PPB), el Valor Añadido Bruto (VAB) y los Consumos Intermedios a Precios de Adquisición (CIPA).

El tema es que el INE no publica estos datos exactamente, sino otros muy similares. Por esa razón, nuestro sistema SIMOCIE debe de permitir la obtención de las tasas de crecimiento requeridas. A partir de esa información, podremos obtener la actualización necesaria del Framework IO.

El INE anualmente hace pública la información de las llamadas “*Cuentas de producción y explotación por ramas de actividad*”. Se trata de una base de datos en formato Excel que contiene datos de PPB, VAB y CIPA. Estos datos están expresados por ramas de actividad, que en total son 60, tal y como se puede observar en la Tabla C-13. Pero es que en la información del Framework Input-Output tenemos 73 Sectores de actividad, tal y como se detalla en la Tabla C-14.

Esto nos obliga a desglosar las 60 ramas de actividad en 73 sectores, siguiendo una tabla de transformación. En numerosas ocasiones la relación entre rama de actividad y sector es directa, es decir a una rama le corresponde un sector, pero en otras ocasiones a una rama le corresponden varios sectores.

Debemos, por tanto, establecer un criterio para dividir cada uno de estas ramas de actividad entre los sectores del Framework Input-Output que lo componen. Nuestro sistema SIMOCE utiliza el criterio de respetar el peso relativo de cada uno de los sectores involucrados en la información del propio Framework. La matriz de transformación utilizada en nuestro caso de estudio y para la elaboración de la población inicial bajo estudio es la indicada en la Tabla C-15.

A través de nuestro sistema, se podrá variar esta relación en función de la última información publicada del Framework en cada caso y de la actualización obtenida con nuestro análisis.

Lo que nos indica esta tabla C-15 es que, por ejemplo, el sector con código 9 correspondiente al Framework Input-Output (Producción y distribución de energía eléctrica) corresponde un 80% de la Rama de Actividad 40 (Producción y distribución de energía eléctrica y gas), y el sector con código 10 correspondiente al Framework Input-Output (Producción y distribución de gas) el 20% restante de dicha Rama.

Como se explica en detalle en el capítulo quinto, mediante esta transformación, a partir de los datos publicados por el INE, podemos obtener las PPB, CIPA y VAB para cada uno de los 73 sectores en el año deseado.

Un simple cociente nos dará la Tasa de crecimiento, denominado como TC_{PROY} en nuestra nomenclatura. Por ejemplo, para CIPA tendremos que:

$$TC_{PROY} = \frac{CPIA_{año\ destino}}{CPIA_{año\ base}}$$

Tabla C-133 Cuentas de producción y explotación por ramas de actividad

COD	NOMBRE DE RAMA	COD	NOMBRE DE RAMA
1	Agricultura, ganadería y caza	29	Maquinaria y equipo mecánico
2	Silvicultura y explotación forestal	30	Máquinas de oficina y equipos informáticos
5	Pesca y acuicultura	31	Fabricación de maquinaria y material eléctrico
10	Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	32	Fabricación de material electrónico
11-12	Extracción de crudos de petróleo, gas natural, uranio y torio	33	Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión
13	Extracción de minerales metálicos	34	Fabricación de vehículos de motor y remolques
14	Extracción de minerales no metálicos	35	Fabricación de otro material de transporte
23	Coquerías, refinado y combustibles nucleares	36	Muebles y otras industrias manufactureras
40	Producción y distribución de energía eléctrica y gas	37	Reciclaje
41	Captación, depuración y distribución de agua	45	Construcción
15	Industria de productos alimenticios y bebidas	50	Venta y reparación de vehículos de motor; comercio al por menor de combustible para automoción
16	Industria del tabaco	51	Comercio al por mayor e intermediarios
17	Industria textil	52	Comercio al por menor; reparación de efectos personales
18	Industria de la confección y de la peletería	55	Hostelería
19	Industria del cuero y del calzado	60	Transporte terrestre; transporte por tubería
20	Industria de la madera y el corcho	61	Transporte marítimo
21	Industria del papel	62	Transporte aéreo y espacial
22	Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	63	Actividades anexas a los transportes; actividades de agencias de viajes
24	Industria química	64	Correos y telecomunicaciones
25	Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	65	Intermediación financiera

COD	NOMBRE DE RAMA	COD	NOMBRE DE RAMA
26	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	66	Seguros y planes de pensiones
27	Metalurgia	67	Actividades auxiliares de la intermediación financiera
70	Actividades inmobiliarias	85	Actividades sanitarias y veterinarias; servicios sociales
71	Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	90	Actividades de saneamiento público
72	Actividades informáticas	91	Actividades asociativas
73	Investigación y desarrollo	92	Actividades recreativas, culturales y deportivas
74	Otras actividades empresariales	93	Actividades diversas de servicios personales
75	Administración pública	95	Hogares que emplean personal doméstico
80	Educación		

Fuente: elaboración propia

Tabla C-144 Sectores en el Framework Input-Output

COD	NOMBRE DEL SECTOR	COD	NOMBRE DEL SECTOR
1	Agricultura, ganadería y caza	23	Industria química
2	Selvicultura y explotación forestal	24	Industria del caucho y materias plásticas
3	Pesca y acuicultura	25	Fabricación de cemento, cal y yeso
4	Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	26	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
5	Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	27	Industrias de la cerámica
6	Extracción de minerales metálicos	28	Fabricación de otros productos minerales no metálicos
7	Extracción de minerales no metálicos	29	Metalurgia
8	Coquerías, refino y combustibles nucleares	30	Fabricación de productos metálicos
9	Producción y distribución de energía eléctrica	31	Maquinaria y equipo mecánico
10	Producción y distribución de gas	32	Máquinas de oficina y equipos informáticos
11	Captación, depuración y distribución de agua	33	Fabricación de maquinaria y material eléctrico
12	Industria cárnica	34	Fabricación de material electrónico
13	Industrias lácteas	35	Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión
14	Otras industrias alimenticias	36	Fabricación de vehículos de motor y remolques
15	Elaboración de bebidas	37	Fabricación de otro material de transporte
16	Industria del tabaco	38	Muebles y otras industrias manufactureras
17	Industria textil	39	Reciclaje
18	Industria de la confección y la peletería	40	Construcción
19	Industria del cuero y del calzado	41	Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción
20	Industria de la madera y el corcho	42	Comercio al por mayor e intermediarios

COD	NOMBRE DEL SECTOR	COD	NOMBRE DEL SECTOR
21	Industria del papel	43	Comercio al por menor; reparación de efectos personales
22	Edición y artes gráficas	44	Alojamiento
45	Restauración	60	Otras actividades empresariales
46	Transporte por ferrocarril	61	Educación de mercado
47	Transporte terrestre y transporte por tubería	62	Sanidad y servicios sociales de mercado
48	Transporte marítimo	63	Saneamiento público de mercado
49	Transporte aéreo y espacial	64	Actividades asociativas de mercado
50	Actividades anexas a los transportes	65	Actividades recreativas, culturales y deportivas
51	Actividades de agencias de viajes	66	Actividades diversas de servicios personales
52	Correos y telecomunicaciones	67	Administración pública
53	Intermediación financiera	68	Educación de no mercado
54	Seguros y planes de pensiones	69	Sanidad y servicios sociales de no mercado
55	Actividades auxiliares	70	Saneamiento público de no mercado
56	Actividades inmobiliarias	71	Actividades asociativas de no mercado
57	Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	72	Actividades recreativas y culturales de no mercado
58	Actividades informáticas	73	Hogares que emplean personal doméstico
59	Investigación y desarrollo		

Fuente: elaboración propia

Tabla C-155 Matriz de Transformación

CODIGO SECTOR	CODIGO RAMA	% RAMA
1	1	100
2	2	100
3	5	100
4	10	100
5	11-12	100
6	13	100
7	14	100
8	23	100
9	40	80
10	40	20
11	41	100
12	15	23
13	15	10
14	15	50
15	15	17
16	16	100
17	17	100
18	18	100
19	19	100
20	20	100

CODIGO SECTOR	CODIGO RAMA	% RAMA
21	21	100
22	22	100
23	24	100
24	25	100
25	26	8
26	26	61
27	26	19
28	26	12
29	27	100
30	28	100
31	29	100
32	30	100
33	31	100
34	32	100
35	33	100
36	34	100
37	35	100
38	36	100
39	37	100
40	45	100
41	50	100
42	51	100

CODIGO SECTOR	CODIGO RAMA	% RAMA
43	52	100
44	55	14
45	55	86
46	60	7
47	60	93
48	61	100
49	62	100
50	63	80
51	63	20
52	64	100
53	65	100
54	66	100
55	67	100
56	70	100
57	71	100
58	72	100
59	73	100
60	74	100
61	75	29
62	85	39
63	90	89
64	91	28

CODIGO SECTOR	CODIGO RAMA	% RAMA
65	92	82
66	93	100
67	80	100
68	75	71
69	85	61
70	90	11
71	91	72
72	92	18
73	95	100

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

C.4. Establecimiento de Reglas para Evaluar la Población

Esta sección resume el proceso de establecimiento de reglas para elaborar las diferentes poblaciones que se van obteniendo a través del uso de la programación genética que permite actualizar la información del Framework Input-Output proporcionado por el INE.

Tal y como se describe en detalle en el Capítulo quinto, el primero de los pasos que realizamos para obtener la información Input-Output es realizar una estimación de cada elemento de la matriz de consumos intermedios. Esta matriz describe la interrelación de los distintos sectores. Es, por tanto, una matriz 73x73 (como vimos anteriormente, en la *Tabla C 14 Sectores en el Framework Input-Output*, son 73 los sectores contemplados por el INE).

Identificaremos a cada uno de los elementos de dicha matriz como A_{ij} , es decir el elemento de la fila i y la columna j . Este elemento indica la cantidad que el sector j compra al sector i . Es decir, el sector j es el comprador y el sector i es el vendedor.

Como también analizamos en el capítulo quinto el Eurometodo establece que este elemento se estime usando una media aritmética o geométrica de las tasas de crecimiento de ambos sectores.

En nuestro caso, haciendo uso de la programación genética, optamos por una modelización de la población que nos permitirá establecer una media ponderada con pesos variables. A través de esta propuesta podremos modelar la posible evolución de la relación del sector j y del i (donde el j es el comprador y el i el vendedor).

Una de las hipótesis de partida es que en nuestra modelización la tasa de crecimiento del sector que compra tendrá una mayor influencia que la del que vende. Esto no tiene más base que la de suponer que los vendedores venderán todo lo que les pidan, porque son ingresos, pero solo comprarán aquello que pueden comprar. Si bien los sectores no son consumidores perfectos, con comportamiento humano, y es cierto que compran aquello que necesitan para producir lo que deben vender, se ha empleado esta hipótesis.

Tras diversas pruebas y comparativas con la información proporcionada por el INE del Framework Input-Output, la siguiente tabla (*Tabla C 16 Condiciones y Reglas para Evaluar la Población*) representa las reglas que optimizan la evolución de nuestra población.

En nuestros algoritmos genéticos la asignación del peso dentro de cada uno de los sectores (fila y columna) se hace de manera excluyente. Es decir, una vez que se ha cumplido una condición ya no se comprueban las restantes.

Además, en el proceso algorítmico, el orden en que se realizan las de comprobaciones es el mismo que el indicado aquí. Las tasas de crecimiento de los sectores, representados por las filas y columnas empleadas, son las resultantes de la iteración anterior, es decir las derivadas de la anterior Tabla IO calculada.

Pondremos un ejemplo, para mayor claridad: si el sector fila X tiene una tasa de crecimiento de 0.978, de acuerdo a la Tabla C-16, se le asignará un peso de 4, a pesar de que la media de crecimiento de la iteración sea 0.888, que implicaría un peso de 2. Esto es así porque la comprobación de que la tasa de crecimiento sea menor que 1 se hace antes de la comparación con las tasas medias de todos los sectores (previsiones e iteración), y como se cumple la condición, ya no se siguen realizando comprobaciones.

Tabla C-166 Condiciones y Reglas para Evaluar la Población

CONDICIÓN / REGLA PARA LA EVALUACIÓN DE LA POBLACION	PESO
El peso por defecto del sector fila (vendedor)	1
El peso por defecto del sector columna (comprador)	2
La tasa de crecimiento del sector columna es inferior a 0.4, es decir está en fuerte recesión. Esto, además, pretende solucionar la situación en la que un sector tiene un fuerte descenso, o muy poco consumo intermedio.	10
La tasa de crecimiento del sector columna es inferior a 1, es decir está en recesión,	6
La tasa de crecimiento del sector columna es inferior al crecimiento medio de la previsión de todos los sectores, es decir crece, pero menos que la media.	4
La tasa de crecimiento del sector columna es inferior al crecimiento medio de todos los sectores calculado en la iteración, es decir crece, pero menos que la media de la iteración.	3
La tasa de crecimiento del sector fila (vendedor) es inferior a 0.4, es decir está en fuerte recesión.	7
La tasa de crecimiento del sector fila es inferior a 1, es decir está en recesión.	4
La tasa de crecimiento del sector fila es inferior al crecimiento medio de la previsión de todos los sectores, es decir crece, pero menos que la media.	3
La tasa de crecimiento del sector fila es inferior al crecimiento medio de todos los sectores calculado en la iteración, es decir crece, pero menos que la media de la iteración.	2

Fuente: elaboración propia

C.5. Definiciones preliminares

proceso Eurometodo

En esta sección resumimos un conjunto de definiciones y conceptos que son necesarios para comprender el proceso de uso de Eurometodo y su uso a través de nuestro sistema SIMOCIE de soporte a nuestro Modelo de Gestión del Conocimiento para el impacto económico (MOCIE). En la *Tabla C-17 Variables en Eurometodo* se muestra una nomenclatura necesaria que utilizamos en nuestro modelo.

El procedimiento utiliza los datos del Framework Input-Output proporcionados por el INE y que se procesan a través de nuestros niveles 1 a 2 y que proporcionan los datos específicos de la Tabla Input-Output simétrica del último año publicado. Antes de proceder como el proceso completo es necesario actualizar los inputs intermedios y de producto.

El punto de partida es la división de la Tabla Input-Output del año base en seis cuadrantes (producción doméstica, importaciones y valor agregado, tanto para las transacciones interindustriales como para los vectores de demanda final), tal y como se ilustra en la *Figura C-18 Cuadrantes de Cálculo del Eurometodo*.

Tabla C-17 Variables en Eurometodo para SIMOCIE

<i>Variable</i>	<i>DESCRIPCION DE LA VARIABLE</i>
$(I-A)^{-1}$	= Matriz inversa
A	= Matriz de Coeficientes Técnicos a_{ij}
a_{ij}	= Coeficientes Técnicos para producción doméstica (bienes y servicios)
b_{ij}	= Coeficientes Técnicos para importaciones (bienes y servicios)
c_j	= Coeficientes Técnicos para Valor Agregado Bruto (VAB)
I	= Matriz identidad
m_{ij}	= Consumo intermedio importado (bienes y servicios)
p	= número de actividades (producción y demanda final)
r	= número de bienes y servicios nacionales e importados
S	= matriz diagonal de las tasas de crecimiento de los consumos intermedios y de la demanda final ($p \times p$)
s	= tasa de crecimiento de inputs
T_1	= matriz de consumos intermedios y demanda final de bienes y servicios ($r \times p$) (tomada de la TIO original)
T_2	= matriz de transacciones ponderadas con las tasas de crecimiento del producto
T_3	= matriz de transacciones ponderada con las tasas de crecimiento de las actividades
T_4	= matriz de transacciones ponderada para los cuadrantes I – IV ($r \times p$)

Variable	DESCRIPCION DE LA VARIABLE
T_5	= Vector fila de las transacciones ponderadas del VAB con las tasas de crecimiento de los sectores de input (1 x p)
v_j	= vector de VAB por sector (1 x p)
x	= Vector columna de producción doméstica
X_j	= Producción doméstica
x_{ij}	= Consumo intermedio doméstico (bienes y servicios)
w_i	= matriz diagonal de las tasas de crecimiento de input
Y	= Vector columna de demanda final
Z	= matriz diagonal de tasas de crecimiento de producción doméstica e importaciones por sector (r x r)
z	= tasa de crecimiento del output

Fuente: elaboración propia

Tabla C-18 Cuadrantes de Cálculo en Eurometodo para SIMOCIE

	MATRIZ DE TRANSACCIONES INTERINDUSTRIAL.			USO FINAL DE BIENES Y SERVICIOS				TOTAL DEMANDA FINAL (1 - 35)	
	AGRI.	SERV		CONSUM PRIVADO	CONSUMO GOBIERNO	FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL	VARIACIÓN DE EXISTENCIAS Y ADQUISICION		EXPORT
	1	30	31	32	33	34	35	36
Agricu. 1	I								Producción doméstica
Energía :									
Industria :									
Servicios 30									
Total (1-30) 31									Producción Total
Agricu 32	III								Importaciones
Energía :									
Industria :									
Servicios 61									
Total (32-61) 62									Total Importaciones
Remuneración de los asalariados 63	V								VAB
Otros impuestos netos sobre la producción 64									
Consumo de capital fijo 65									
Excedente bruto de explotación 66									
VAB 67	VAB								VAB Total
INPUT (31+62+67) 78	Producción doméstica	DEMANDA FINAL							

Fuente: elaboración propia



En la actualización, todas las transacciones de los cuadrantes I a IV se ponderan con T_4 , que es la media aritmética de las correspondientes tasas de crecimiento del output (z) y las tasas de crecimiento de inputs (s). Es decir, se cumplen las siguientes expresiones matemáticas:

$$T_2 = Z * T_1 \quad T_3 = T_1 * S \quad T_4 = (T_2 + T_3) / 2$$

Para obtener las matrices Z y S se procede de la siguiente manera a través de nuestro Modelo:

A. De las estadísticas de contabilidad nacional publicadas por el INE, se toman los valores de las “*Cuentas de producción y explotación por ramas de actividad*” para el último año disponible. En concreto, se toman los siguientes vectores:

- ▣ *Producción a precios básicos*: con éste construiremos la matriz diagonal Z .
- ▣ *Consumos intermedios*: con éste construiremos la matriz diagonal S .
- ▣ *VAB (Valor añadido bruto a precios básicos)*: se utilizará en el paso 3.

La correspondencia entre los sectores de la TIO y las ramas de actividad de las cuentas de producción y explotación es casi directa. Sólo algunos sectores deberán ser agregados para lograr homogeneidad.

Las instrucciones de este procedimiento pueden verse en la sección C.3 Tasas de Crecimiento, pues son análogas a las ya descritas para el proceso genético.

B. Calculamos la tasa de crecimiento media anual entre los vectores tomados en el punto anterior (A), y los vectores correspondientes de la TIO, a través de la siguiente fórmula:

$$\Delta C = \left(\left[\frac{V_f}{V_i} \right]^{1/t} - 1 \right) * 100$$

ΔC = Tasa de crecimiento media anual

V_f = Valor en el periodo final

V_i = Valor en el periodo inicial

t = número de periodos.

Una vez obtenidos estos datos de partida procedemos a elaborar un proceso que explicamos a continuación en detalle.

C.6. Resumen de Eurometodo con SIMOCIE

En esta sección resumimos el uso del proceso Eurometodo con nuestro sistema SIMOCIE. Como ya vimos en la sección anterior de este anexo, una vez tenemos a continuación procedemos a realizar el siguiente proceso que hemos denominado como proceso de Eurometodo con SIMOCIE y que se representa en la Figura C-19 Proceso Eurometodo con SIMOCIE.

El primer paso es la actualización del Valor Añadido Bruto (VAB) por sector, para ello se multiplica el VAB del año base por la matriz diagonal de las tasas de crecimiento de input (denominadas w_i en nuestra nomenclatura). Es decir:

$$T_5 = v * w_i$$

Una alternativa a este paso es tomar directamente el vector de VAB obtenido en al principio del proceso, que es lo que procedemos a realizar en nuestro modelo. A continuación, se ensambla la Tabla Input-Output A (identificada como TIO A en nuestra nomenclatura).

Una primera aproximación de la TIO actualizada se establece a través de la concatenación horizontal de los vectores y matrices obtenidos en los pasos anteriores. En concreto, la matriz de consumos intermedios, y los vectores de VAB y producción. La siguiente gráfica ilustra el procedimiento.

$$\left| \begin{array}{c} \text{TIO A} \end{array} \right| = \left| \begin{array}{c} \text{Demandas} \\ \text{intermedias} \end{array} \right| \left| \begin{array}{c} \text{VAB} \end{array} \right| \left| \begin{array}{c} \text{Producto} \end{array} \right|$$

En este punto, los niveles calculados de *input* y de producto son inconsistentes, por lo que posteriormente son requeridos procesos de iteración que llevan a ajustarlos. A esta primera tabla se le llama TIO A. A continuación, procedemos a obtener los coeficientes técnicos para la Tabla IO. Aquí se asume que la nueva tecnología está representada por la estructura de la TIO A, y se procede a calcular los coeficientes técnicos para la *producción nacional*, las importaciones y el VAB.

$$a_{ij} = x_{ij} / X_j \quad b_{ij} = m_{ij} / X_j \quad c_j = v_j / X_j$$

Usando los coeficientes técnicos ya obtenidos, se calcula la inversa de Leontief y se multiplica por el vector de la demanda final que fue obtenido en la TIO A de tal forma que:

$$x = (I-A)^{-1} y$$

En este punto, obtenemos los requerimientos de inputs para determinar la operación de la TIO balanceada. Estos requerimientos se agregarán en el paso siguiente.

$$Z = B*(I-A)^{-1} y$$

Donde B es la Matriz de coeficientes para consumo intermedio, importados intermedios y VAB y Z es la Matriz de requerimientos de inputs. La TIO B consistente se genera mediante la concatenación vertical. Sin embargo, los niveles de VAB y los componentes de la demanda final no se corresponden con la proyección exógena, es decir, con las proyecciones macroeconómicas tomadas del INE. Por lo tanto, deberá iniciarse un proceso de iteración.

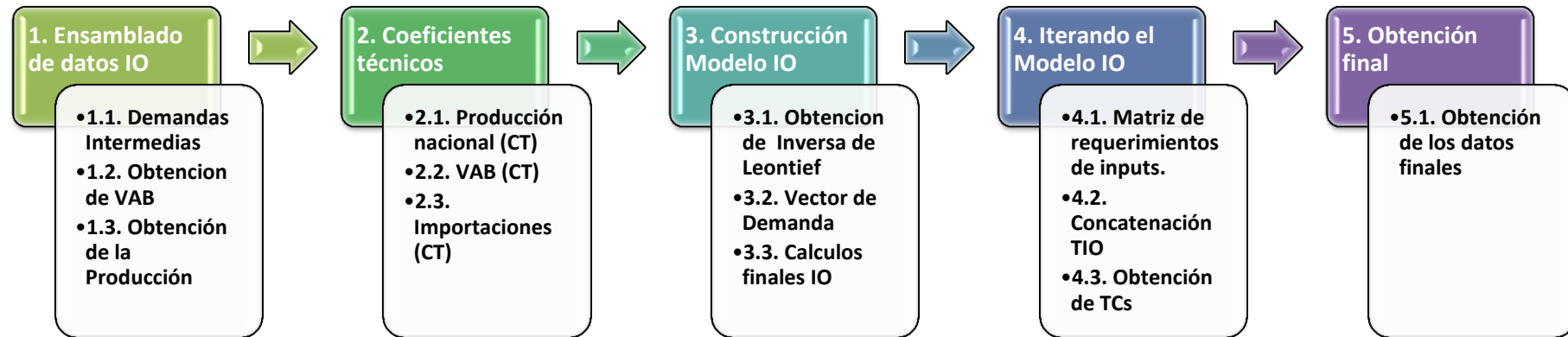
Las tasas de crecimiento del producto (w_0) y de los inputs (w_i) se modifican ligeramente durante la iteración hasta que las tasas de crecimiento proyectadas del VAB y la demanda final en la TIO B se corresponden con la proyección tomada del INE. A mayor número de iteraciones (k), mejores las proyecciones de variables. Las tasas de crecimiento se ajustan en k iteraciones hasta que los valores proyectados para la demanda final y el VAB se reproducen en un margen de error del 1%¹.

¹ El Eurometodo establece este margen de error. No obstante, si las posibilidades computacionales lo permiten, se ejecutará el mayor número de iteraciones para mejorar el ajuste entre los valores proyectados de las variables macroeconómicas y los valores obtenidos con la aplicación del Eurometodo.

La desviación entre la proyección de las variables macroeconómicas y los resultados del modelo se calcula dividiendo la proyección exógena de variables macroeconómicas entre el resultado obtenido con la ejecución del Eurometodo. Las desviaciones observadas se pueden utilizar directamente para corregir las tasas de crecimiento z y s en un procedimiento aditivo. En este caso, los multiplicadores y las funciones de ajuste de tipo A se definen como:

Para dev > 0	Para dev < 0
MULT = DEV - 1	MULT = 1 - DEV
Z = Z + MULT	Z = Z - MULT
S = S + MULT	S = Z - MULT

Figura C-19 Proceso simplificado de Eurometodo con SIMOCIE



Fuente: elaboración propia.

ANEXO D. Algoritmos y Programación

Este Anexo detalla los principales algoritmos utilizados para el desarrollo del modelo evolutivo expuesto en el Capítulo quinto. A continuación, se muestra la lista completa:

- **Resumen de constantes:** resumen de las principales constantes utilizadas en los algoritmos.

- **Algoritmo de Reinicio:** este algoritmo nos permite reinicializar los valores de nuestra población.

- **Algoritmo con límite genético el número de poblaciones:** algoritmo que tienen como objetivo obtener la población final, con un límite genético marcado por el número límite de poblaciones.

- **Algoritmo con límite genético la desviación objetivo:** algoritmo que tienen como objetivo obtener la población final, con un límite genético marcado por la desviación objetivo.

- **Algoritmo de la Función mutación:** algoritmo que nos permite ir mutando las diferentes poblaciones que vamos obteniendo.

Este Anexo no detalla todos los algoritmos de detalle programados de soporte al modelo MOCIE y el sistema SIMOCIE, sino aquellos que conceptualmente se han considerado como más relevantes para la comprensión del propio modelo y los procesos llevados a cabo y analizados en detalle en el Capítulo quinto.

D.1. Resumen de Constantes

A continuación, se muestran las principales constantes utilizadas en los algoritmos en forma de tabla.

Tabla D-1 Constantes utilizadas en la computación genética

CONSTANTE	DESCRIPCIÓN
C_DIM_R	Dimensión de la Función Z
C_DIM_P	Dimensión de la Función S
C_NUM_SECT	Numero de sectores
C_FIL_INI_ZS	Numero de fila donde se inician los cálculos matriciales
C_COL_INI_ZS	Numero de columna donde se inician los cálculos matriciales
C_COL_TC_PPB	Columna donde están las TC para PPB en las opciones de Tasas de Crecimiento Iniciales y TC de la población activa
C_COL_TC_CI	Columna donde están las TC para CI en las opciones Tasas de Crecimiento Iniciales y TC de la población activa
C_COL_TC_VAB	Columna donde están las TC para VAB en las opciones Tasas de Crecimiento Iniciales y TC de la población activa
C_FIL_NE_CI	Fila donde están las nuevas estimaciones de TC para CI del interfaz de Desviación
C_FIL_NE_VAB	Fila donde están las nuevas estimaciones de TC para VAB del interfaz de Desviación
C_FIL_TC_VAB_TOTAL	Fila donde están las TC para VAB en las opciones Tasas de Crecimiento Iniciales y TC de la población activa

Fuente: elaboración propia, desde SIMOCIE

D.2. Algoritmo de Reinicio

El primero de los algoritmos que programamos fue el de Reinicio. El objetivo de este algoritmo es el reinicio de la población a su estado inicial. Este algoritmo es muy útil para volver a obtener la situación de partida con los datos del Framework Input-Output iniciales.

A continuación, se muestra un resumen del código de este algoritmo, programado en Microsoft Visual Basic, y formado por cuatro algoritmos. Desde el algoritmo principal se invoca al resto de los algoritmos. El algoritmo principal es:

```
Private Sub PR_Reinicia_TODO ()
'Algoritmo general de reinicio de la población
  Application.Calculation = xlManual
  'Llamada al algoritmo que nos pone las Tasas de Crecimiento
  reiniciadas.
  PR_Tasas_a_Cero
  'Llamada al algoritmo que nos obtiene las Tasas de Crecimiento de
  la primera población
  PR_Primer Iteracion
  'Llamada al algoritmo que nos obtiene la Tabla Input-Output de la
  primera población
  PR_Calcula_T4
  Application.Sheets("Desviacion").Cells(20, 2) = 1
  Application.Sheets("Desviacion").Cells(19, 2) = 1
  Application.Calculation = xlAutomatic
End Sub
```

A continuación, se muestran el resto de algoritmos:

```
Public Sub PR_Tasas_a_Cero()  
'Algoritmo que nos pone las Tasas de Crecimiento reiniciadas.  
    Dim V_Fila As Integer  
    Dim v_Col As Integer  
    Dim V_Pos_Fil As Integer  
    Dim V_Pos_Col As Integer  
    For V_Fila = 1 To C_Num_Sect  
        Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(V_Fila + C_Fil_Ini_ZS -  
1, C_Col_TC_PPB) = 0  
        Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(V_Fila + C_Fil_Ini_ZS -  
1, C_Col_TC_CI) = 0  
        Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(V_Fila + C_Fil_Ini_ZS -  
1, C_Col_TC_VAB) = 0  
    Next  
    Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(86, "D") =  
Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(85, "D")  
    For V_Fil = 1 To C_Num_Sect  
        For v_Col = 1 To C_Num_Sect  
            V_Pos_Fil = V_Fil + 1  
            V_Pos_Col = v_Col + 2  
            Application.Sheets("T4").Cells(V_Pos_Fil, V_Pos_Col) = 0  
        Next  
    Next  
End Sub
```

```

Private Sub PR_Primer Iteracion()
'Algoritmo que nos obtiene la primera población
    Dim V_Fila As Integer
    Dim v_Col As Integer
    For V_Fila = 1 To C_Num_Sect
        Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(V_Fila + C_Fil_Ini_ZS -
1, C_Col_TC_PPB) = _
            Application.Sheets("TC_INI").Cells(V_Fila +
C_Fil_Ini_ZS - 1, C_Col_TC_PPB)
        Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(V_Fila + C_Fil_Ini_ZS -
1, C_Col_TC_CI) = _
            Application.Sheets("TC_INI").Cells(V_Fila +
C_Fil_Ini_ZS - 1, C_Col_TC_CI)
        Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(V_Fila + C_Fil_Ini_ZS -
1, C_Col_TC_VAB) = _
            Application.Sheets("TC_INI").Cells(V_Fila +
C_Fil_Ini_ZS - 1, C_Col_TC_VAB)
    Next
End Sub

```

```

Private Sub PR_Calcula_T4()
'Algoritmo que nos obtiene la Tabla Input-Output de la primera
población
    Dim v_Col As Integer
    For v_Col = 1 To C_Num_Sect
        PR_Calcula_Col_T4 v_Col, 1
    Next
    Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(86, "D").Formula =
Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(87, "D")
End Sub

```

D.3. Algoritmo con limite Genético el número de poblaciones

El segundo de los algoritmos desencadena la ejecución de varios algoritmos que tienen como objetivo obtener la población final, con un límite genético, establecido a través del uso del propio interfaz gráfico, y que está marcado por el número de poblaciones posibles a obtener. Si el objetivo de desviación se cumple antes de obtener la última población, el algoritmo está programado para interrumpirse y dejará de obtener más poblaciones.

A continuación, se muestra un resumen del código de este algoritmo, programado en Microsoft Visual Basic, y formado por varios algoritmos. Desde el algoritmo principal se invoca al resto de los algoritmos. El algoritmo principal es:

```
Public Sub PR_Public_N_Iter()  
'Algoritmo General con limite genético el número de iteraciones  
    Dim V_Num As Integer  
    V_Num = InputBox("numero iteracs")  
    'Llamada al Algoritmo Detallado con limite genético el número de  
iteraciones  
    PR_N_iters V_Num  
End Sub
```

A continuación, se muestran el resto de algoritmos:

```

Private Sub PR_N_iters(V_Num As Integer)
'Algoritmo Detallado con limite genético el número de iteraciones
  Dim V_cont As Integer
  For V_cont = 1 To V_Num
    'Llamada al algoritmo de obtención de las diferentes
poblaciones
    PR_Realiza_Iteracion
    Application.Sheets("Desviacion").Cells(19, 2) = V_cont
    Application.Sheets("Desviacion").Cells(20, 2) = 1 +
Application.Sheets("Desviacion").Cells(20, 2)
    If Application.Sheets("Desviacion").Cells(12, 1) <
Application.Sheets("Desviacion").Cells(23, 2) Then
      MsgBox ("LIMITE ALCANZADO")
      Exit Sub
    End If
  Next
End Sub

Public Sub PR_Realiza_Iteracion()
'Algoritmo de obtención de las diferentes poblaciones
  Dim V_Fila As Integer
  Dim v_Col As Integer
  Application.Calculation = xlManual
  For V_Fila = 1 To C_Num_Sect
    Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(V_Fila + C_Fil_Ini_ZS -
1, C_Col_TC_PPB) = _
      Application.Sheets("Desviacion").Cells(C_Fil_NE_CI +
1, V_Fila + C_Col_Ini_ZS - 1) * _
      Application.Sheets("TC_INI").Cells(V_Fila +
C_Fil_Ini_ZS - 1, C_Col_TC_PPB)
    Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(V_Fila + C_Fil_Ini_ZS -
1, C_Col_TC_CI) = _
      Application.Sheets("Desviacion").Cells(C_Fil_NE_CI,
V_Fila + C_Col_Ini_ZS - 1)
  Next
  'Llamada al algoritmo que nos obtiene la Tabla Input-Output
  PR_Calcula_T4
  Application.Calculation = xlAutomatic
End Sub

```

```

Private Sub PR_Calcula_T4()
'Algoritmo que nos obtiene la Tabla Input-Output
  Dim v_Col As Integer
  For v_Col = 1 To C_Num_Sect
    'Llamada al algoritmo de detalle de obtención de la Tabla
Input-Output
    PR_Calcula_Col_T4 v_Col, 1
  Next
  Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(86, "D").Formula =
Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(87, "D")
End Sub

```

```

Private Sub PR_Calcula_Col_T4(P_Col As Integer, P_Ajuste_Fino As
Double)
'Algoritmo de detalle de obtención de la Tabla Input-Output
  Dim V_Fil As Integer
  Dim V_Pos_Fil As Integer
  Dim V_Pos_Col As Integer
  Dim V_Comp_Venta As Double 'Z
  Dim V_Comp_Compra As Double 'S
  Dim V_Crec_Ventas As Double
  Dim V_Crec_Comprs As Double
  Dim V_Final As Double
  Dim V_Mul_Venta As Integer ' Z ventas ligado a Ventas
  Dim V_Mul_Compra As Integer ' S Compras ligado a Compras
  Dim V_Crec_Medio As Double
  Dim V_Crec_Medio_iter As Double
  V_Crec_Medio = Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(85, "D")
  V_Crec_Medio_iter = Application.Sheets("Tasas Crec").Cells(86,
"D")

  For V_Fil = 1 To C_Num_Sect
    V_Pos_Fil = V_Fil + 1
    V_Pos_Col = P_Col + 2
    V_Crec_Ventas = Application.Sheets("Tasas
Crec").Cells(C_Fil_Ini_ZS + V_Fil - 1, C_Col_TC_CI)
    V_Crec_Comprs = Application.Sheets("Tasas
Crec").Cells(C_Fil_Ini_ZS + P_Col - 1, C_Col_TC_CI)

```

```

        V_Comp_Venta = V_Crec_Ventas * Application.Sheets("TIO
B").Cells(V_Pos_Fil, V_Pos_Col)
        V_Comp_Compra = V_Crec_Comprs * Application.Sheets("TIO
B").Cells(V_Pos_Fil, V_Pos_Col)
        'Establecimiento y control de las reglas consideradas para la
evaluación de la población
        V_Mul_Venta = 1
        V_Mul_Compra = 2
        If V_Crec_Comprs < 0.4 Then
            V_Mul_Compra = 10
        ElseIf V_Crec_Comprs < 1 Then
            V_Mul_Compra = 6
        ElseIf V_Crec_Compra <= V_Crec_Medio Then
            V_Mul_Compra = 4
        ElseIf V_Crec_Comprs < V_Crec_Medio_iter Then
            V_Mul_Compra = 3
        End If
        If V_Crec_Ventas < 0.4 Then
            V_Mul_Venta = 7
        ElseIf V_Crec_Ventas < 1 Then
            V_Mul_Venta = 4
        ElseIf V_Crec_Ventas <= V_Crec_Medio Then
            V_Mul_Venta = 3
        ElseIf V_Crec_Comprs < V_Crec_Medio_iter Then
            V_Mul_Venta = 2
        End If
        Application.Sheets("T4").Cells(V_Pos_Fil, V_Pos_Col) =
((V_Mul_Venta * V_Comp_Venta) + (V_Mul_Compra * V_Comp_Compra)) /
(V_Mul_Venta + V_Mul_Compra)
    Next
End Sub

```

D.4. Algoritmo con limite Genético la desviación objetivo

El tercero de los algoritmos relevantes de soporte a nuestro sistema SIMOCIE desencadena la ejecución de varios algoritmos que tienen como objetivo obtener la población final cuando se cumple el criterio del objetivo de desviación.

A continuación, se muestra un resumen del código de este algoritmo, programado en Microsoft Visual Basic, y formado por varios algoritmos. Desde el algoritmo principal se invoca al resto de los algoritmos. El algoritmo principal es:

```
Public Sub PR_Alcanza_objetivo()  
    'Algoritmo General con limite genético la desviación objetivo  
    'Llamada al algoritmo de reinicio  
    Reinicia_TODO  
    'Llamada al algoritmo de ajuste de los datos IO  
    PR_Ajusta_TIO  
    'Llamada al Algoritmo Detallado con limite genético la desviación  
    objetivo  
    PR_N_iters CInt(Application.Sheets("Desviacion").Cells(24, 2))  
End Sub
```

Mostramos, a continuación, resto de algoritmos; algunos de ellos han sido ya expuestos en la sección anterior como el algoritmo que nos obtiene las diferentes poblaciones o el algoritmo que calcula los datos Input-Output.

```
Private Sub PR_N_iters(V_Num As Integer)
'Algoritmo Detallado con limite genético la desviación objetivo
'NOTA: Este algoritmo es básicamente el algoritmo del número de
iteraciones pero con el parámetro establecido por el usuario
    Dim V_cont As Integer
    For V_cont = 1 To V_Num
        'Llamada al algoritmo de obtención de las diferentes
poblaciones (simétrico al algoritmo del número de interacciones)
        PR_Realiza_Iteracion
        Application.Sheets("Desviacion").Cells(19, 2) = V_cont
        Application.Sheets("Desviacion").Cells(20, 2) = 1 +
Application.Sheets("Desviacion").Cells(20, 2)
        If Application.Sheets("Desviacion").Cells(12, 1) <
Application.Sheets("Desviacion").Cells(23, 2) Then
            MsgBox ("LIMITE ALCANZADO")
            Exit Sub
        End If
    Next
End Sub
```

```
Public Sub PR_Ajusta_TIO()  
'Algoritmo de ajuste de los datos IO  
    Dim V_Fil As Integer  
    Dim v_Col As Integer  
    Dim V_Pos_Fil As Integer  
    Dim V_Pos_Col As Integer  
    Dim V_Desviac_Col As Double  
    Dim V_Multi As Double  
    For v_Col = 1 To C_Num_Sect - 1  
        V_Desviac_Col = Application.Sheets("Desviacion").Cells(11,  
v_Col + 2)  
        V_Desviac_Col = V_Desviac_Col * 1.0005  
        V_Multi = 1 + (V_Desviac_Col / 100)  
        Application.Calculation = xlManual  
        For V_Fil = 1 To C_Num_Sect  
            V_Pos_Fil = V_Fil + 1  
            V_Pos_Col = v_Col + 2  
            Application.Sheets("T4").Cells(V_Pos_Fil, V_Pos_Col) =  
Application.Sheets("T4").Cells(V_Pos_Fil, V_Pos_Col) * V_Multi  
        Next  
        DoEvents  
        Application.Calculation = xlAutomatic  
    Next  
End Sub
```

D.5. Algoritmo de la Función

Mutación

Por último, mostramos el algoritmo que nos permite ir mutando las diferentes poblaciones que vamos obteniendo desde el resto de algoritmos. Este algoritmo se llama de forma automática desde el interfaz de SIMOCIE cuando se procesan el resto de algoritmos. A continuación, se muestra un resumen del código de este algoritmo:

```
'ALGORITMO DE AJUSTE DE LA FUNCION MUTACION DE LA POBLACION
Public Function FN_Corrector(P_Desv As Double) As Double
    FN_Corrector = 1
    If P_Desv > 0.999999 And P_Desv < 1.000001 Then
        FN_Corrector = 1
    ElseIf P_Desv < 1 Then
        FN_Corrector = 1 - ((P_Desv - 1) ^ 2)
    ElseIf P_Desv > 1 Then
        FN_Corrector = 1 + ((P_Desv - 1) ^ 2) /
Application.Sheets("Desviacion").Cells(16, "C")
    Else
        FN_Corrector = Atn(P_Desv - 1) / 2 + 1
    End If
End Function
```

ANEXO E. Web

SIMOCIE

Como complemento a la Tesis Doctoral se ha realizado **se ha desarrollado un Portal Web con la información más relevante de la Tesis Doctoral y el Sistema SIMOCIE.**

El Portal, denominado Web SIMOCIE, tiene la siguiente estructura:

- En la página **WEB PRINCIPAL** se resume la organización y los diferentes contenidos del portal.
- La sección **TESIS DOCTORAL** muestra un resumen de la Tesis Doctoral y también se puede visualizar la tesis completa en formato PDF.
- Se incluye un acceso a la **BIBLIOGRAFIA** básica de la Tesis Doctoral.
- Desde la sección **SIMOCIE** se puede acceder al interfaz general del sistema de soporte al modelo MOCIE. El interfaz general presenta un menú para el acceso a los diferentes niveles del Modelo MOCIE y el resto de componentes del sistema, como el Sistema SIMOCIE Genético.

- En las secciones **SENORES** y **FUENTES** se ha incluido información sobre los diferentes sensores con interfaces de conexión con el sistema SIMOCIE y las fuentes bibliográficas que han considerado de mayor interés como los Cuadernos de Política Industrial del Ministerio de Defensa, varios documentos sobre la contratación pública, diferentes informes económicos y documentación complementaria sobre economía pública y de la defensa.
- En la sección **CURRICULUM** se encuentran dos versiones del Curriculum del Alumno, en inglés y en español.
- La sección **CONTACTO** incluye información de contacto con diferentes enlaces.

La siguiente figura muestra el Código QR (Quick Response Code) de la página Web de SIMOCIE, a través del cual puede accederse al portal.

Figura E-1 Código QR de la página Web de SIMOCIE



Fuente: elaboración propia

El Portal Web, accesible a través de la URL <http://cozweb.es/tesis>, ha sido desarrollado utilizando la tecnología *Bootstrap*, un Framework de desarrollo Software para aplicaciones Web de tipo Open Source que se encuentra ubicado bajo la plataforma de desarrollo colaborativo *GitHub*, y que originariamente fue desarrollado por la empresa Twitter y conocido como *Twitter Blueprint*.

Esta tecnología permite que el diseño gráfico de las páginas web desarrolladas se ajuste dinámicamente, considerando las diferentes características del dispositivo utilizado, incluyendo computadoras, tabletas o teléfonos móviles.

Algunos de los interfaces disponibles en el Portal Web SIMOCIE se muestran a continuación.

Figura E-2 Algunos Interfaces del Portal Web de SIMOCIE

Tesis doctoral **SIMOCIE** Bibliografía Sensores- Fuentes- Currículum Vitae- Contacto



Modelo del Conocimiento para la Evaluación del Impacto Económico de Programas Públicos
Aplicación en el Sector Defensa

SIMOCIE: Sistema de soporte al Modelo MOCIE

Modelo de Gestión del Conocimiento para el Impacto Económico (MOCIE) DASHBOARD GENERAL

VISION GENERAL DEL MODELO MOCIE:

- Esquema General del Modelo MOCIE
- La Toma de Decisiones en el Modelo MOCIE
- Arquitectura del Sistema de Soporte al Modelo MOCIE
- Usos y Visualización del Modelo MOCIE
- Usos, Visualización y Niveles

SIMULADOR TESIS DOCTORAL
Jose Ramon Coz Fernandez

USOS DE LA VISUALIZACIÓN DE DATOS ECONÓMICOS

PERCEPCIÓN ECONÓMICA	COMPRESIÓN ECONÓMICA	PROYECCIÓN ECONÓMICA
Monitorización	Comunicación	
	Inspección	
	Exploración	Predicción

CONCIENCIA SITUACIONAL DEL IMPACTO ECONÓMICO

ESTADO → Percepción de los elementos en la situación actual NIVEL 1 → Comprensión de la situación actual NIVEL 2 → Proyección del estado futuro NIVEL 3 → DECISION → MEDICIÓN DE LAS ACCIONES → Feedback → ESTADO

Expectativas, metas y objetivos → CONCIENCIA SITUACIONAL DEL IMPACTO ECONÓMICO → MEDICIÓN DE LAS ACCIONES → Feedback → ESTADO

Capacidad del Sistema
- Inteligencia
- Computación
- Automatización

INTELIGENCIA
EXPERIENCIA
FORMACIÓN



[Tesis doctoral](#) [SIMOCIE](#) [Bibliografía](#) [Sensores-](#) [Fuentes-](#) [Currículum Vitae-](#) [Contacto](#)



Modelo del Conocimiento para la Evaluación del Impacto Económico de Programas Públicos

Aplicación en el Sector Defensa



Esta Web es un complemento de la Tesis Doctoral: "MODELO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO PARA EL IMPACTO ECONÓMICO. APLICACIÓN AL SECTOR DEFENSA".

La Tesis doctoral ha sido dirigida por la Catedrática Aurelia Valiño Castro del Departamento de Economía Aplicada VI (Hacienda Pública y Fiscal) de la Universidad Complutense de Madrid.

El objetivo de la tesis es la presentación de un nuevo Modelo de Gestión del Conocimiento para monitorizar el Impacto Económico de los Programas Públicos. Además, se realiza una aplicación particular dentro del Sector de la Defensa.

Para ello se ha propuesto un Modelo específico de Gestión del Conocimiento, denominado MOCIE, que nos permite conocer el impacto económico de los programas públicos.

Este modelo está soportado por un sistema de información, denominado SIMOCIE, que coadyuvará a los analistas económicos para la toma de decisiones en el campo de las inversiones públicas.

La Web SIMOCIE ofrece acceso al sistema SIMOCIE, a las principales Fuentes de datos y a los diferentes sensores del sistema. Además, la Web dispone de diversos enlaces al perfil del Doctorando y a otras paginas Web relacionadas con la Tesis.

Fuente: elaboración propia, desde la Web de SIMOCIE

