



Universidad de Valladolid
Facultad de Ciencias Económicas
y Empresariales

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Administración y Dirección
de Empresas

Dinámica de Sistemas aplicada
al sector textil en España

Presentado por:

Mónica Villafáñez Mayor

Valladolid, 8 de Julio de 2023

Índice de contenidos

1. INTRODUCCIÓN	1
2. EL SECTOR TEXTIL EN ESPAÑA	3
2.1 Definición y clasificación del sector textil	3
2.2 Historia del sector textil en España	4
2.3 Información relevante del sector textil	6
2.3.1 Empresas	6
2.3.2 Empleo.....	7
2.3.3 Cifra de negocios	7
2.3.4 Balanza Comercial	8
3. DINÁMICA DE SISTEMAS	9
3.1 Concepto de Dinámica de Sistemas	9
3.2 Elementos de la Dinámica de Sistemas	10
3.2.1 Diagrama Causal.....	10
3.2.2 Diagrama de Forrester	12
3.3 Fases de la Dinámica de Sistemas	14
4. EVOLUCIÓN DEL MODELO	14
4.1 Hipótesis	14
4.2 Variables	18
4.3 Diagrama de Forrester	21
4.4 Evolución del modelo	23
5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	27
5.1 Aranceles	27
5.2 Gasto por devoluciones	29
6. CONCLUSIONES	32
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXO	37

Índice de gráficos y figuras

Gráfico 2.1: Evolución del número de empresas en miles, según ramas de actividad (2000-2020)	6
Gráfico 2.2: Evolución del número de empleados en miles, según ramas de actividad (2000-2020)	7
Gráfico 2.3: Evolución de la cifra de negocios según ramas de actividad, millones de euros (2000-2020)	8
Gráfico 2.4: Balanza comercial, millones de euros (2000-2020)	9
Figura 4.1: Diagrama de Forrester	22
Figura 4.2: Compra de materias primas	24
Figura 4.3: Venta de productos terminados	24
Figura 4.4: Exportaciones	24
Figura 4.5: Importaciones	24
Figura 4.6: Productos terminados	26
Figura 4.7: Productos devueltos	24
Figura 4.8: Devoluciones	24
Figura 4.9: Desechos	24
Figura 4.10: Productos en proceso	24
Figura 5.1: Productos terminados	27
Figura 5.2: Compra de materias primas	28
Figura 5.3: Venta de productos terminados	28
Figura 5.4: Devoluciones	28
Figura 5.5: Productos devueltos	28
Figura 5.6: Desechos	28
Figura 5.7: Productos en proceso	29
Figura 5.8: Venta de productos terminados	29
Figura 5.9: Compra de materias primas	29

RESUMEN

El presente TFG analiza el sector textil español, uno de los más importantes a nivel de facturación en España. Inicialmente, se explica el sector de manera general, informando acerca de su evolución histórica y de las actividades económicas que lo componen. Después, se analiza la evolución en los últimos veinte años del número de empresas y empleo, además de la balanza comercial y de los niveles de las cifras de negocio. El objetivo es conocer la evolución de las diferentes fases que componen el proceso de producción del sector. Para ello, aplicaremos la Dinámica de Sistemas simulando el modelo que corresponde y estudiando cómo evoluciona el sector en los próximos veinte años. Por último, se realiza un análisis de sensibilidad para comprobar cómo cambia el modelo ante posibles variaciones en alguno de sus parámetros.

Palabras clave: Dinámica de Sistemas, sector textil, logística.

Códigos JEL: C61, L67, L81.

ABSTRACT

This project analyzes the Spanish textile sector, one of the most important in terms of revenue in Spain. Initially, the sector is explained in a general way, informing about its historical evolution and the economic activities that compose it. Then, we analyze the evolution of the number of companies and employment, as well as the trade balance and business figures, over the last twenty years. The objective is to understand the evolution of the different phases that make up the production process of the sector. To do this, we will apply System Dynamics by simulating the appropriate model and studying how the sector evolves in the next twenty years. Finally, a sensitivity analysis is performed to check how the model changes in response to possible variations in any of its parameters.

Keywords: System Dynamics, textile sector, logistics.

JEL Codes: C61, L67, L81.

1. INTRODUCCIÓN

El sector textil es uno de los sectores más importantes en España debido al gran número de trabajadores que emplea y a su contribución significativa a la economía del país, siendo esta del 2'8% en el año 2022. Se caracteriza por la existencia de una gran cantidad de pequeñas y medianas empresas (PYMES) dedicadas a la fabricación de productos textiles específicos y de grandes empresas como Inditex, Mango, El Corte Inglés o Tendam, dedicadas a la producción y venta de todo tipo de tejidos y prendas de vestir y calzado (Modaes.es, 2022b).

Aunque el sector ha sufrido una reestructuración en su productividad y competitividad en los últimos años, es clave en la modernización económica y social del país. En primer lugar, ayuda a fijar y descentralizar la población en diferentes provincias de nuestro país, además de ser un referente en la inserción de la mujer al mundo laboral y en la igualdad de puestos directivos en empresas del sector. También, da oportunidades laborales a trabajadores no cualificados y a personas en riesgo de exclusión social. Uno de los grandes problemas a los que se ha enfrentado en las últimas décadas ha sido la pandemia Covid-19, durante la cual el volumen de ingresos se redujo en un 35%, teniendo efectos directos e inmediatos sobre las empresas y el mercado laboral (Ernst & Young, 2020).

Además, durante ese mismo año el sector consiguió dinamizar el desarrollo del comercio electrónico, por lo que millones de personas compraron ropa online por primera vez. La cuota de mercado del canal online de productos como las prendas de vestir, calzado y accesorios en España en el 2021 alcanzó un 15'6%, un nivel muy superior en comparación al 2019 en el que tan sólo logró un 6,7% de cuota (Ernst & Young, 2020).

Por último, señalar que es un sector muy influenciado por factores externos como las tendencias globales, las decisiones políticas y los condicionantes socioeconómicos, los cuales afectan directamente a los retos a los que se enfrenta como la digitalización o la sostenibilidad. Por esta razón, el sector de la moda ha sido uno de los grandes afectados por la guerra en Ucrania, ya que

debido a las dificultades generadas en el suministro de la energía, los costes de las empresas españolas se han visto incrementados, siendo una situación insostenible para las mismas (Modaes.es, 2022).

El presente TFG tiene como objetivo general realizar una revisión del sector textil en España en los últimos años y un estudio particular de las distintas fases del proceso de producción del conjunto del sector textil, desde la compra de materias primas, pasando por las distintas etapas de producción intermedias, hasta la obtención de los productos terminados, para así plantear posibles escenarios y simular la evolución de estas variables en los próximos veinte años.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: después de la introducción, en el apartado 2, se explicará el marco conceptual del sector textil en España y su evolución a lo largo del periodo establecido. El apartado 3 comprenderá una visión global de la Dinámica de Sistemas que incluirá el concepto, los elementos y las fases que la componen. El apartado 4 explicará las variables e hipótesis tenidas en cuenta para la realización del modelo, además de analizar su evolución durante los próximos veinte años. En el apartado 5 se realizará un análisis de sensibilidad del modelo elaborado y, por último, el apartado 6 contendrá las conclusiones extraídas del trabajo.

2. EL SECTOR TEXTIL EN ESPAÑA

2.1 Definición y clasificación del sector textil

Para empezar a comprender el significado este gran concepto, la Compañía Española de Seguros de Crédito a la Exportación (CESCE) define al sector textil como *“el conjunto de procesos que tienen como finalidad la creación de diferentes productos de vestuario. Estos procesos incluyen desde la producción de las fibras y la elaboración de prendas de vestir y calzado, hasta la distribución del producto al consumidor final”*. *“El sector textil-confección es un sector maduro, atomizado y muy intensivo en mano de obra a medida que baja la confección, ya que las fases productivas superiores son esencialmente intensivas en capital.”* (CESCE 2015, pp. 6).

El sector textil constituye un sector heterogéneo y diverso que comprende un extenso número de actividades productivas, donde cada una de ella presenta características particulares. Así, como indica el Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias (IDEPA, 2019), el sector textil comprende todas las empresas dedicadas a la fabricación de artículos textiles, confección y peletería así como las empresas dedicadas a la preparación y acabado del cuero.

Siguiendo la nueva Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE 2009), esta actividad está incluida en la División 13 "Industria textil", División 14 "Confección de prendas de vestir " y la División 15 "Industria del cuero y del calzado" y se corresponden con los epígrafes siguientes:

CNAE 13. Industria textil

- CNAE 13.1 Preparación e hilado de fibras textiles.
- CNAE 13.2 Fabricación de tejidos textiles.
- CNAE 13.3 Acabado de textiles.
- CNAE 13.9 Fabricación de otros productos textiles.

CNAE 14. Confección de prendas de vestir

- CNAE 14.1 Confección de prendas de vestir, excepto de peletería.
- CNAE 14.2 Fabricación de artículos de peletería.

- CNAE 14.3 Confección de prendas de vestir de punto.

CNAE 15. Industria del cuero y del calzado

- CNAE 15.1 Preparación, curtido y acabado del cuero; fabricación de artículos de marroquinería, viaje y de guarnicionería y talabartería; preparación y teñido de pieles.
- CNAE 15.2 Fabricación del calzado.

2.2 Historia del sector textil en España

En este apartado se revisará la evolución histórica del sector textil en España prestando especial interés a aspectos como el comercio exterior, la productividad y el empleo.

El sector textil junto con la siderurgia, fueron las primeras actividades industriales modernas que se instauraron en nuestro país al inicio del siglo XIX. Poco a poco y aprovechando la energía hidráulica, térmica y el carbón inglés, las fábricas fueron gozando de éxito y rentabilidad. Sin embargo, tenían que estar muy pendientes de la competencia, principalmente de Inglaterra, ya que los productos españoles no eran competitivos en términos de precio y calidad, por lo que tuvieron que innovar adquiriendo nueva maquinaria y mejorando sus procesos productivos (Sojo, 2012).

Ya en el siglo XX y hasta la década de los cincuenta, tras el periodo autárquico y los Planes de Desarrollo Económico, el sector siguió siendo uno de los más importantes en cuanto a creación y mantenimiento de empleo, aunque seguía caracterizado por la escasa competitividad en el ámbito del comercio exterior, costes productivos y salariales bajos, además de maquinaria obsoleta de la época de entreguerras. Pasada la Guerra Civil Española, a principios de los años sesenta, el aumento del nivel de vida de los países europeos en general, y de España en particular originó un incremento en la demanda de los productos textiles. Así pues, empezaron a implantarse economías de escala, procesos tayloristas y nuevas fibras artificiales que satisficieron las exigencias de dicha demanda.

En la década de los setenta, la oferta y la demanda nacionales de los productos textiles fueron muy similares gracias a la mejora en técnicas productivas en procesos como la preparación de materias primas, hilado, tejido y acabado. No será hasta 1986 con La Ronda de Uruguay, que se ponga fin al régimen proteccionista que caracterizó a los años anteriores (Masía y Capó, 2003).

La liberalización comercial que tuvo lugar tras la entrada de España en la Comunidad Económica Europea supuso, por un lado, que las empresas estuvieran más afectadas por las importaciones y, por otra parte, el aumento de la renta per cápita y nivel de vida de la población. A mayor renta, mayor poder adquisitivo, lo que hacía que, además de poder adquirir el producto nacional, fueran capaces de acceder a los productos importados que antes no eran asequibles. Esto provocó que los escasos beneficios que las empresas obtenían fueran insuficientes para cubrir los costes de personal, viéndose muchas obligadas a cerrar, aumentando así el desempleo. Tras este acontecimiento, se generó una gran inversión tecnológica que hizo que mejorase la productividad, situando al país como uno de los principales de la industria (Sojo, 2012).

La crisis financiera del 2008 implicó una contracción de la oferta que se debió tanto a la destrucción de empresas como a la destrucción de la actividad de las que sobrevivieron, si bien el sector ya estaba en declive desde el año 2000 cuando se dieron las primeras pérdidas de empleo significativas de la industria. Así pues, entre 2007 y 2014 se destruyeron 800.000 empleos y las cifras de ventas se redujeron en 220 millones de euros (Groizard y Marqués, 2015).

A partir del 2014 y hasta la llegada de la pandemia en el 2020, el comportamiento del empleo, de la actividad industrial y de las exportaciones fue favorable. Aunque siguen siendo años de recuperación tras la crisis y de expansión internacional de muchas empresas españolas, un gran número de competidores extranjeros se posicionaron en nuestro país (CESCE, 2018).

Finalmente, cabe destacar que pese a la gran crisis económica derivada del Covid-19, el sector ha sido capaz de contribuir en 2020 un 4'1% al mercado laboral español y generar un 2'8% del Producto Interior Bruto Nacional, siendo

el sector uno de los pilares de la economía española. Además, supone el 8'7% de las exportaciones del país y contribuye un 13% al PIB del comercio (Ernst & Young, 2020).

2.3 Información relevante del sector textil

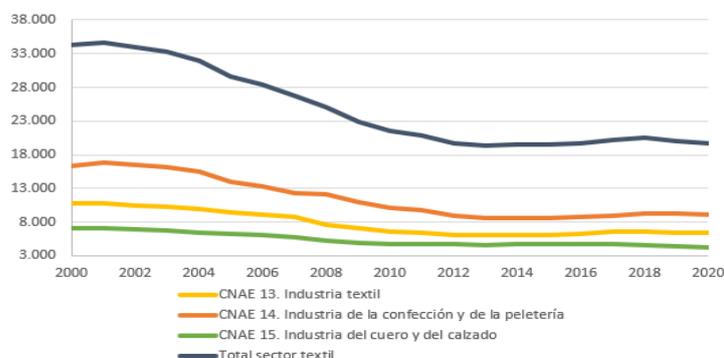
El sector textil supone un 11'5% de la industria manufacturera y esta a su vez, un 5'1% de la industria de nuestro país. Debido a su gran importancia, este apartado va a servir de herramienta para poder comprender las grandes magnitudes de esta industria y su evolución a través de ciertas variables económicas.

2.3.1 Empresas

En las últimas dos décadas, el sector ha experimentado un claro descenso de su volumen empresarial, de forma que, paulatinamente, el número de empresas se ha reducido en aproximadamente un 42% en tan solo veinte años. El **Gráfico 2.1** muestra, para el año 2020, que la industria de la confección y de la peletería es la que mayor número de empresas aporta al sector textil con un 46%, seguida por la industria textil con un 33% y siendo la última la industria del cuero y del calzado con un 21%.

La profunda crisis económica que afectó al país a partir de 2008, desencadenó el cierre de una gran cantidad de empresas, pero a partir del 2013, surgió un cambio favorable de tendencia, por lo que el volumen de empresas ha aumentado ligeramente y en 2020 existen 19.729 empresas dedicadas a la industria.

Gráfico 2.1: Evolución del número de empresas en miles, según ramas de actividad (2000-2020)



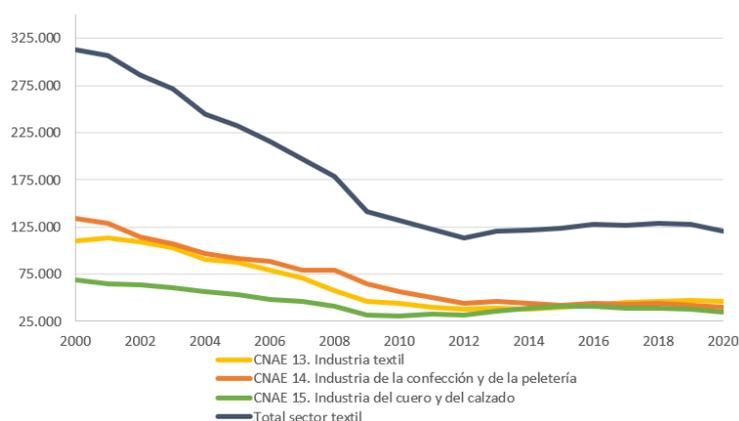
Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del INE.

2.3.2 Empleo

Como refleja el **Gráfico 2.2**, el número de empleados se ha reducido de manera considerable en el periodo estudiado. En el año 2000 había aproximadamente 300.000 ocupados y en 2020 cerca de 120.000, reduciéndose así el empleo en un 62%. Es destacable el descenso del empleo a partir de la crisis financiera ya que en tan solo un año se perdieron 36.384 puestos. A partir del 2012 y hasta la actualidad, hay una tendencia lineal en el mantenimiento del empleo.

Al igual que con el número de empresas, la industria de la confección y de la peletería es la que más trabajadores aporta al sector, seguido por la industria textil y la industria del cuero y calzado. Cabe destacar que a partir del 2015 la tendencia varía, ya que las cifras de empleo de las diferentes ramas de actividad tienden a unificarse teniendo valores muy similares, pasando a partir del año siguiente a ser la industria textil la que más contribuya al empleo seguida por la industria de la confección y del cuero y calzado.

Gráfico 2.2: Evolución del número de empleados en miles, según ramas de actividad (2000-2020)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del INE.

2.3.3 Cifra de negocios

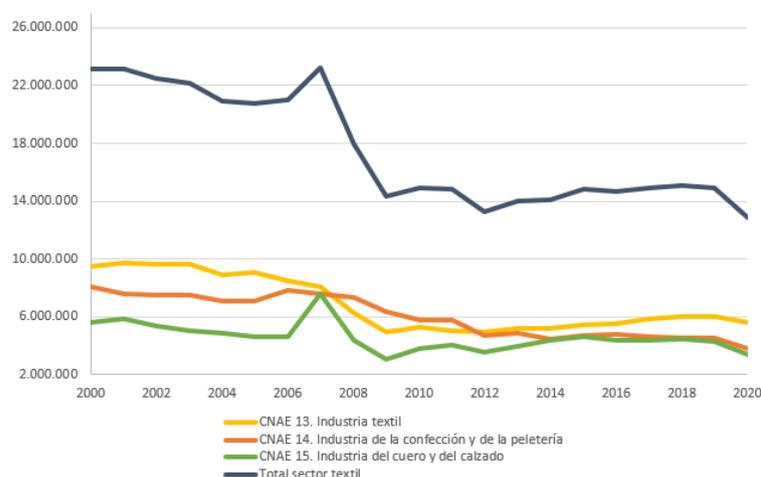
Como se observa en el **Gráfico 2.3**, la tendencia de la cifra de negocios del sector ha sido negativa durante todo el periodo estudiado aunque con pequeños incrementos en periodos puntuales y cortos de tiempo. La reducción más importante tuvo lugar entre el 2007 y el 2009, cuando la cifra de negocios descendió en un 38% respecto al año anterior. En los siguientes dos años la

cifra se recuperó, pero en 2012 sufrió una caída de un millón y medio de euros respecto al año anterior. Desde entonces y hasta el 2019, la facturación ha tendido a recuperarse aunque lejos de alcanzar los valores previos a la Gran Recesión.

En el último año del periodo estudiado se observa una importante caída del volumen de negocio de aproximadamente dos millones de euros. Esto es debido a la crisis económica que surgió a partir de la pandemia mundial causada por el COVID-19, por la que se paralizó la producción de muchas de las industrias españolas debido al confinamiento de la población, además de las escasas ventas y exportaciones que tuvieron lugar en ese periodo ya que al cerrarse muchas de las fronteras de los países, se redujo el comercio exterior.

La tendencia seguida por la industria del cuero y el calzado es muy similar a la del total del sector textil, no siendo la que más ha contribuido de las tres ramas de actividad pero que, desde 2015, se ha igualado con la industria de la confección y la peletería.

Gráfico 2.3: Evolución de la cifra de negocios según ramas de actividad, millones de euros (2000-2020)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del INE.

2.3.4 Balanza Comercial

El saldo exterior de la balanza comercial del sector textil se ha mantenido con déficit durante todo el periodo estudiado, siendo siempre el valor de las importaciones mayores que las exportaciones (**Ver Gráfico 2.4**).

Las exportaciones se han mantenido en una tendencia alcista. Si bien durante la crisis financiera se estancaron, a partir de entonces mejoraron hasta alcanzar en 2019 la mejor cifra, por encima de los 21.000 millones. La buena tendencia no se mantuvo por mucho tiempo ya que un año después las exportaciones cayeron un 18%, volviendo a valores del 2015.

En cuanto a las importaciones, estas también han mostrado una tendencia creciente, alcanzando su máximo en 2019 con un aumento del 205'66% respecto al inicio del periodo estudiado.

Según datos del Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX), los principales países receptores de las exportaciones españolas fueron Francia, Italia y Portugal. Por lo que respecta al origen de las importaciones del sector, los principales países fueron China, Bangladesh y Turquía.

Gráfico 2.4: Balanza comercial, millones de euros (2000-2020)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del ICEX.

3. DINÁMICA DE SISTEMAS

3.1 Concepto de Dinámica de Sistemas

La Dinámica de Sistemas es una herramienta que se basa en la construcción de modelos de simulación. Estos modelos ayudan a abordar situaciones complejas de la vida real y estudiar su evolución a lo largo de un periodo de tiempo determinado, aplicando la observación de un todo y la relación con cada una de sus partes.

Como señalan Aracil y Gordillo (1997), un sistema es una unidad compuesta de diferentes partes coordinadas entre las que se establece una relación, de modo que forman una unidad.

El otro elemento esencial es la dinámica, que hace referencia al carácter de cambio constante del sistema. En el contexto del modelo se traduce en que las distintas variables que asociamos al sistema interactúan entre ellas, produciéndose cambios a lo largo del tiempo.

Mediante esta metodología, se construyen modelos de los que podemos explicar su comportamiento, y se puede pronosticar cómo se modificarán a lo largo del tiempo las variables que los componen.

3.2 Elementos de la Dinámica de Sistemas

3.2.1 Diagrama Causal

Los **Diagramas Causales** son diagramas que recogen información cualitativa de los elementos clave del sistema y de las posibles relaciones entre ellos, permitiendo conocer así la estructura de dicho sistema.

De esta manera y para su representación gráfica, se puede definir un esquema que representará a través de flechas las relaciones causa-efecto entre las variables del sistema. Estas pueden ser positivas o negativas, dependiendo del tipo de influencia que se ejerza entre ellas:

- La relación es positiva si la variación que experimentan las dos variables tiene el mismo sentido, siendo A la variable causa y B la variable efecto.

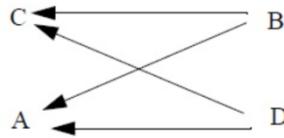
$$A \xrightarrow{+} B$$

- La relación es negativa si la variación que experimentan las dos variables tiene sentido contrario.

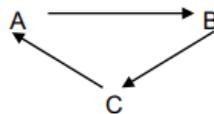
$$A \xrightarrow{-} B$$

Según el diagrama causal se generan dos tipos de estructuras:

- **Sistemas de estructura simple:** las relaciones causa-efecto entre las variables son abiertas, por lo que no hay ningún tipo de interacción entre ellas.

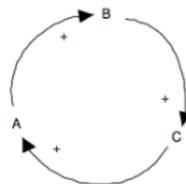


- **Sistemas de estructura compleja:** las relaciones causa-efecto entre las variables, llamadas también ciclos de realimentación o bucles, son cerradas.

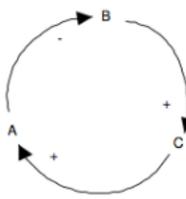


Estos últimos se clasifican en:

- **Bucles de realimentación positiva:** son aquellos en los que la variación de un elemento se propaga a lo largo del bucle de tal manera que refuerza la variación inicial. Se caracterizan por tener un número de relaciones causa-efecto negativas par o nulo, y conducen a comportamientos explosivos.



- **Bucles de realimentación negativa:** son aquellos en los que la variación de un elemento se propaga a lo largo del bucle contrarrestando la variación inicial. Se caracterizan por tener un número de relaciones causa-efecto negativas impar y conducen a comportamientos estables.



Lo más común es que en los sistemas se presenten ambos tipos de bucles de realimentación, por lo que, dependiendo de cuales sean los dominantes en el momento, el comportamiento global del sistema será uno u otro. (Álvarez y Alonso, 2000)

3.2.2 Diagrama de Forrester

El diagrama de Forrester es una representación simbólica de las variables de nivel, flujo y auxiliares que conforman un diagrama causal una vez identificadas.

Estas variables están unidas entre sí garantizando la realimentación del sistema a través de dos tipos de canales:

Canales de información: transmiten información entre las variables.



Canales materiales: transmiten unidades de materia entre las variables.

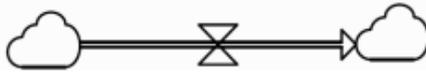


Estos canales no se pueden unir directamente entre ellos por lo que se introducen determinadas variables que son:

- **Variables de nivel:** son aquellas en las que se acumula la materia y cuya evolución es significativa para el estudio del sistema. Los niveles se unen a través de canales materiales a las variables flujo y a través de canales de información a los otros tipos de variables.



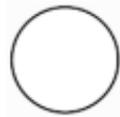
- **Variables de flujo:** son aquellas que determinan las variaciones en las variables de nivel del sistema ya sea introduciendo materia, lo que se denomina flujo de entrada o extrayéndola, flujo de salida.



- **Variables exógenas:** son aquellas que representan acciones del medio externas al sistema, influyen en él y pueden variar con el tiempo.



- **Variables auxiliares:** son aquellas que reciben información de las variables del sistema y la envían a otras variables auxiliares o a los flujos.



- **Constantes:** son aquellos elementos que no varían ni se modifican en el tiempo.



Como hemos señalado anteriormente, las variables de nivel llevan asociadas como mínimo una variable flujo, ya sea de entrada o de salida. En el caso de tener ambos flujos, podemos expresar su evolución a través de las siguientes ecuaciones:

$$\frac{dN(t)}{dt} = FE(t) - FS(t); \quad N(t) = N(0) + \int_0^t (FE(t) - FS(t))dt.$$

Por lo tanto, a cada nivel se le asocia una ecuación matemática que representa su evolución en el tiempo y que de manera aproximada se expresa de esta manera:

$$N(t + \Delta t) = N(t) + \Delta t [FE(t) - FS(t)].$$

3.3 Fases de la Dinámica de Sistemas

Para el proceso de construcción del modelo, Forrester (1969), señala las siguientes fases:

- 1) Fase de conceptualización: consiste en familiarizarse con el problema que se va a estudiar para, posteriormente, definir los aspectos a resolver describiéndolos de forma clara y precisa. De forma progresiva se irán identificando los elementos del sistema, los bucles de realimentación y estableciendo el diagrama causal que refleja las relaciones entre las variables.
- 2) Fase de formalización: consiste en la formalización del diagrama causal a un lenguaje matemático, disponiendo así del sistema en forma de ecuaciones.
- 3) Fase de evaluación y explotación: consiste en comprobar a través de simulaciones, las hipótesis sobre las que se ha construido el modelo donde pueden darse reformulaciones o modificaciones. También se estudiará la sensibilidad y el comportamiento del modelo ante distintas políticas con el propósito de implantar recomendaciones a una actuación futura.

4. EVOLUCIÓN DEL MODELO

En este apartado se va a proceder a realizar el estudio del proceso productivo del sector textil a través de las diferentes fases de producción, que vendrán representadas por variables de nivel.

4.1 Hipótesis

Para poder construir y dar solución al modelo sistémico es necesario realizar algunas hipótesis que ayuden a entender la información recopilada:

- Para estudiar el sistema se trabaja en tiempo discreto y la unidad de tiempo es el año, siendo $\Delta t = 1$. El año de inicio de análisis es el 2020.
- El periodo de estudio abarca desde el año 2020 hasta el 2040.
- La unidad de medida de niveles y flujos son millones de euros.
- Se considera que la tendencia de la cuantía de las importaciones y las exportaciones de los productos terminados es cíclica, ya que en base a la información del periodo estudiado entre los años 2010 y 2019, existe una tendencia de crecimiento de sus valores durante tres años hasta

que alcanzan su máximo valor y a partir del cuarto año van decreciendo durante otros tres años alcanzando su valor mínimo en el sexto año y luego vuelven a tomar valores otra vez crecientes.

Para simular este comportamiento, se utilizará la función seno, ya que se caracteriza por ser una función de carácter cíclico, fluctuando en torno a un valor medio de manera repetitiva.

El periodo que transcurre entre dos puntos equivalentes de la función, lo que se denomina el periodo de oscilación, se ha considerado de seis años, ya que la gráfica toma valores crecientes durante tres años y decrece durante otros tres, llegando a dibujar ese mismo patrón cada seis años.

Para realizar la simulación se han calculado los valores medios de las exportaciones y de las importaciones a partir de los datos suministrados por el Informe Económico de la Moda en España (Modaes.es, 2022a), entre los años 2010 y 2019. Los valores medios de las importaciones son: para la industria textil 13.640'90 para la industria de la confección 23.907'80 y para la industria del cuero y del calzado 14.405'60. En el caso de las exportaciones el valor medio para la industria textil es de 13.358'40 para la industria de la confección 19.804'50 y para la industria del cuero y del calzado 13.761'60.

Para terminar de definir la función de las exportaciones e importaciones, hay que tener en cuenta el valor de la amplitud de la función, la cual representa la mitad de la distancia entre los valores máximo y mínimo que toma la función. Para ambas funciones, el valor que tomará la amplitud es de 400, de manera que la función quede ajustada gráfica y analíticamente.

- Las variables de nivel se definen como vectores de 3 componentes, representando la industria textil, la industria de confección de prendas de vestir y la industria del cuero y calzado.
- En todas las variables de nivel del diagrama se parte de un valor inicial no nulo, ya que el estudio es una simulación a partir del año 2020 y, por lo tanto, partimos de unos datos estimados.
- La variable de nivel 'stock de materias primas' toma unos valores iniciales de 119.871, 138.626 y 95.561 millones de euros para la

industria textil, la industria de la confección y la industria del cuero y calzado, respectivamente.

- Los valores iniciales del nivel 'productos en proceso' son: 114.621,136.838 y 92.602 millones de euros para la industria textil, la industria de la confección y la industria del cuero y calzado, respectivamente.
- Las cantidades de partida de los 'productos terminados' para la industria textil, la industria de la confección y la industria del cuero y calzado son, respectivamente, 109.500, 107.520 y 83.872 millones de euros. Se han estimado en esta cantidad para que el valor de las ventas en el primer periodo de estudio, coincida con el valor medio que se ha calculado a través de los datos de las ventas aportado por el Informe Económico de la Moda en España (Modaes.es, 2022a) del periodo 2000-2019.
Se han considerado unos valores iniciales tanto para el stock de materias primas como para los productos en proceso superiores a los valores de los productos terminados ya que, a partir de las materias primas se crean los productos en proceso y posteriormente los productos terminados. Además, mantener un mayor nivel de stock permite cubrir roturas o incrementos de la demanda imprevistos, si bien, hay que considerar que mantener excesivas cantidades de stock supone un coste excesivo de almacén que se podría repercutir en los precios de venta (Escudero, 2015).
- El nivel que recoge los 'productos devueltos', parte de unas cifras iniciales con valor para la industria textil, industria de la confección y la industria del cuero y calzado de 32.850, 32.256 y 25.161 millones de euros respectivamente. Estas cifras se han estimado en base al informe aportado por la Cooperativa Moda-re: "Análisis de la recogida de la ropa usada en España", en el cual señala que aproximadamente, un tercio de la ropa producida se devuelve (Modare-S, 2021), por lo que nuestras cifras de partida de los productos devueltos serán un tercio de los productos terminados.
- Según Modaes.es (2022a), las compras de materias primas se pueden definir como un porcentaje de la cifra de ventas del año anterior. En este caso se han estimado en un 80% de las ventas de periodos anteriores.

Trasladando esta situación al modelo, se ha utilizado un retraso de información de un periodo tal y como se refleja en la **Figura 4.1**.

- El porcentaje de transformación de las materias primas en productos intermedios se ha estimado en un 90% ya que, como en otras industrias, se realizan controles de calidad y pruebas de resistencia o de procesos químicos con la finalidad de optimizar los procesos productivos y asegurar la calidad en los productos. Así pues, un pequeño porcentaje de las materias primas no pasará estos controles, siendo el 90% utilizable (Inycom Industria, 2023).
- El porcentaje de transformación de los productos semielaborados en productos terminados es de un 95%. Al igual que en el caso anterior, existe un pequeño margen de error de las máquinas y de los trabajadores que hace que no todos los productos consigan el acabado necesario y por lo tanto no puedan llegar a ser vendidos. De esta manera, se garantiza un nivel de calidad a las prendas que hace que los consumidores estén satisfechos con el resultado final del producto (Inycom Industria, 2023).
- Las ventas de los productos terminados dependen de una variable auxiliar que es resultado del producto de la cantidad de productos terminados y el porcentaje de ventas.
- Tras haber realizado el estudio de los datos aportados por el Informe Económico de la Moda en España (Modaes.es, 2022a), la tendencia de las ventas se ha definido de la siguiente manera: los siete primeros periodos de tiempo las ventas crecen a una tasa constante del 5%, los siete periodos siguientes, es decir, en los periodos $t=8\dots 13$ las ventas descenderán en un 0,15% cada año y a partir de $t=14$ crecerán a una tasa constante del 3%. Se ha supuesto que el porcentaje inicial de ventas es del 75% sobre los productos terminados.
Este comportamiento es el que se ha producido durante el periodo estudiado que abarca desde el año 2000 hasta el año 2019 y que se ha supuesto que será igual en los próximos veinte años (Ver apartado 2.2).
- La cantidad de productos devueltos viene determinada por un porcentaje sobre las ventas del 30% (elEconomista.es, 2022).

- Otra parte de los productos devueltos vuelven a la cadena de producción como productos en proceso para subsanar defectos. El porcentaje estimado es del 15% sobre los productos devueltos, ya que el aprovechamiento de los tejidos varía en función del tipo de prenda o del estampado (Modare-S, 2021).
- Según datos de la Cooperativa Moda-re en su informe “Análisis de la recogida de la ropa usada en España”, aproximadamente una tercera parte de los productos devueltos no se llegan a vender. Por lo tanto, el porcentaje de desechos es del 30% (Modare-S, 2021)

4.2 Variables

Una vez formuladas las hipótesis necesarias, se definirán las variables del modelo y la información que contiene cada una.

En el modelo establecido nos encontramos con cinco tipos de variables: niveles, flujos, auxiliares, exógenas y constantes.

StockMatPrim_t: nivel que recoge el valor de las materias primas del sector detallando la industria a la que pertenecen.

StockMatPrim_t+1 = StockMatPrim_t + [Compra_t – Producción1_t].

- COMPRA_t = flujo de entrada que representa la compra de materias primas que se realizan para las distintas industrias.
 - COMPRA_t = % Compra*Retraso Ventas_t
 - %Compra: constante que recoge el porcentaje de compras de materias primas sobre la cifra de ventas del periodo anterior. Las compras se estiman en un 80% de las ventas.
 - Retraso Ventas_t: variable de nivel que recoge el valor de las ventas retrasadas un periodo, que se define más adelante.
- PRODUCCIÓN1_t = flujo de salida que representa la transformación de las materias primas de las distintas industrias en productos intermedios.
 - PRODUCCIÓN1_t = % de Producción1*StockMatPrim_t.
 - %Producción1: constante que recoge el porcentaje de producción de la 1ª etapa que consiste en la transformación de

materias primas en productos intermedios. Se ha estimado un 90%.

Retraso Ventas_t: nivel que recoge el valor de las ventas de las distintas industrias retrasadas un periodo.

$\text{Retraso ventas}_{t+1} = \text{Retraso Ventas}_t + [\text{Entrada}_t - \text{Salida}_t]$.

- Entrada_t = flujo de entrada que representa el valor de las ventas de las distintas industrias.
 - $\text{Entrada: VENTAS} * \text{Constante}_1$
 - Constante_1 : constante de ajuste del nivel de retraso con valor 1 que multiplica al valor de las ventas.
- Salida_t = flujo de salida del nivel de retraso.
 - $\text{Salida: Retraso Ventas} * \text{Constante}_2$.
 - Constante_2 : constante de ajuste del nivel de retraso con valor 1 que multiplica al Retraso Ventas_t .

ProdProc_t: nivel que recoge el valor de los productos en proceso del sector detallando la industria a la que pertenecen.

$\text{ProdProc}_{t+1} = \text{ProdProc}_t + [\text{Producción1}_t + \text{DevProdProc}_t - \text{Producción2}_t]$.

- PRODUCCIÓN1_t = flujo de entrada que representa la transformación de las materias primas de las distintas industrias en productos intermedios. Coincide con el flujo de salida del nivel anterior.
- DEV PROD PROC_t = flujo de entrada que representa las devoluciones de los productos en proceso.
 - $\text{DEV PROD PROC}_t = \% \text{ de Devolución de productos en proceso} * \text{ProdDev}_t$.
 - $\% \text{ DevProdProc}$: constante que recoge el porcentaje de devolución de los productos en proceso. Se ha estimado en un 15% y se aplica al nivel ProdDev_t , que se define más adelante.
- PRODUCCIÓN2_t = flujo de salida que representa la transformación de los productos en proceso en productos terminados.
 - $\text{PRODUCCIÓN2}_t = \% \text{ de Producción2} * \text{ProdProc}_t$

-% Producción2: constante que recoge el porcentaje de producción de la 2ª etapa que consiste en la transformación de los productos intermedios en productos finales. Se ha estimado un 95%.

ProdTerm_t: nivel que recoge el valor de los productos terminados del sector detallando la industria a la que pertenecen.

ProdTerm_t+1 = ProdTerm_t + [Producción2_t + Importaciones_t + DevProdTerm_t – Exportaciones_t - Ventas_t].

- PRODUCCIÓN2_t = flujo de entrada que representa la transformación de los productos en proceso en productos terminados. Coincide con el flujo de salida del nivel anterior.
- IMPORTACIONES = flujo de entrada que representa el valor de las importaciones de las distintas industrias.
 - IMPORTACIONES_t = IMPORTACIONES.
 - Importaciones: variable exógena que recoge las diferentes cuantías de las importaciones en función de la industria a la que pertenecen y que se modifican con el tiempo.
- DEV PROD TERM_t = flujo de entrada que representa que representa las devoluciones de los productos terminados.
 - DEV PROD TERM_t: % de Devolución de productos terminados*ProdDev_t.
 - % DevProdTerm: constante que recoge el porcentaje de devolución de los productos terminados. Se ha estimado en un 30% y se aplica al nivel ProdDev_t que se define más adelante.
- EXPORTACIONES = flujo de salida que representa el valor de las exportaciones de las distintas industrias.
 - EXPORTACIONES_t = EXPORTACIONES
 - Exportaciones: variable exógena que recoge los diferentes valores de las exportaciones en función de la industria a la que pertenecen y que se modifican con el tiempo.
- VENTAS_t = flujo de salida que representa el valor de las ventas de las diferentes industrias.

- $VENTAS_t = VENTAS = \%Ventas * ProdTerm_t$.
 -% Ventas: variable exógena que recoge los porcentajes de ventas sobre los productos terminados en los diferentes periodos de tiempo.

ProdDev_t: nivel que recoge el valor de los productos devueltos del sector detallando la industria a la que pertenecen.

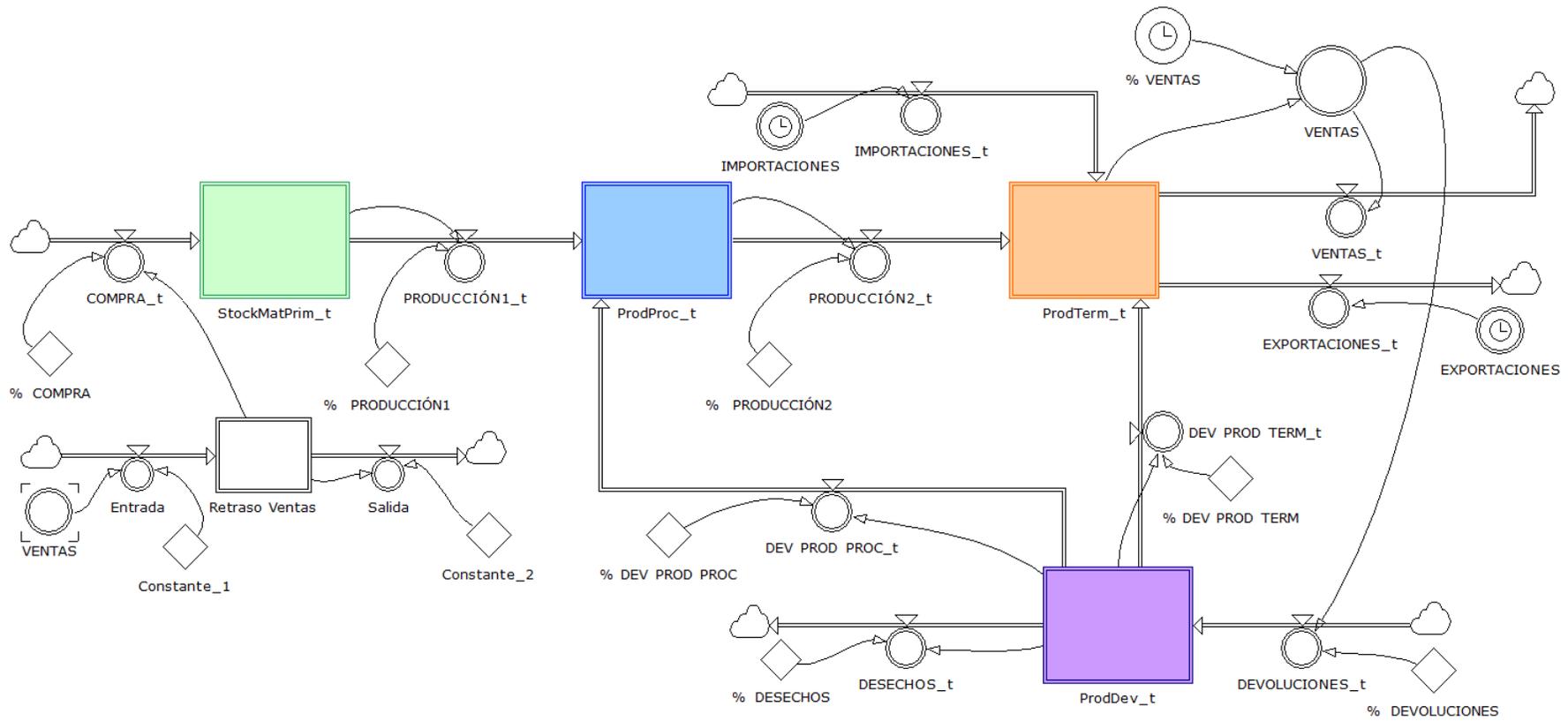
ProdDev_t+1 = ProdDev_t + [Devoluciones_t – DevProdTerm_t - DevPrdProc_t – Desechos_t].

- DEVOLUCIONES_t = flujo de entrada que representa el valor de las devoluciones las cuales vienen definidas sobre las ventas.
 - $DEVOLUCIONES_t = \%Devoluciones * Ventas_t$.
 -% Devoluciones: constante que recoge el porcentaje de devoluciones. Se ha estimado en un 30% sobre las ventas.
- DEV PROD TERM_t = flujo de salida que representa las devoluciones de los productos terminados, ya definido.
- DEV PROD PROC_t = flujo de salida que representa las devoluciones de los productos en proceso, ya definido.
- DESECHOS_t = flujo de salida que representa los desechos producidos por los productos devueltos de las distintas industrias.
 - $DESECHOS_t = \%Desechos * ProdDev_t$.
 -% Desechos: constante que recoge el porcentaje de desechos de las devoluciones. Se ha estimado en un 30%.

4.3 Diagrama de Forrester

En este apartado se presenta en la **Figura 4.1** el Diagrama de Forrester, el cual recoge las variables de estudio del modelo y las relaciones que existen entre ellas.

Figura 4.1 Diagrama de Forrester



Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim.

4.4 Evolución del modelo

En este apartado se analizarán los resultados obtenidos en la simulación del modelo.

En la **Figura 4.2** se observa la cantidad, en millones de euros, que se destina a la compra de materias primas para la elaboración de los distintos productos de las industrias.¹ Como se puede apreciar comparando con la **Figura 4.3**, la cifra de compras y las cifras de ventas adquieren una tendencia similar, si bien las compras actúan con un periodo de retraso respecto a las ventas ya que tal y como se ha definido en el apartado 4.1, las compras suponen un 80% de las ventas del año anterior. En el caso de estas últimas, la tendencia es creciente durante los dos primeros años y luego descienden durante otros dos años, repitiéndose este comportamiento dos veces más hasta el año doce, a partir del cual la tendencia se vuelve aproximadamente constante hasta el final del periodo estudiado. Este comportamiento refleja la tendencia que han seguido las ventas durante los veinte años anteriores estudiados y que se ha supuesto que será la misma para los próximos. Las caídas de las ventas serían consecuencia de periodos de pequeñas crisis socioeconómicas en las que nuestro país se vería inmerso y por la que los consumidores reducirían sus compras debido, por ejemplo, a los recortes en sus salarios o a las pérdidas de empleo, incluyendo la posible reducción en la producción de las empresas de bienes y servicios por problemas de abastecimiento.

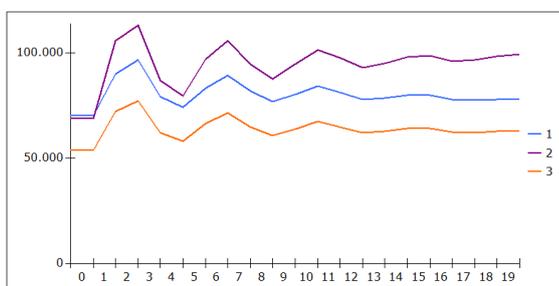
Cabe destacar que la industria de la confección es la que mayor cifra de venta aporta al sector en su conjunto, alcanzando en el segundo año 141.553'20 millones de euros, seguido de la industria textil con 121.144'85 millones de euros y en último lugar la industria del cuero y calzado con 96.677'02 millones de euros.

La **Figura 4.4** y la **Figura 4.5** reflejan el comportamiento de las importaciones y exportaciones de los productos textiles. Ambas presentan periodos de oscilación de seis años: tal y como se indicó en el apartado 4.1, a partir de los datos comprendidos entre 2010 y 2019, se observó que la cuantía de ambas

¹ Siendo 1 industria textil, 2 industria de la confección y 3 industria del cuero y calzado

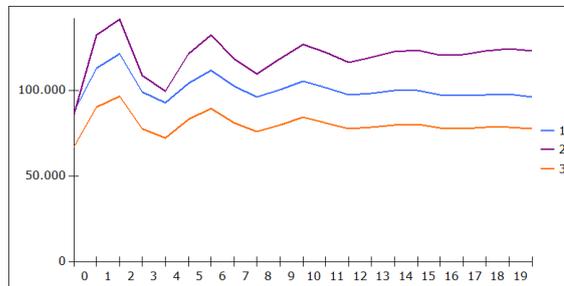
crecía durante tres años y decrecía durante otros tres, repitiéndose ese comportamiento en los siguientes periodos.

Figura 4.2: Compra de materias primas



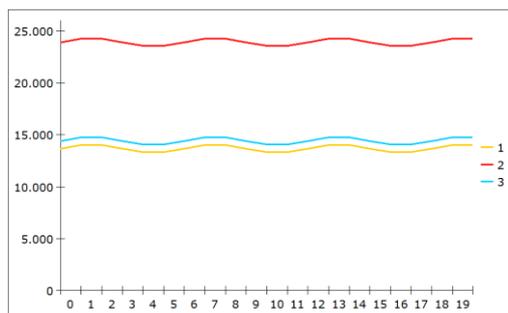
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3: Venta de productos terminados



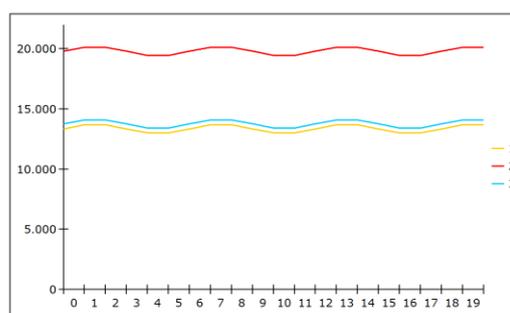
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4: Importaciones



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.5: Exportaciones



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en ambas figuras, el valor de las importaciones siempre es mayor que el de las exportaciones. Consecuentemente, el saldo de la balanza comercial del sector va a ser siempre negativo, por lo que para mejorar la situación se deberían de incrementar las exportaciones o importar en una menor cantidad.

Desagregando por industrias, se observa una gran diferencia entre las mismas ya que, para la industria de la confección, los valores de importaciones fluctúan entre los 23.000 y los 24.000 millones de euros aproximadamente, en cambio, para la industria textil y la industria del cuero y calzado oscilan entre los 13.000 y los 14.000 millones de euros. Lo mismo ocurre en el caso de las exportaciones: para la industria de la confección varían entre los 19.000 y 20.000 millones de euros, en cambio para la industria textil y del cuero y

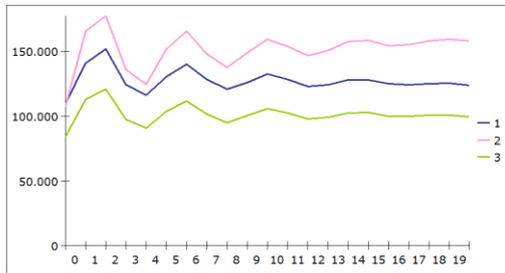
calzado los valores fluctúan entre 13.000 y 14.000 millones de euros. Igual que en las **Figuras 4.2 y 4.3** se observaba que la industria de la confección es la que más aporta en términos de valor al comercio interno, aquí se refleja que esta industria es la que mayor peso tiene en el comercio exterior.

Siguiendo con el análisis, en el *Diagrama de Forrester* se puede comprobar que los productos terminados dependen de la propia producción del país, de las devoluciones y de las importaciones. Como ya se ha indicado, la industria de la confección es la que mayor peso tiene dentro del sector textil y por lo tanto la que más aporta en términos de valor y volumen. En el caso de los productos terminados ocurre lo mismo: como se aprecia en la **Figura 4.6** la industria de la confección es la que más aporta al sector, por detrás la industria textil y en último lugar la industria del cuero y calzado. Los productos terminados fluctúan de manera creciente y decreciente hasta el año doce a partir del cual la tendencia se mantiene constante entorno a valores para la industria textil de 125.000 millones de euros, 156.000 millones de euros para la industria de la confección y 100.000 para la industria del cuero y calzado. La diferencia existente entre los valores que toman los productos terminados de la industria textil y la de cuero y calzado con la industria de la confección, se debe por una parte a la diferencia entre la cuantía de las importaciones que alcanza cada industria y por otra parte, a la propia capacidad de producción de las industrias en nuestro país.

Los productos devueltos se recogen en la variable de nivel ProdDev_t y su tendencia se muestra en la **Figura 4.7**. Este nivel se alimenta únicamente de las devoluciones, las cuales vienen dadas en función de las ventas, por lo que la tendencia de los productos devueltos será la misma que la de las ventas pero alcanzando unos valores inferiores, aproximadamente una tercera parte de las mismas. En el *Diagrama de Forrester* se puede ver como estos productos devueltos se gestionan creando un proceso de logística inversa², por el cual parte de esos productos devueltos pueden volver a los almacenes como productos terminados o en proceso y aquellos que no pueden ser reutilizados por algún motivo, son desechados.

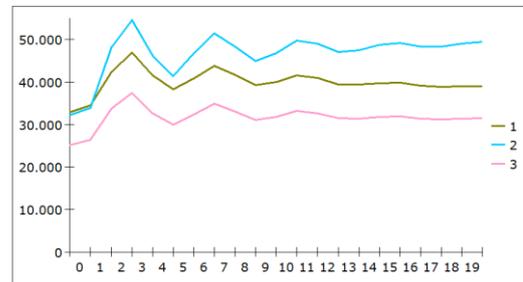
² Tipo de logística que se encarga de la gestión de los residuos, bienes sobrantes, devolución de mercancías o recuperación de envases con la finalidad de reciclar o reutilizar dicho material.

Figura 4.6: Productos terminados



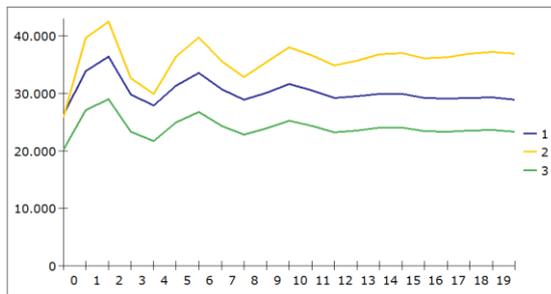
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7: Productos devueltos



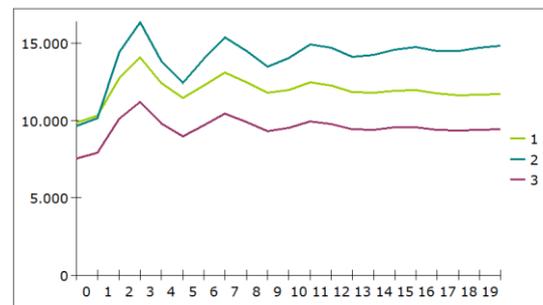
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8. Devoluciones



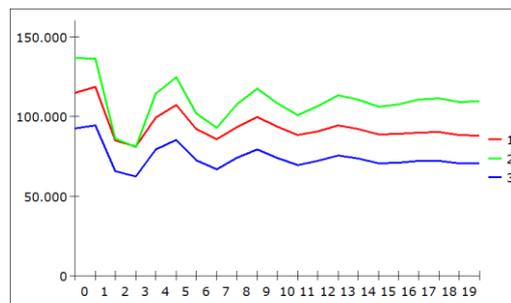
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.9 Desechos



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10: Productos en proceso



Fuente: Elaboración propia

La **Figura 4.8** refleja el valor de las devoluciones. Estas suponen un 30% de las ventas por lo que seguirán la misma tendencia que ellas (**Ver Figura 4.3**). Las cifras más altas de devoluciones se alcanzan en el año dos con valores para la industria textil de 36.343'46 millones de euros, 42.465'96 para la industria de la confección y 29.003'11 para la industria del cuero y calzado. En cambio, en el cuarto año es cuando se alcanzan valores inferiores de 27.885'94

millones de euros en para la industria textil, 29.880'27 para la industria de la confección y 21.730'09 para la industria del cuero y calzado.

En la **Figura 4.9** se observa la tendencia de los desechos generados a partir de los productos devueltos los cuales, tendrán un comportamiento similar a las devoluciones a medida que estas crezcan o decrezcan. El mayor valor que alcanzan los desechos generados por la industria en su conjunto durante el periodo estudiado asciende a 41.665'53 millones de euros, en cambio el menor valor asciende a 34.587'53 millones de euros.

Por último, en la **Figura 4.10**, se muestran los productos en proceso. Inicialmente su tendencia es decreciente hasta el año tres, a partir del cual sus cifras ascienden y descienden cada dos años repetidamente hasta estabilizarse en el año diez en valores próximos a 90.000 millones de euros para el conjunto de la industria.

5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En este apartado se van a introducir cambios en ciertas variables con el objetivo de conocer cómo se vería afectado el modelo. Así, realizaremos una comparación de estos resultados con los del apartado anterior.

5.1 Aranceles

En este primer escenario suponemos que la UE, como medio para proteger los intereses económicos del momento y favorecer los intercambios entre los países europeos, aumenta los aranceles sobre las importaciones provenientes de Asia, ya que es el principal continente con el que Europa realiza intercambios comerciales dentro del sector textil. También impone aumentos en los aranceles sobre las exportaciones para que la mayor cantidad de beneficio posible que se derive del sector fluctúe entre los países europeos.

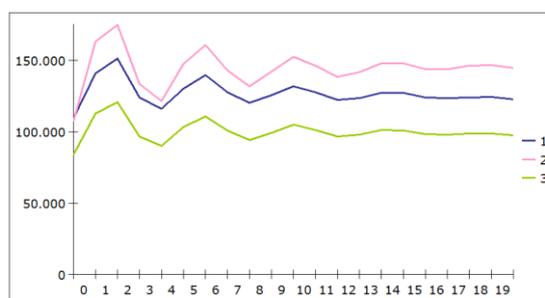
En relación al modelo, esta situación modificará todos los niveles estudiados, ya que las importaciones afectan a las ventas y estas, a su vez, a las compras de materias primas y al posterior proceso de producción.

En esta situación, los valores medios tomados para realizar el estudio de las exportaciones y de las importaciones se reducirán a la mitad.

Comenzando con el análisis, como refleja la **Figura 5.1**, los productos terminados del conjunto de la industria no alcanzarán valores tan altos como en la situación inicial. En este nuevo escenario, el valor de los productos terminados al final del periodo estudiado alcanzará un valor para el conjunto de la industria de 364.714'04 millones de euros, aproximadamente un 4'35% menos que la cifra alcanzada en la situación inicial donde la cuantía era de 380.578'05 millones de euros. Además, al final del periodo, se observa una diferencia entre la distancia que separa la industria de la confección de la industria textil en esta situación con la inicial. En la situación inicial, la diferencia de productos terminados para el año quince entre una industria y otra era de 30.277'11 millones de euros, en cambio en este escenario, la diferencia es de 20.874'71 millones de euros, aproximadamente un 31'05% menos (**Ver Figura 4.6**). Esta diferencia se debe a la repercusión que ocasiona la reducción de las importaciones para la industria de la confección, ya que los valores de las importaciones para esta industria eran más grandes que para el resto de ellas, por lo que la reducción le ha perjudicado en mayor medida que al resto de industrias.

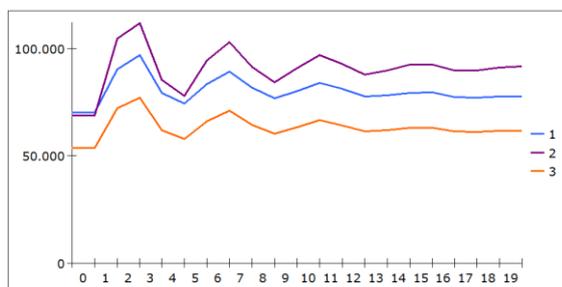
En el caso de la **Figura 5.2** y la **Figura 5.3**, se observa como la tendencia de las compras y de las ventas sigue siendo la misma que la del escenario inicial pero alcanzando valores inferiores (**Ver Figuras 4.2 y 4.3**). Esto se debe a que al reducir las exportaciones, las cifras de ventas con el comercio exterior alcanzan menores valores que si no se redujeran, afectando también al nivel general de las ventas y, por otra parte, al reducir las importaciones, el país dependerá en mayor medida de su propia producción.

Figura 5.1: Productos terminados



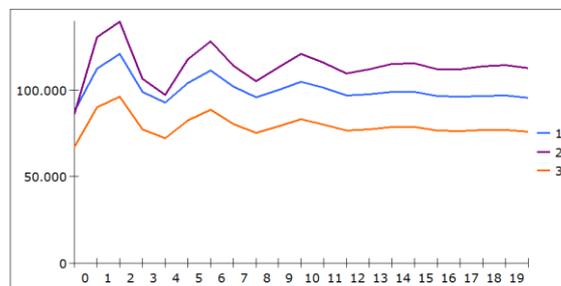
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.2: Compra de materias primas



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3: Venta de productos terminados



Fuente: Elaboración propia

5.2 Gasto por devoluciones

El coste en devoluciones, o lo que preocupa más, las pérdidas de ventas, supone un importante problema al sector textil, ya que como hemos indicado en el modelo, un 30% de las ventas totales son devueltas. Actualmente, las cadenas del sector empiezan a plantearse la posibilidad de cobrar por las devoluciones a domicilio o en un punto de recogida, algo que ya ha comenzado a hacer, por ejemplo, Inditex, cobrando 1'95€ por prenda devuelta (Expansión, 2023). Ante esta situación, suponemos que la tasa de devoluciones caerá hasta llegar a ser el 20% de las ventas.

Como se observa en la **Figura 5.4**, las devoluciones seguirán la misma tendencia que en la situación inicial (**Ver figura 4.8**) pero se reducirán su cantidades debido a la implantación de la nueva medida. De esta manera, en el primer año, las devoluciones alcanzan para el conjunto de la industria un valor de 67.063'40 millones de euros, aproximadamente un 32'93% menos que en la situación inicial, donde se llegaba a los 99.9991'4 millones de euros para el conjunto de la industria.

La variable de nivel que recoge la cantidad de productos devueltos se verá reducida durante todo el periodo estudiado ya que, al implantar el cobro por devoluciones, estas últimas se reducen y, en consecuencia, la entrada de productos devueltos (**Ver Figura 5.5**). Comparándolo con la situación de partida, en el tercer año, cuando se alcanzan los valores más altos, el valor de los productos devueltos era de 138.009'74 millones de euros para el conjunto

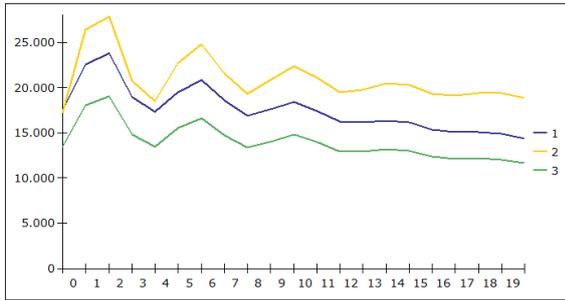
del sector, en cambio en este nuevo escenario el valor se reduce a 91.301.'21 millones de euros para el conjunto del sector (cerca de un 33'84% menos).

En la **Figura 5.6** se muestra la cantidad de productos desechados. Como se calculan en base a los productos devueltos, si estos se han reducido, los desechos también lo harán. En esta situación, se alcanzan en el último año valores para la industria textil de 5.927'77 millones de euros, 7.085'86 para la industria de la confección y 4.731'41 millones de euros para la industria del cuero y calzado. En cambio en la situación inicial estos valores eran superiores, siendo prácticamente el doble, llegando a los 11.615'97, 13.708'15 y 9.250'39 millones de euros respectivamente (**Ver Figura 4.9**).

La reducción de la tasa de devoluciones tendrá también un efecto sobre las devoluciones de los productos terminados y las devoluciones de los productos en proceso, reduciendo ambas cuantías. Como se puede observar en la **Figura 5.7** aunque de manera sutil, las cifras de los productos en proceso se han reducido. En este escenario en el último año los productos en proceso alcanzan cifras de 66.383'89 millones de euros para la industria textil, 78.011'36 para la industria de la confección y 52.785'58 para la industria del cuero y calzado. En cambio, en la situación inicial, en el último año se alcanzaban cifras por valor de 87.224'20 millones de euros para la industria textil, 101.691'88 para la industria de la confección y 69.281'62 para la industria del cuero y calzado.

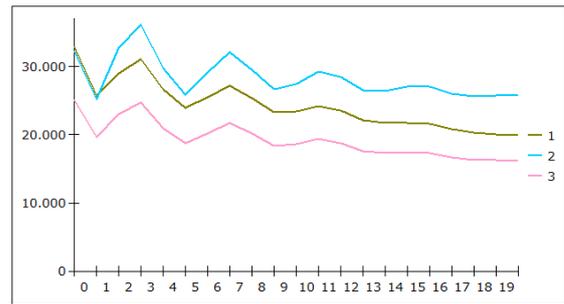
Por último en las **Figuras 5.8** y **5.9** se puede observar la tendencia de las ventas de los productos terminados y de las compras de materias primas respectivamente. Ambas se verán también afectadas, ya que al tratarse de un proceso de logística inversa en el cual las devoluciones vuelven a alimentar a los diferentes niveles de productos, una vez modificados los productos terminados debido a la reducción en sus devoluciones, las cifras de ventas también se reducirán y, en consecuencia, la compra de materias primas del año siguiente, ya que se realizan en función de estas últimas.

Figura 5.4: Devoluciones



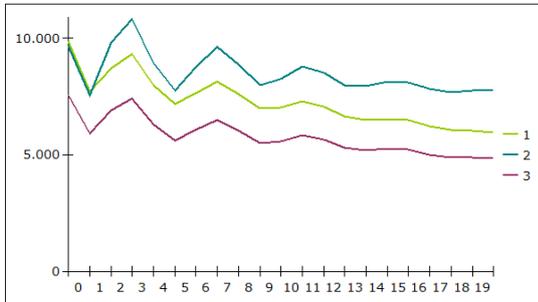
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.5: Productos devueltos



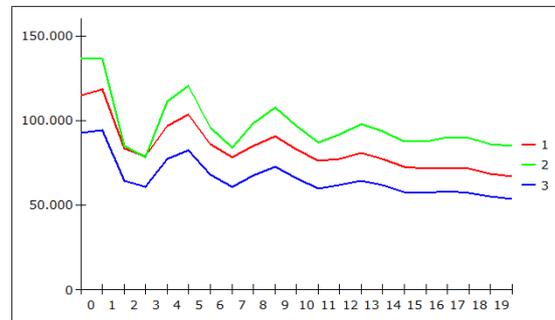
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.6: Desechos



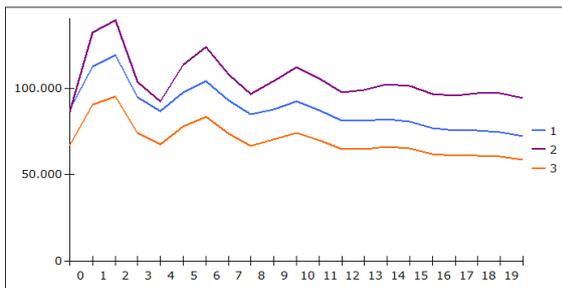
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.7: Productos en proceso



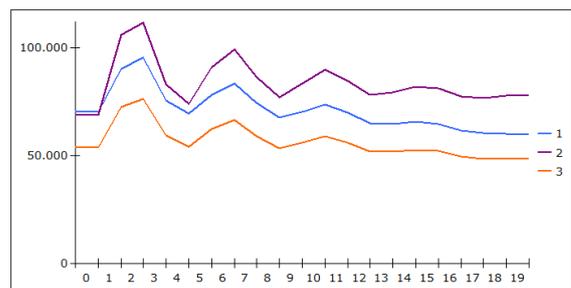
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.8: Venta de productos terminados



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.9: Compra de materias primas



Fuente: Elaboración propia

6. CONCLUSIONES

El sector textil se caracteriza por ser un sector resiliente y haber experimentado cambios muy importantes a lo largo de las décadas. Pese a eso, es uno de los principales motores de la economía española, ya que en el año 2022 aportó un 2'8% al PIB nacional.

La revisión temporal realizada del sector textil en los últimos veinte años, ha constatado que la balanza comercial siempre se ha situado con valores negativos y que las empresas, el empleo y la cifra de ventas han decrecido con el paso de los años. Por eso, los principales objetivos de España a lograr dentro del sector son: fomentar el mantenimiento de empresas líderes fuera de nuestras fronteras, como Inditex, crear un mayor número de empresas y, en consecuencia, crear empleo y alcanzar una cifra de ventas similar a la previa a la crisis financiera.

En relación al estudio realizado sobre el comportamiento dinámico del proceso de producción y logística del sector textil, se han extraído diversas conclusiones:

La primera de ellas es que dentro de las industrias que componen el sector, la industria de la confección de prendas de vestir es la que, con diferencia, aporta más al sector en términos de valor. Esto se puede ver reflejado desde el punto de vista de las exportaciones y de las importaciones, las cuales suponen sobre el total de la industria un 42% y un 46% respectivamente. También se puede ver a partir de las cifras de ventas, las cuales siempre se mantienen superiores en comparación a las otras dos industrias.

La segunda conclusión a destacar es el comportamiento de las importaciones y de las exportaciones. Estas fluctúan armónicamente y siendo siempre la cuantía de las importaciones mayor que la de las exportaciones. Esto supone un problema ya que de esta manera, la balanza comercial siempre alcanzará valores negativos, lo que perjudica al país.

La última conclusión extraída es referente a la compra de materias primas, ya que al ir definidas en función de las ventas del periodo anterior, corren el riesgo de que si, por alguna razón, en algún momento de tiempo, las ventas caen

alcanzando cifras muy pequeñas, las compras también lo harán y, por lo tanto, el proceso de producción del año siguiente se limitará.

Se han planteado diversas situaciones de análisis de sensibilidad sobre el modelo elaborado, lo que ha ayudado a saber cómo se vería afectado por cambios en algunos de los parámetros. En la primera situación, podemos señalar que el incremento de los aranceles tanto sobre las exportaciones como sobre las importaciones, daña al comercio interno y externo del país, a su competitividad, crecimiento y bienestar. Esto se ve reflejado en el descenso de la cuantía de los productos terminados, de las compras, ventas y resto de variables.

En el análisis de la segunda situación, se ha supuesto un gasto por devoluciones que reduciría la tasa de las mismas. Lo que se ha observado es que, por muy pequeña que sea la medida implantada, si afecta a los consumidores de forma directa, el sector también se verá afectado. De esta manera, al reducir la tasa de devoluciones, los productos devueltos se reducen al igual que los desechos. También se reducen las devoluciones de productos en proceso y de los productos terminados y en consecuencia, la cantidad de productos en proceso y de productos terminados que hace que la cifra de ventas también se reduzca. Esta medida es muy importante desde la perspectiva de la sostenibilidad ya que la reducción de los desechos afecta positivamente a nuestro planeta.

Finalmente, se puede concluir señalando que se prevé que el sector siga la tendencia llevada a cabo en los últimos años y que, pese a las dificultades que se le planteen, es un sector que sabe aprovechar al máximo sus recursos y oportunidades para seguir adelante.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, Y. y Alonso, M.I. (2000): “El proceso de toma de decisiones en entornos complejos, una aplicación metodológica”. Disponible en: https://econo.uniovi.es/c/document_library/get_file?uuid=1d8a3521-2fbd-457d-9e3e-69d36eddd189&groupId=746637
- Aracil, J. y Gordillo, F. (1997): Dinámica de Sistemas. Editorial Alianza, Madrid.
- Compañía Española de Seguros de Créditos a la Exportación (CESCE) (2015): “Informe Sectorial de la Economía Española”, pp6. Disponible en <https://www.granadaempresas.es/informes-sectoriales-2/>
- Compañía Española de Créditos a la Exportación (CESCE) (2018): Informe Sectorial de la Economía Española Disponible en: https://issuu.com/cesce.es/docs/informe_sectorial_2018
- Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) (2009) Disponible en: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177032&menu=ultiDatos&idp=1254735976614 [Consulta: 20/02/2023]
- ElEconomista.es (10/10/2022): “Las devoluciones se comen el 4% de las ventas del comercio online”. Disponible en: <https://www.eleconomista.es/retail-consumo/noticias/11981523/10/22/Las-devoluciones-se-comen-el-4-de-las-ventas-del-comercio-online.html>. [Consulta: 20/06/2023]
- Ernst & Young, S. (2020): “Informe Sector Moda en España: Análisis del impacto de la crisis del COVID-19”. Disponible en: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/es_es/news/2020/04/ey-informe-sector-moda-en-espana-covid-19.pdf
- Escudero, M.J. (2015): “Operaciones de Almacenaje”. Editorial McGraw-Hill Companies Disponible en: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448199316.pdf>

- Expansión (01/02/2023): "Inditex comienza a cobrar las devoluciones online de Zara en España". Disponible en: <https://www.expansion.com/empresas/distribucion/2023/02/01/63da76f9e5fdeaba1e8b45bd.html>. [Consulta: 22/06/2023]
- Forrester, J.W. (1969): Urban Dynamics, Cambridge, the MIT PRESS.
- Groizard, J.L. y Marqués, H. (2015): "La internacionalización de la industria española y los efectos de la Gran Recesión". Disponible en: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/397/GROIZARD%20y%20otros.pdf>
- Informe de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa (2021). Disponible en: <https://industria.gob.es/es-es/estadisticas/RetratoPYME/Retrato-PYME-DIRCE-1-enero-2021.pdf>
- Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias (IDEPA) (2019): "El sector textil en España". Disponible en <https://www.idepa.es/conocimiento/flash-sectorial/sector-textil> [Consulta: 20/02/2023]
- Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX) (2023): "Comercio Exterior". Disponible en: <https://www.icex.es/icex/es/index.html> [Consulta :20/02/2023]
- Inycom Industria (2023): "Control de calidad en la industria textil". Disponible en <https://inycomindustria.com/blog/mejora-calidad/control-de-calidad-en-la-industria-textil/> [Consulta: 21/06/2023]
- Masía, E. y Capó, J. (2003): "Evolución del sector textil en España. El caso del textil hogar". Disponible en: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/355/3PAG%20283-304.pdf>
- Modaes.es (2022a): "Informe Económico de la moda en España" Disponible en: <https://www.modaes.com/files/publicaciones/free/2022/informe-economico-2022/#page=1>
- Modaes.es (2022b): "Informe Económico de la moda online en España". Disponible en

https://www.modaes.com/files/publicaciones/free/2022/informe_commerce_2022/#page=1

- Modare-S (2021): "Análisis de la recogida de ropa usada en España". Disponible en <https://modare.org/wp-content/uploads/Analisis-de-la-recogida-de-la-ropa-usada-en-Espana.pdf>
- Sojo, F.J. (2012): "Evolución y mejora en la competitividad de las empresas del sector textil-confección". Disponible en [https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/385/Francisco%20Jos%C3%A9%20Sojo%20Calvo%20\(1\).pdf](https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/385/Francisco%20Jos%C3%A9%20Sojo%20Calvo%20(1).pdf)

ANEXO

Tabla 8.1: Situación inicial

year	% VENTAS	VENTAS	StockMatPrim_t	IMPORTACIONES	COMPRA_t	ProdTerm_t	DEV PROD PROC_t
0	0.8000	{87.600,00; 86.016,00; 67.097,60}	{119.871,00; 138.626,00; 95.561,00}	{13.664,90; 23.907,80; 14.405,60}	{70.080,00; 68.812,80; 53.678,08}	{109.500,00; 107.520,00; 83.872,00}	{4.927,50; 4.838,40; 3.774,15}
1	0.8000	{112.761,16; 132.224,16; 90.350,88}	{82.067,10; 82.675,40; 63.234,18}	{14.011,31; 24.254,21; 14.752,01}	{70.080,00; 68.812,80; 53.678,08}	{140.951,45; 165.280,20; 112.938,60}	{5.173,88; 5.080,32; 3.962,93}
2	0.8000	{121.167,89; 141.553,20; 96.677,02}	{78.286,71; 77.080,34; 60.001,50}	{14.011,31; 24.254,21; 14.752,01}	{90.208,93; 105.779,33; 72.280,70}	{151.459,27; 176.941,50; 120.846,27}	{6.367,72; 7.220,17; 5.056,52}
3	0.8000	{99.237,79; 108.741,42; 77.792,59}	{98.037,60; 113.487,36; 82.800,83}	{13.664,90; 23.907,80; 14.405,60}	{96.994,32; 113.242,56; 77.941,61}	{124.047,23; 135.926,78; 97.240,74}	{7.044,49; 8.174,94; 5.614,60}
4	0.8000	{92.290,04; 99.600,90; 72.433,63}	{106.738,08; 124.591,29; 85.169,70}	{13.318,49; 23.561,39; 14.059,19}	{79.994,23; 96.993,14; 62.334,04}	{116.225,06; 124.501,12; 90.542,04}	{6.236,82; 6.937,10; 4.904,32}
5	0.8000	{104.295,46; 121.214,99; 85.028,86}	{90.064,04; 99.452,27; 70.751,04}	{13.318,49; 23.561,39; 14.059,19}	{74.354,04; 79.680,72; 57.946,91}	{130.370,57; 151.518,73; 103.766,07}	{5.740,81; 6.216,31; 4.485,59}
6	0.8000	{111.805,63; 132.310,02; 89.290,27}	{83.390,44; 89.625,94; 65.022,01}	{13.664,90; 23.907,80; 14.405,60}	{83.437,16; 96.971,99; 66.423,09}	{139.757,03; 165.387,53; 111.612,84}	{6.128,54; 7.008,75; 4.857,70}
7	0.8000	{102.456,60; 118.450,31; 81.197,99}	{91.776,21; 105.934,58; 72.925,29}	{14.011,31; 24.254,21; 14.752,01}	{89.444,63; 105.848,02; 71.432,22}	{128.068,25; 148.062,89; 101.497,44}	{6.563,39; 7.706,14; 5.232,49}
8	0.7985	{96.259,61; 109.020,02; 75.903,70}	{98.622,12; 116.441,47; 78.724,73}	{14.011,31; 24.254,21; 14.752,01}	{91.963,68; 94.760,25; 64.958,36}	{120.545,59; 127.259,88; 95.087,86}	{6.251,30; 7.256,80; 4.962,03}
9	0.7970	{100.324,64; 118.415,27; 79.880,66}	{91.825,89; 106.404,40; 72.830,84}	{13.664,90; 23.907,80; 14.405,60}	{77.004,49; 87.681,61; 60.722,96}	{125.877,84; 148.576,25; 100.226,67}	{5.894,33; 6.746,29; 4.656,17}
10	0.7955	{105.282,80; 126.741,73; 84.204,61}	{86.187,07; 98.322,05; 68.006,03}	{13.318,49; 23.561,39; 14.059,19}	{80.259,71; 94.732,22; 63.904,33}	{132.347,95; 159.323,35; 105.851,17}	{5.988,19; 7.015,26; 4.758,67}
11	0.7940	{101.785,85; 122.020,73; 81.209,59}	{88.878,42; 104.564,42; 70.705,13}	{13.318,49; 23.561,39; 14.059,19}	{84.226,24; 101.393,38; 67.963,69}	{128.193,77; 153.678,51; 102.279,08}	{6.234,77; 7.457,19; 4.978,88}
12	0.7925	{97.481,45; 116.143,62; 77.554,61}	{93.114,08; 111.849,82; 74.434,20}	{13.664,90; 23.907,80; 14.405,60}	{81.428,68; 97.616,59; 64.967,67}	{123.004,98; 146.553,46; 97.860,71}	{6.139,06; 7.355,23; 4.899,15}
13	0.7910	{98.252,71; 119.049,00; 78.499,39}	{90.740,09; 108.801,57; 72.411,09}	{14.011,31; 24.254,21; 14.752,01}	{77.985,16; 92.914,90; 62.043,69}	{124.213,28; 150.504,42; 99.240,69}	{5.921,43; 7.065,27; 4.714,75}
14	0.7800	{97.330,67; 122.750,45; 79.977,18}	{87.059,17; 103.795,05; 69.284,80}	{14.011,31; 24.254,21; 14.752,01}	{78.602,16; 95.239,20; 62.799,51}	{127.859,33; 157.372,38; 102.534,84}	{5.901,73; 7.123,52; 4.711,16}
15	0.7800	{99.789,11; 123.313,14; 80.028,37}	{87.308,08; 105.618,70; 69.727,99}	{13.664,90; 23.907,80; 14.405,60}	{79.784,54; 98.200,36; 63.981,74}	{127.934,75; 158.093,77; 102.600,48}	{5.963,31; 7.304,65; 4.776,76}
16	0.7800	{97.348,51; 120.323,91; 77.986,40}	{88.515,34; 108.762,23; 70.954,54}	{13.318,49; 23.561,39; 14.059,19}	{79.878,81; 96.259,51; 64.022,70}	{124.805,78; 154.261,42; 99.982,56}	{5.981,34; 7.375,25; 4.795,47}
17	0.7800	{96.923,86; 120.957,05; 77.802,74}	{88.682,82; 109.326,74; 71.118,13}	{13.318,49; 23.561,39; 14.059,19}	{77.878,81; 96.259,51; 62.389,12}	{124.261,35; 155.073,14; 99.747,10}	{5.876,02; 7.258,39; 4.708,25}
18	0.7800	{97.488,82; 123.121,80; 78.469,95}	{86.747,09; 107.211,80; 69.500,93}	{13.664,90; 23.907,80; 14.405,60}	{77.539,08; 96.755,64; 62.242,19}	{124.985,67; 157.848,46; 100.602,50}	{5.830,58; 7.257,66; 4.678,19}
19	0.7800	{97.617,01; 124.130,55; 78.656,50}	{86.213,79; 107.466,82; 69.192,28}	{14.011,31; 24.254,21; 14.752,01}	{77.991,06; 98.497,44; 62.775,96}	{125.150,01; 159.141,74; 100.841,61}	{5.844,64; 7.354,90; 4.700,69}
20	0.7800	{96.346,28; 122.986,48; 77.636,18}	{86.612,44; 109.246,12; 69.695,19}	{14.011,31; 24.254,21; 14.752,01}	{78.093,61; 99.304,44; 62.925,20}	{123.520,87; 157.674,97; 99.533,57}	{5.853,93; 7.424,60; 4.714,72}

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.2: Situación inicial

year	EXPORTACIONES	ProdDev_t	DEVOLUCIONES_t	ProdProc_t	DSECHOS_t	DEV PROD TERM_t	DEV PROD PROC_t
0	{13.358,40; 19.804,50; 13.761,60}	{32.850,00; 32.256,00; 25.161,00}	{26.280,00; 25.804,80; 20.129,28}	{114.621,00; 136.838,00; 92.602,00}	{9.855,00; 9.676,80; 7.548,30}	{9.855,00; 9.676,80; 7.548,30}	{4.927,50; 4.838,40; 3.774,15}
1	{13.704,81; 20.150,91; 14.108,01}	{34.492,50; 33.868,80; 26.419,53}	{33.828,35; 29.667,25; 27.103,26}	{118.542,45; 136.443,70; 94.409,13}	{10.347,75; 10.160,64; 7.925,86}	{10.347,75; 10.160,64; 7.925,86}	{5.173,88; 5.080,32; 3.962,93}
2	{13.704,81; 20.150,91; 14.108,01}	{42.451,47; 48.134,45; 33.710,15}	{36.550,37; 42.465,96; 29.003,11}	{94.961,39; 86.310,37; 65.594,13}	{12.735,44; 14.440,33; 10.113,04}	{12.735,44; 14.440,33; 10.113,04}	{6.367,72; 7.220,17; 5.056,52}
3	{13.358,40; 19.804,50; 13.761,60}	{46.963,24; 54.499,57; 37.430,64}	{29.771,34; 32.622,43; 23.337,78}	{81.073,83; 80.507,99; 62.337,58}	{14.088,97; 16.349,87; 11.229,19}	{14.088,97; 16.349,87; 11.229,19}	{7.044,49; 8.174,94; 5.614,60}
4	{13.011,99; 19.458,09; 13.415,19}	{41.512,15; 46.247,32; 32.695,44}	{27.894,01; 29.880,27; 21.730,09}	{99.332,02; 114.358,96; 79.184,24}	{12.459,64; 13.874,20; 9.808,63}	{12.459,64; 13.874,20; 9.808,63}	{6.226,82; 6.937,10; 4.904,32}
5	{13.358,40; 19.804,50; 13.761,60}	{38.272,05; 41.442,10; 29.903,95}	{31.288,94; 36.366,50; 24.908,66}	{107.257,69; 124.787,21; 85.169,26}	{11.481,61; 12.432,63; 8.971,18}	{11.481,61; 12.432,63; 8.971,18}	{5.740,81; 6.216,31; 4.485,59}
6	{13.704,81; 20.150,91; 14.108,01}	{40.856,95; 46.725,02; 32.384,64}	{30.736,38; 35.535,09; 24.359,39}	{95.788,00; 92.770,24; 66.999,37}	{13.126,78; 15.412,28; 10.464,97}	{13.126,78; 15.412,28; 10.464,97}	{6.563,39; 7.706,14; 5.232,49}
7	{13.704,81; 20.150,91; 14.108,01}	{41.675,36; 48.378,66; 33.080,21}	{28.876,68; 32.880,30; 22.771,11}	{93.451,38; 107.685,78; 74.215,21}	{12.502,61; 14.513,60; 9.924,06}	{12.502,61; 14.513,60; 9.924,06}	{6.251,30; 7.256,80; 4.962,03}
8	{13.358,40; 19.804,50; 13.761,60}	{39.295,52; 44.575,27; 31.041,16}	{30.097,39; 35.524,58; 25.964,20}	{93.683,78; 117.438,41; 79.555,06}	{11.788,66; 13.492,58; 9.312,35}	{11.788,66; 13.492,58; 9.312,35}	{5.894,33; 6.746,29; 4.656,17}
9	{13.011,99; 19.458,09; 13.415,19}	{39.921,27; 46.768,40; 31.724,49}	{30.584,94; 38.022,52; 25.261,38}	{99.332,02; 108.382,17; 74.180,18}	{11.976,38; 14.030,52; 9.517,35}	{11.976,38; 14.030,52; 9.517,35}	{5.988,19; 7.015,26; 4.758,67}
10	{13.011,99; 19.458,09; 13.415,19}	{41.565,16; 49.714,62; 33.192,50}	{30.335,76; 36.606,22; 24.362,88}	{88.232,65; 100.924,22; 69.673,12}	{12.469,55; 14.914,39; 9.957,75}	{12.469,55; 14.914,39; 9.957,75}	{6.234,77; 7.457,19; 4.978,88}
11	{13.358,40; 19.804,50; 13.761,60}	{40.927,04; 49.034,87; 32.661,00}	{29.244,43; 34.843,09; 23.266,38}	{90.636,98; 106.611,38; 72.097,15}	{12.278,11; 14.710,46; 9.798,30}	{12.278,11; 14.710,46; 9.798,30}	{6.139,06; 7.355,23; 4.899,15}
12	{13.704,81; 20.150,91; 14.108,01}	{39.476,20; 47.101,80; 31.431,63}	{29.475,81; 35.714,70; 23.549,82}	{94.373,58; 110.350,24; 75.494,73}	{11.842,86; 14.130,54; 9.429,49}	{11.842,86; 14.130,54; 9.429,49}	{5.921,43; 7.065,27; 4.714,72}
13	{13.704,81; 20.150,91; 14.108,01}	{39.344,86; 47.490,15; 31.407,72}	{29.919,20; 36.825,14; 23.993,15}	{92.311,19; 110.654,22; 73.659,47}	{11.803,46; 14.247,05; 9.422,32}	{11.803,46; 14.247,05; 9.422,32}	{5.901,73; 7.123,52; 4.711,16}
14	{13.358,40; 19.804,50; 13.761,60}	{39.755,42; 48.697,67; 31.845,08}	{29.536,72; 36.993,94; 24.008,51}	{88.870,54; 106.071,78; 70.750,45}	{11.925,62; 14.609,30; 9.553,53}	{11.925,62; 14.609,30; 9.553,53}	{5.963,31; 7.304,65; 4.776,76}
15	{13.011,99; 19.458,09; 13.415,19}	{39.875,59; 49.168,36; 31.969,78}	{29.074,55; 36.097,17; 23.995,92}	{88.984,11; 107.665,07; 71.069,47}	{11.752,03; 14.516,78; 9.416,51}	{11.752,03; 14.516,78; 9.416,51}	{5.876,02; 7.258,39; 4.708,25}
16	{13.011,99; 19.458,09; 13.415,19}	{39.173,45; 48.389,26; 31.388,36}	{29.077,16; 36.287,11; 23.340,82}	{90.094,35; 110.644,52; 72.208,03}	{11.962,68; 14.750,51; 9.590,93}	{11.962,68; 14.750,51; 9.590,93}	{5.981,34; 7.375,25; 4.795,47}
17	{13.011,99; 19.458,09; 13.415,19}	{39.875,59; 49.168,36; 31.969,78}	{29.074,55; 36.097,17; 23.995,92}	{88.984,11; 107.665,07; 71.069,47}	{11.752,03; 14.516,78; 9.416,51}	{11.752,03; 14.516,78; 9.416,51}	{5.876,02; 7.258,39; 4.708,25}
18	{13.358,40; 19.804,50; 13.761,60}	{38.870,52; 48.384,43; 31.187,91}	{29.246,65; 36.936,54; 23.540,98}	{90.195,27; 111.364,68; 72.324,99}	{11.661,16; 14.515,33; 9.356,37}	{11.661,16; 14.515,33; 9.356,37}	{5.830,58; 7.257,66; 4.678,19}
19	{13.704,81; 20.150,91; 14.108,01}	{38.964,28; 49.032,65; 31.337,96}	{29.285,10; 37.239,17; 23.596,95}	{88.412,27; 109.316,52; 70.845,28}	{11.689,28; 14.709,79; 9.401,39}	{11.689,28; 14.709,79; 9.401,39}	{5.844,64; 7.354,90; 4.700,69}
20	{13.704,81; 20.150,91; 14.108,01}	{39.026,17; 49.497,33; 31.431,44}	{28.903,88; 36.895,94; 23.290,85}	{87.857,69; 109.558,86; 70.516,01}	{11.707,85; 14.849,20; 9.429,43}	{11.707,85; 14.849,20; 9.429,43}	{5.853,93; 7.424,60; 4.714,72}

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.3: Aranceles

year	VENTAS	COMPRA t	EXPORTACIONES	IMPORTACIONES	ProdProc t	StockMatPrim t
0	{87.600,00; 86.012,00; 67.097,60}	{70.080,00; 68.812,80; 53.678,08}	{6.679,20; 9.902,25; 6.880,80}	{6.832,45; 11.953,90; 7.202,80}	{114.621,00; 136.838,00; 92.602,00}	{119.871,00; 138.626,00; 95.561,00}
1	{121.638,56; 130.582,84; 90.093,28}	{70.080,00; 68.812,80; 53.678,08}	{7.025,61; 10.248,66; 7.227,21}	{7.178,86; 12.300,31; 7.549,21}	{118.542,45; 136.443,70; 94.409,15}	{82.067,10; 82.675,40; 63.004,18}
2	{112.020,77; 139.583,61; 96.367,90}	{90.110,85; 104.466,27; 72.074,62}	{7.025,61; 10.248,66; 7.227,21}	{7.178,86; 12.300,31; 7.549,21}	{84.964,39; 86.310,37; 65.594,15}	{78.286,71; 77.080,34; 60.001,50}
3	{99.076,94; 106.588,01; 77.454,62}	{96.816,62; 111.666,89; 77.094,32}	{6.679,20; 9.902,25; 6.880,80}	{6.832,45; 11.953,90; 7.202,80}	{81.068,31; 80.834,13; 62.325,99}	{97.939,52; 112.174,31; 78.074,77}
4	{92.808,28; 97.301,41; 72.072,73}	{79.261,55; 85.270,41; 61.963,70}	{6.332,79; 9.555,84; 6.534,99}	{6.486,04; 11.607,49; 6.856,39}	{99.235,47; 103.062,42; 78.981,38}	{106.610,57; 122.884,32; 84.901,80}
5	{104.051,35; 117.933,55; 82.513,85}	{74.246,63; 77.841,12; 57.658,19}	{6.332,79; 9.555,84; 6.534,99}	{6.486,04; 11.607,49; 6.856,39}	{107.128,87; 113.062,63; 85.245,59}	{69.922,61; 97.558,84; 70.453,88}
6	{111.570,84; 128.486,70; 88.690,22}	{83.241,08; 94.346,84; 66.011,08}	{6.679,20; 9.902,25; 6.880,80}	{6.832,45; 11.953,90; 7.202,80}	{82.017,56; 100.038,01; 72.135,27}	{83.238,89; 87.597,01; 64.703,57}
7	{102.143,96; 114.291,53; 80.945,24}	{89.216,03; 102.789,36; 70.952,17}	{7.025,61; 10.248,66; 7.227,21}	{7.178,86; 12.300,31; 7.549,21}	{85.630,98; 90.666,70; 66.869,25}	{91.564,97; 103.106,94; 72.461,43}
8	{99.926,10; 105.190,75; 75.211,37}	{81.715,16; 91.433,22; 64.436,19}	{7.025,61; 10.248,66; 7.227,21}	{7.178,86; 12.300,31; 7.549,21}	{98.372,51; 104.818,00; 73.785,12}	{98.372,51; 104.818,00; 73.785,12}
9	{99.949,29; 113.336,64; 79.083,88}	{76.740,88; 84.152,60; 60.169,10}	{6.679,20; 9.902,25; 6.880,80}	{6.832,45; 11.953,90; 7.202,80}	{99.430,40; 104.046,22; 78.992,67}	{91.552,42; 102.743,22; 72.256,32}
10	{104.861,77; 121.105,18; 83.319,97}	{79.956,23; 90.669,31; 63.266,86}	{6.332,79; 9.555,84; 6.534,99}	{6.486,04; 11.607,49; 6.856,39}	{93.243,69; 104.658,62; 82.939,78}	{85.896,12; 94.426,92; 67.394,72}
11	{101.333,65; 115.966,86; 80.259,45}	{83.889,42; 96.884,14; 66.655,98}	{6.332,79; 9.555,84; 6.534,99}	{6.486,04; 11.607,49; 6.856,39}	{87.934,98; 96.939,16; 69.047,68}	{88.545,84; 100.112,00; 70.606,34}
12	{97.004,20; 109.754,47; 76.551,86}	{81.066,92; 92.773,49; 64.207,56}	{6.679,20; 9.902,25; 6.880,80}	{6.832,45; 11.953,90; 7.202,80}	{90.298,36; 102.078,00; 71.385,65}	{92.744,00; 106.895,34; 73.656,61}
13	{97.336,31; 112.136,00; 77.414,41}	{78.603,36; 87.803,57; 61.241,48}	{7.025,61; 10.248,66; 7.227,21}	{7.178,86; 12.300,31; 7.549,21}	{94.097,12; 108.310,78; 74.703,80}	{90.341,32; 103.463,02; 71.573,22}
14	{99.181,94; 115.404,26; 78.824,21}	{78.189,07; 89.708,80; 61.931,53}	{6.679,20; 9.902,25; 6.880,80}	{6.832,45; 11.953,90; 7.202,80}	{91.905,38; 105.211,48; 72.806,82}	{86.637,49; 98.149,88; 68.998,81}
15	{96.200,94; 115.439,08; 78.792,86}	{79.345,55; 92.323,41; 63.059,37}	{6.679,20; 9.902,25; 6.880,80}	{6.832,45; 11.953,90; 7.202,80}	{88.440,48; 100.314,39; 69.846,85}	{86.852,82; 99.533,79; 68.771,41}
16	{96.230,59; 112.051,41; 76.688,05}	{79.360,76; 92.351,26; 63.034,05}	{6.332,79; 9.555,84; 6.534,99}	{6.486,04; 11.607,49; 6.856,39}	{88.520,61; 101.459,93; 70.095,60}	{88.030,83; 102.275,79; 69.936,51}
17	{96.271,06; 112.217,62; 76.431,11}	{77.384,47; 89.641,13; 61.350,44}	{6.332,79; 9.555,84; 6.534,99}	{6.486,04; 11.607,49; 6.856,39}	{89.600,59; 104.034,16; 71.170,55}	{88.163,84; 102.578,84; 70.027,70}
18	{96.802,94; 113.939,54; 77.028,82}	{77.016,84; 89.774,09; 61.144,89}	{6.679,20; 9.902,25; 6.880,80}	{6.832,45; 11.953,90; 7.202,80}	{89.567,06; 104.293,22; 71.215,15}	{86.200,85; 99.899,01; 68.353,11}
19	{96.895,14; 114.466,45; 77.139,75}	{77.442,95; 91.151,63; 61.623,06}	{7.025,61; 10.248,66; 7.227,21}	{7.178,86; 12.300,31; 7.549,21}	{87.856,21; 101.866,20; 69.675,97}	{85.636,93; 99.783,99; 67.960,21}
20	{95.592,40; 112.893,87; 76.052,18}	{77.516,11; 91.573,16; 61.771,80}	{7.025,61; 10.248,66; 7.227,21}	{7.178,86; 12.300,31; 7.549,21}	{87.270,20; 101.693,79; 69.281,62}	{86.006,05; 101.128,03; 68.421,08}

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4: Gasto por devoluciones

year	DEVOLUCIONES t	ProdDev t	DESECHOS t	COMPRA t	VENTAS	StockMatPrim t	ProdProc t	DEV PROD TERM t
0	{17.520,00; 17.203,20; 13.419,52}	{32.850,00; 32.256,00; 25.161,00}	{9.885,00; 9.676,80; 7.548,30}	{70.080,00; 68.812,80; 53.678,08}	{87.600,00; 86.012,00; 67.097,60}	{119.871,00; 138.626,00; 95.561,00}	{114.621,00; 136.838,00; 92.602,00}	{9.885,00; 9.676,80; 7.548,30}
1	{23.548,39; 26.444,83; 18.070,18}	{25.732,50; 25.267,20; 19.709,77}	{7.179,75; 7.580,16; 5.912,93}	{70.080,00; 68.812,80; 53.678,08}	{112.741,96; 132.224,16; 90.350,88}	{82.067,10; 82.675,40; 63.004,18}	{118.542,45; 136.443,70; 94.409,15}	{7.179,75; 7.580,16; 5.912,93}
2	{23.808,48; 27.897,76; 19.013,33}	{28.981,52; 32.761,63; 22.997,62}	{8.694,46; 9.828,49; 6.899,29}	{90.193,57; 105.739,33; 72.280,70}	{119.042,45; 139.488,81; 95.066,67}	{78.286,71; 77.080,34; 60.001,50}	{83.647,39; 85.020,13; 64.587,69}	{8.694,46; 9.828,49; 6.899,29}
3	{18.912,41; 20.371,70; 14.826,92}	{31.053,87; 36.088,17; 24.762,74}	{9.316,16; 10.826,45; 7.428,82}	{95.233,96; 111.591,05; 76.053,34}	{94.562,07; 103.658,49; 74.134,60}	{78.982,24; 77.080,34; 60.001,50}	{78.982,24; 78.537,66; 60.680,38}	{9.316,16; 10.826,45; 7.428,82}
4	{17.324,39; 18.472,81; 13.480,45}	{26.675,88; 29.753,74; 21.017,61}	{8.002,76; 8.926,12; 6.305,28}	{75.649,66; 82.926,79; 59.307,68}	{86.621,95; 92.364,04; 67.402,26}	{105.036,19; 122.939,79; 83.881,43}	{96.827,48; 111.478,73; 77.201,20}	{8.002,76; 8.926,12; 6.305,28}
5	{20.508,30; 22.724,04; 15.542,56}	{23.993,36; 25.911,24; 18.734,85}	{7.198,01; 7.723,37; 5.620,46}	{69.297,56; 73.891,23; 53.921,81}	{97.541,48; 113.620,18; 77.712,79}	{86.153,27; 95.220,71; 67.695,83}	{103.375,32; 120.682,80; 82.505,98}	{7.198,01; 7.723,37; 5.620,46}
6	{20.811,59; 24.788,86; 16.651,73}	{25.506,64; 29.201,85; 20.226,27}	{7.651,99; 8.760,55; 6.067,88}	{78.033,19; 80.896,14; 62.170,23}	{104.057,95; 123.944,31; 83.258,67}	{86.305,72; 95.619,52; 67.861,77}	{86.305,72; 95.619,52; 67.861,77}	{7.651,99; 8.760,55; 6.067,88}
7	{18.550,31; 21.550,16; 14.719,44}	{27.188,55; 32.089,32; 21.709,30}	{8.156,47; 9.626,80; 6.512,49}	{83.246,98; 89.155,44; 66.606,94}	{92.751,53; 107.750,78; 73.596,18}	{85.834,48; 99.237,48; 68.238,37}	{78.262,68; 84.233,31; 61.049,28}	{8.156,47; 9.626,80; 6.512,49}
8	{18.924,46; 19.274,09; 13.405,14}	{25.347,37; 29.572,49; 20.146,31}	{7.604,21; 8.871,75; 6.043,99}	{74.201,22; 86.200,62; 58.676,95}	{84.622,51; 96.370,46; 66.716,56}	{85.233,41; 109.038,79; 73.430,67}	{85.233,41; 109.038,79; 73.430,67}	{7.604,21; 8.871,75; 6.043,99}
9	{17.597,91; 20.836,10; 14.774,82}	{23.261,30; 26.667,21; 18.379,89}	{6.978,99; 8.000,16; 5.153,97}	{67.897,85; 77.096,36; 53.373,24}	{87.839,55; 104.180,49; 70.025,72}	{83.384,10; 97.108,54; 66.220,04}	{90.709,37; 96.773,97; 65.979,81}	{6.978,99; 8.000,16; 5.153,97}
10	{18.425,10; 22.399,16; 14.774,82}	{23.383,24; 27.502,90; 19.600,12}	{7.014,97; 8.250,87; 5.880,03}	{70.271,64; 83.344,39; 56.020,57}	{92.125,50; 111.995,77; 69.789,23}	{76.036,26; 86.807,22; 59.995,25}	{83.070,37; 96.773,97; 65.979,81}	{7.014,97; 8.250,87; 5.880,03}
11	{17.451,66; 21.133,15; 13.957,85}	{24.270,91; 29.274,88; 19.424,81}	{6.480,97; 8.116,28; 5.214,95}	{73.700,40; 89.596,63; 59.099,30}	{87.258,31; 105.665,77; 69.789,23}	{77.875,26; 92.025,12; 62.020,10}	{76.093,63; 87.090,63; 60.084,73}	{6.480,97; 8.116,28; 5.214,95}
12	{16.244,91; 19.500,13; 12.942,87}	{23.519,39; 28.451,87; 18.814,06}	{6.055,82; 8.535,56; 5.644,22}	{69.806,65; 84.502,62; 55.831,28}	{81.487,92; 98.799,14; 65.301,31}	{81.487,92; 98.799,14; 65.301,31}	{77.533,05; 91.568,37; 61.736,05}	{6.055,82; 8.535,56; 5.644,22}
13	{16.177,80; 19.800,13; 12.953,67}	{22.124,76; 26.614,24; 17.646,38}	{6.637,43; 7.984,27; 5.293,91}	{64.979,63; 73.065,05; 51.814,68}	{80.889,04; 99.000,66; 64.768,35}	{80.743,69; 97.665,42; 64.680,09}	{80.743,69; 97.665,42; 64.680,09}	{6.637,43; 7.984,27; 5.293,91}
14	{16.379,86; 20.455,18; 13.181,57}	{21.708,99; 26.453,69; 17.365,27}	{6.512,70; 7.936,11; 5.209,58}	{65.519,46; 81.820,71; 52.726,29}	{80.757,31; 101.435,53; 65.012,21}	{71.988,33; 87.945,14; 57.615,44}	{72.629,80; 87.362,34; 57.911,97}	{6.512,70; 7.936,11; 5.209,58}
15	{16.151,46; 20.287,11; 13.002,44}	{20.891,26; 25.028,89}	{6.542,13; 8.120,58; 5.256,87}	{65.519,46; 81.820,71; 52.726,29}	{80.757,31; 101.435,53; 65.012,21}	{71.988,33; 87.945,14; 57.615,44}	{72.629,80; 87.362,34; 57.911,97}	{6.542,13; 8.120,58; 5.256,87}
16	{15.881,70; 19.317,19; 12.363,63}	{21.603,24; 27.054,36; 17.383,16}	{6.480,97; 8.116,28; 5.214,95}	{64.608,85; 81.148,42; 49.009,77}	{76.908,50; 96.585,94; 61.818,13}	{72.718,33; 90.615,22; 58.487,83}	{71.692,41; 87.579,05; 57.377,93}	{6.480,97; 8.116,28; 5.214,95}
17	{15.063,89; 19.135,25; 12.137,40}	{20.782,51; 26.080,75; 16.709,42}	{6.234,75; 7.824,23; 5.012,83}	{61.526,60; 77.268,75; 49.454,50}	{75.319,46; 96.576,26; 60.687,01}	{71.877,68; 90.209,85; 57.856,55}	{72.271,60; 89.990,79; 58.115,42}	{6.234,75; 7.824,23; 5.012,83}
18	{15.041,40; 19.407,08; 12.165,40}	{20.259,52; 25.655,44; 16.314,76}	{6.077,86; 7.696,63; 4.894,43}	{60.259,57; 76.541,01; 48.549,61}	{75.207,00; 97.035,42; 60.867,99}	{68.714,57; 86.289,75; 55.240,36}	{71.420,87; 90.600,60; 57.484,98}	{6.077,86; 7.696,63; 4.894,43}
19	{14.885,90; 19.389,16; 12.059,64}	{20.106,28; 25.820,94; 16.244,09}	{6.031,88; 7.746,28; 4.835,23}	{60.165,60; 77.628,34; 48.661,59}	{74.429,48; 96.945,79; 60.298,21}	{68.453,08; 95.989,12; 55.037,78}	{68.453,08; 95.989,12; 55.037,78}	{6.031,88; 7.746,28; 4.835,23}
20	{14.404,69; 18.857,74; 11.670,41}	{20.112,47; 25.844,39; 16.120,66}	{5.973,74; 7.753,32; 4.835,23}	{59.543,59; 77.556,63; 48.238,56}	{72.023,44; 94.288,68; 58.352,04}	{66.878,30; 86.145,34; 54.066,96}	{66.878,30; 86.145,34; 54.066,96}	{5.973,74; 7.753,32; 4.835,23}

Fuente: Elaboración propia