

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Mercado de colorantes y pigmentos.....</b>	<b>5</b>
1.1. Historia.....	5
1.2. Sectores de interés.....	6
1.2.1. Textil .....	6
1.2.2. Pinturas.....	7
1.2.3. Plásticos .....	8
1.2.4. Cerámicos.....	9
1.2.5. Juguetes .....	9
1.2.6. Cosmética.....	10
<b>2. Formación requerida .....</b>	<b>11</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>17</b>
<b>1. Búsqueda .....</b>	<b>19</b>
1.1. Índice de Producción Industrial.....	20
<b>2. Series temporales .....</b>	<b>21</b>
2.1. Modelos ARIMA.....	21
2.1.1. Herramientas de cálculo.....	23
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>1. Sector textil .....</b>	<b>27</b>
1.1. Matriz de datos .....	27
1.2. Serie temporal inicial .....	28
1.3. Serie estacionaria .....	30
1.4. Modelo ARIMA.....	32
1.4.1. Teórico.....	32
1.4.2. Validación del modelo planteado.....	32
<b>2. Sector pinturas.....</b>	<b>37</b>
2.1. Matriz de datos .....	37
2.2. Serie temporal inicial .....	38

2.3.	Serie estacionaria .....	40
2.4.	Modelo ARIMA.....	42
2.4.1.	Teórico.....	42
2.4.2.	Validación del modelo planteado.....	42
<b>3.</b>	<b>Sector plástico .....</b>	<b>47</b>
3.1.	Matriz de datos .....	47
3.2.	Serie temporal inicial .....	48
3.3.	Serie estacionaria .....	50
3.4.	Modelo ARIMA.....	52
3.4.1.	Teórico.....	52
3.4.2.	Validación del modelo planteado.....	52
<b>4.</b>	<b>Sector cerámica .....</b>	<b>57</b>
4.1.	Matriz de datos .....	57
4.2.	Serie temporal inicial .....	58
4.3.	Serie estacionaria .....	60
4.4.	Modelo ARIMA.....	62
4.4.1.	Teórico.....	62
4.4.2.	Validación del modelo planteado.....	62
<b>5.</b>	<b>Sector juguetes .....</b>	<b>67</b>
5.1.	Matriz de datos .....	67
5.2.	Serie temporal inicial .....	68
5.3.	Serie estacionaria .....	70
5.4.	Modelo ARIMA.....	71
5.4.1.	Teórico.....	71
5.4.2.	Validación del modelo planteado.....	72
<b>6.</b>	<b>Resumen resultados.....</b>	<b>77</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>VI.</b>	<b>FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>83</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>87</b>

# I. Introducción



# 1. Mercado de colorantes y pigmentos

## 1.1. Historia

Un colorante es un compuesto orgánico que al aplicarlo a un sustrato le confiere un color más o menos permanente. Su característica principal es la de ser soluble en el medio en que se aplica. Su producción mundial es de 90 millones de kg al año [1]. Un pigmento, es un compuesto empleado para dar coloración a un medio, y se diferencia de un colorante por ser insoluble en el medio en que se aplica. Los colorantes y pigmentos se pueden emplear para dar coloración a cualquier clase de material, por lo que se emplean en todo tipo de industria, desde cosmética y alimentación hasta la construcción.

El uso de las materias colorantes se remontan hasta la prehistoria, dónde servían para transmitir su cultura y sus creencias a partir de sus pinturas. Inicialmente estas materias eran de origen mineral o biológico, por lo que se las clasifica como naturales.

Con el paso del tiempo cambiaron las necesidades humanas y poco a poco se fueron cambiando el origen de los colorantes y pigmentos, hasta llegar a sustituirse, casi en su totalidad, las materias naturales por las sintéticas.

Hasta la Revolución industrial, las materias colorantes que se utilizaban para el arte y otros elementos decorativos era más bien escasos, ya que era difícil o imposible de preparar algunos colores con los materiales conocidos hasta entonces.

Con la revolución industrial y científica se generaron una gran gama de colorantes y pigmentos sintéticos, obteniendo así materias colorantes disponibles tanto para usos comerciales como artísticos. Confieren una ventaja particular, desde el control del proceso y composición, la reproducibilidad y la proporción de alta resistencia a las condiciones ambientales. Sin embargo, en algunos casos, esta resistencia es insuficiente en aplicación, se dan problemas de transferencia de los colorantes por migración de las matrices en las que se aplica y, además, en muchos casos hay problemas de hidrólisis, con lo que las aguas residuales son muy difíciles de tratar, con el problema del alto impacto ambiental correspondiente.

Hoy en día se sigue trabajando en la evolución de nuevas materias colorantes para la industria, buscando nuevas formulaciones y composiciones que permitan producir el mismo color pero reduciendo los problemas de contaminación y de solidez del color. Este estudio se centra en este tipo de pigmentos, es decir, se quiere averiguar en qué sector invertir con una materia colorante de altas prestaciones y nueva generación.

## 1.2. Sectores de interés

En este apartado se va a hablar de los sectores de interés que se han elegido para la elaboración de este proyecto, hablando así del tipo de pigmento que se emplea en cada sector, su evolución histórica, los requisitos a la hora de su utilización, la normativa exigida, etc.

### 1.2.1. Textil

Este sector representa el 2,7% del total de la producción y el 3,2% del valor añadido de la industria manufacturera española. España es el quinto país de la UE en este sector, por detrás de Alemania, Italia, Reino Unido y Francia. Y a nivel nacional está concentrado en Cataluña, Galicia, Madrid y la Comunidad Valenciana [2]. Destacar además la relevancia del sector textil en la Comarca de l'Alcoià, tomando gran relevancia a partir de la revolución industrial, y persistiendo las principales empresas en los polígonos industriales, pese a la crisis que azota al sector en las últimas décadas.

Con tal de evitar los posibles problemas relacionados con los productos químicos que se utilizan en este sector se desarrolló: “el Reglamento (CE) N° 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos, denominado comúnmente como REACH” [3]. Esta normativa se aplicará tanto en el sector textil, como en los diferentes sectores que se van a comentar, siendo más exigente cuanto más expuesto esté el cuerpo humano a los productos elaborados con las materias colorantes.

“El reglamento REACH entró en vigor en la Unión Europea el 01 de Junio de 2007 y su principal objetivo es garantizar un alto nivel de protección de la salud humana y su medio ambiente” [3]. Modificándose posteriormente y pasando a ser el Reglamento (UE) n° 835/2012 de la Comisión, de 18 de septiembre de 2012, en lo que respecta a su anexo XVII (cadmio) [4].

En la industria textil la demanda de colorantes y pigmentos es muy elevada, debido a la importancia del sector del ennoblecimiento y acabado de los textiles, que se encargan de conferir el valor añadido del producto final.

Los requerimientos para los productos finales son cada vez más elevados, en cuanto a la calidad y resistencia de los acabados. Por tanto es un sector abierto a la demanda de nuevas clases de colorantes y pigmentos, que ofrezcan valor añadido a sus productos, y que respondan a las exigencias de las normativas aplicadas a los

productos. Por otro lado, el problema de contaminación de las aguas residuales, por los productos químicos, como colorantes o pigmentos que no quedan adheridos a los textiles, suponen un gasto añadido para las empresas del sector, que deben cumplir con la normativa medioambiental.

### **1.2.2. Pinturas**

Se trata del sector más antiguo, ya que desde la prehistoria la civilización ha hecho pintadas para representar sus creencias, transmitir su culta, etc. Aunque inicialmente no se trataba de las pinturas como las conocemos hoy en día, ya que ni tenían la variedad de color que existen actualmente y se fabricaban de la misma forma.

Inicialmente sus usos eran decorativos y posteriormente también adquieren un uso de protección y recubrimiento. Pero no será hasta mitad del siglo XIX, cuando se de una evolución significativa, con la aparición de las resinas sintéticas. En España, estas resinas no aparecieron hasta la década de los 30, y desde entonces su evolución ha sido constante [5].

En la década de los noventa, el principal sector consumidor de pinturas en España era el sector de la construcción con un 74%, seguido del sector de la fabricación de los muebles de madera con un 10% [6].

Con el paso de los años y tras la crisis económica que se ha dado en los últimos años ha dado paso a nuevas tendencias en el sector, dando paso a pinturas de efecto, colores nuevos, textura, etc. Convierten al sector en un ávido consumidor de pigmentos de nueva generación, con la búsqueda de dotar de valor añadido a los productos, y aumentar la demanda para subsistir frente a la crisis que ha afectado al sector inmobiliario.

Al igual que el sector textil la normativa que se aplica es la REACH. Además en este sector las exigencias en calidad de acabado, son muy elevadas, así como las de la persistencia del resultado final, teniendo que lidiar en muchos casos con condiciones ambientales extremas, en cuanto a humedad, exposición a la luz, y elevada corrosión, como por ejemplo en los ambientes marinos. Cualquier mejora y garantía de solidez de color en estos ambientes, debe ser bienvenida en el sector.

### 1.2.3. Plásticos

Sus inicios están datados en 1960 en Estados Unidos, por lo que se trata de un sector relativamente joven. Fue durante la II Guerra Mundial cuando este sector se convirtió en una pieza clave, ya que muchos frentes vieron reducidos los suministros de materia prima y fue la industria del plástico la que consiguió ser una fuente inagotable de sustitutos.

Durante los años de la postguerra se continuó con el elevado desarrollo de esta industria, hasta desarrollar el polietileno (1953) y el polipropileno (1954) que son los dos plásticos más utilizados hoy en día [7].

Su forma final depende fundamentalmente de tres factores: tiempo, temperatura y deformación. Aunque ha sido relevante, el descubrimiento de los aditivos como los plastificantes, y las cargas inorgánicas, que han conseguido conferir a los plásticos, propiedades de resistencia, que no se podían lograr, manteniendo las propiedades de deformación y ligereza propia de los polímeros.

Los materiales compuestos, como por ejemplo las fibras de carbono y las resinas, han sido fundamentales en el desarrollo de industrias como el transporte, aportando propiedades de resistencia, ligereza, y proporcionando la capacidad de modelar los materiales a voluntad.

Hoy en día uno de los sectores de más interés y proyección industrial, es el de las impresoras 3D, que cada vez se encuentran más cerca del consumidor de a pie, y empiezan a encontrarse en hogares de particulares. La fuente de alimentación de estas impresoras, son polímeros que deben cumplir con las propiedades reológicas y de resistencia correspondientes, y en los que las materias colorantes presentes jugarán un papel fundamental en el acabado final de los productos que se consigan. De esta forma apostar por el sector del “plástico”, puede ser una apuesta de futuro, en cuanto a la incorporación de aditivos con altas prestaciones [8].

Al igual que en los otros dos sectores, la normativa para los plásticos también se rige por el Reglamento REACH, e igual que ocurre con los demás, los materiales preparados deben cumplir con las exigencias de resistencia de la aplicación correspondiente.

### **1.2.4. Cerámicos**

“La historia de la cerámica va unida a la historia de casi todos los pueblos del mundo. Abarca sus mismas evoluciones y fechas y su estudio está unido a las relaciones de los seres humanos que han permitido el progreso de este arte.

Su invención se produjo durante el neolítico, con la fabricación de recipientes para almacenar los excedentes de la agricultura” [9].

Se trata de uno de los sectores más dinámicos e innovadores, concentrándose principalmente en la Comunidad Valenciana, sobre todo en Castellón, teniendo el 86% de las empresas en ella. Durante el 2014, España fue el segundo país exportador de productos cerámicos del mundo, por detrás de China [10].

El grupo Porcelanosa®, es uno de los ejemplos más relevantes en la industria de la cerámica en España, siendo punteros en la evolución y promoción de sus productos, y realizando apuestas firmes por la investigación y el desarrollo de nuevos materiales (<http://www.porcelanosa.com/blog/>).

Los principales problemas, a la hora de la incorporación de nuevas materias colorantes en este sector, vienen dados en la resistencia térmica, por las altas temperaturas de curado, requeridas por los materiales. Existe una limitación importante de pigmentos que pueden resistir las temperaturas de procesado, y entre ellos se encuentran compuestos con metales de transición, cuyo uso viene limitado por la legislación, como son el plomo, el cobre, el estaño, el zinc, el níquel, etc. (REACH).

Este sector demanda con urgencia materias colorantes alternativas, que permitan ampliar la gama de color disponible, cumpliendo las normativas, y que confieran nuevos acabados a los materiales cerámicos, y por ello se sigue investigando en la generación de materias colorantes, que puedan abrirse paso en este sector industrial [11].

### **1.2.5. Juguetes**

“Sus inicios están datados a finales del siglo XIX y principios del XX en Alicante y Cataluña, principalmente por su tradición artesanal.

Actualmente, se sigue concentrando su fabricación en la Comunidad Valenciana, principalmente en el clúster del juguete con Biar, Castalla, Ibi, Onil y Tibi” [12].

Este sector no solo engloba únicamente la fabricación del juguete, sino que actualmente se enfoca hacia un producto de alto diseño, calidad y valores pedagógicos.

Para la fabricación de los juguetes se consumen gran variedad de materiales plásticos, textiles y materiales metálicos, que deben cumplir con los requisitos de la vida útil estimada del producto final. Es fundamental la apariencia a la hora de otorgar salida y venta a estos productos, por lo que los acabados con pigmentos que confieran las mejores propiedades, son fundamentales.

Existen limitaciones severas en la normativa. Evitar a toda costa problemas de migración de los colorantes o pigmentos empleados, es decir, un niño que se lleve un juguete a la boca, no puede correr riesgo de intoxicarse por ingerir un colorante o pigmento.

Al igual que en los otros sectores, la normativa que se aplica para este sector es el reglamento REACH.

### **1.2.6. Cosmética**

Los primeros productos de cosmética se datan en el Antiguo Egipto, y la forma en la que se elaboraban no se parece mucho a la actual. Antiguamente se obtenían de las plantas y de los animales.

Hasta el siglo XX, se trataba de un sector de lujo ya que por su elaboración sus costes eran elevados, pero con los grandes descubrimientos científicos y los avances en la industria química permitieron que estos pudiesen llegar a todos los hogares, independientemente del nivel adquisitivo.

Se trata de un sector que está en continuo avance y cambio, buscando la innovación de nuevos productos que puedan cubrir las necesidades de todas las personas. Su ciclo de vida no suele sobrepasar los cinco años [13].

Este es el sector más duro y exigente en cuanto a la normativa de los productos químicos que se empleen, ya que estos van en contacto directo con la piel. Por el contrario, es uno de los sectores que mayor demanda de efectos y colores nuevos demanda, y que se encuentra en constante evolución.

La normativa que lo regula es “Real Decreto 1599/1997, de 17 de octubre, sobre productos cosméticos” [14], siendo su última modificación “la orden SSI/771/2013, de 6 de Mayo, sobre productos cosméticos donde se modificaron los anexos II y III” [15].

## 2. Formación requerida

Tanto para la búsqueda de información como para su tratamiento, el alumno ha necesitado los conocimientos adquiridos en las asignaturas:

- Econometría: Para el planteamiento, cálculo y validación de las series temporales obtenidas a partir de la matriz de datos generadas.
- Introducción a la estadística: Para la interpretación de la normalidad de los residuos mediante la campana de GAUSS y los distintos test de hipótesis.
- Métodos estadísticos en Economía: Para el planteamiento e interpretación de los test de hipótesis y la interpretación de la varianza de los residuos.
- Modelos Matemáticos para ADE: Para los cálculos realizados durante el proyecto.
- Investigación comercial: Para el planteamiento del proyecto y la investigación sobre el mismo.
- Derecho de la empresa: Para la normativa utilizada en cada uno de los sectores.
- Economía Española: Para la obtención de los datos que se van a analizar en cada una de las series temporales.
- Project Management: Para la elaboración del proyecto.



## **II.Objetivos**



En este apartado se plantean los objetivos del trabajo. El objetivo principal es determinar el nicho de mercado potencial para la incorporación de nuevos materiales colorantes. Responder a la pregunta de dónde deben centrarse los fabricantes de pigmentos, a la hora de diseñar nuevos productos para la industria. Para conseguir esto se plantean los siguientes objetivos secundarios:

- Obtener datos de las industrias que consumen colorantes y pigmentos y obtener el histórico de producción.
- Obtener series temporales válidas para cada uno de los sectores analizados
- Realizar predicciones dentro de cada sector industrial y comprobar los datos de la predicción con los datos reales publicados.
- Buscar nichos de mercado para pigmentos de nueva generación mediante series temporales.



## **III. Metodología**



# 1. Búsqueda

Cuando se empezó este proyecto, se debatió qué sectores serían necesarios incluir en el estudio, es decir, qué sectores son los que principalmente utilizan colorantes y pigmentos, y que por tanto serían un posible sector de inversión para un colorante de nueva generación.

Los sectores que salieron del debate fueron:

1. Textil.
2. Pinturas y Barnices.
3. Productos Plásticos.
4. Cerámica.
5. Juegos y juguetes.
6. Cosméticos.

Inicialmente, se buscaba información sobre la cantidad de pigmentos que utilizaba cada sector, pero tras consultar el INE Base y otras páginas de internet resultó difícil obtener dicha información; por tanto, se cambió la búsqueda y se decidió buscar información sobre la producción de cada sector.

Finalmente, y tras sólo encontrar información fiable en el INE Base, se decidió por emplear como datos los Índices de Producción Industrial, puesto que los otros datos que se encontraron fueron exclusivamente sobre los precios.

Aunque en un inicio se buscaba información sobre seis sectores, como sólo se encontró la misma información para cinco de ellos, se decidió realizar el estudio sobre los mismos, ya que si no están en el mismo eje temporal y en las mismas unidades no se pueden comparar. Quedando así el estudio sobre los sectores:

- Tejidos textiles.
- Pinturas y Barnices.
- Productos Plásticos.
- Cerámica.
- Juegos y juguetes.

## 1.1. Índice de Producción Industrial

Definición: “El Índice de Producción Industrial (IPI) es un indicador coyuntural que mide la evolución mensual de la actividad productiva de las ramas industriales, excluida la construcción, contenidas en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNAE-2009).

Investiga, por tanto, las actividades incluidas en las secciones B, C, D y, por primera vez para la base 2010, también la división 36: Captación, depuración y distribución de agua, de la sección E de la CNAE-2009. Mide la evolución conjunta de la cantidad y la calidad, eliminando la influencia de los precios.

Para su obtención se realiza una encuesta continua de periodicidad mensual que investiga todos los meses más de 11.500 establecimientos” [16].

Su cálculo se realiza mediante el Índice de Laspeyres, el cual “analiza las variaciones debidas a los cambios en los precios de un conjunto de artículos ponderándolos siempre por las mismas cantidades” [17].

La fórmula del Índice de Laspeyres es la siguiente:

$$L_p = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{p_{it}}{p_{i0}} p_{i0} \cdot q_{i0}}{\sum_{i=1}^n p_{i0} \cdot q_{i0}} \cdot 100 = \frac{\sum_{i=1}^n p_{it} \cdot q_{i0}}{\sum_{i=1}^n p_{i0} \cdot q_{i0}} \cdot 100$$

Siendo:

- $p_{i0}$  = Precio del producto en el año de referencia
- $p_{it}$  = Precio del producto para el año t
- $q_{i0}$  = Cantidades del producto en el año de referencia

## 2. Series temporales

Una serie temporal es una sucesión de datos de una variable ordenada en el tiempo, que nos permite predecir valores futuros mediante el estudio del comportamiento pasado.

Los componentes de una serie temporal son:

1. Tendencia: muestra el movimiento de la serie a largo plazo.
2. Variaciones estacionales: variaciones que se producen en un corto plazo (suele ser 1 año o menos), debidas al efecto de los meses sobre la variable.
3. Variaciones cíclicas: Igual que las estacionales pero con tiempos más largos (5 o 6 años)
4. Variaciones Residuales: oscilaciones que no tienen una estructura reconocible. Debidas a hechos puntuales (cambios en la moneda, leyes, impuestos) [18].

### 2.1. Modelos ARIMA

Para poder plantear un modelo ARIMA, en primer lugar se debe conseguir que la serie temporal sea estacionaria. Para que una serie sea estacionaria se deben cumplir los siguientes requisitos:

1. Que la varianza sea constante.
2. No tener tendencia.
3. No tener variaciones estacionales.
4. Que exista autocorrelación.

Si una serie no cumple con estos requisitos se deberán aplicar modificaciones hasta conseguirla, en función del problema detectado:

1. Varianza: aplicará el logaritmo natural o la raíz cuadrada a los datos de la serie.
2. Tendencia: aplicar diferenciaciones de orden no estacional.
3. Variaciones estacionales: aplicar diferenciaciones de orden estacional.
4. Autocorrelación: ajustar las diferenciaciones anteriores hasta que aparezca.

Una vez obtenida la serie estacionaria, se puede proceder con el planteamiento del modelo ARIMA. Se trata de un proceso autorregresivo, en el cual se integra la media móvil, donde se formulan modelos para procesos no estacionarios.

Los modelos ARIMA se expresan como:

**ARIMA (p,d,q) x (P,D,Q)**

Siendo:

p = Orden del AR

d = Orden no estacional (diferenciaciones no estacionales)

q = Orden del MA

P = Orden del SAR

D = Orden estacional (diferenciaciones estacionales)

Q = Orden del SMA

Por tanto, los modelos ARIMA pueden ser:

- Modelo AR (autorregresivo):

AR (k)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \beta_3 Y_{t-3} + \dots + \beta_k Y_{t-k} + U$$

Siendo: k=número de variables explicativas del modelo, y el orden del AR.

Ejemplo:

AR (2)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + U$$

- Modelo MA (media móvil):

MA (k)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Res}_{t-1} + \beta_2 \text{Res}_{t-2} + \beta_3 \text{Res}_{t-3} + \dots + \beta_k \text{Res}_{t-k} + U$$

Siendo: k=número de variables explicativas del modelo, y el orden del MA.

Ejemplo:

MA (3)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Res}_{t-1} + \beta_2 \text{Res}_{t-2} + \beta_3 \text{Res}_{t-3} + U$$

- Modelo ARIMA:

Ejemplo:

AR (2) y MA (2)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \beta_3 \text{Res}_{t-1} + \beta_4 \text{Res}_{t-2} + U$$

Por tanto, como ha podido verse, los modelos ARIMA, explican los valores de la variable explicativa en un momento determinado  $Y_t$ , a partir de los valores anteriores conocidos  $Y_{t-i}$ , y/o a partir de los residuos generados  $\text{RES}_{t-i}$ . Además se tienen en cuenta las modificaciones realizadas [19].

### **2.1.1. Herramientas de cálculo**

En este apartado se comentan los programas empleados para realizar todos los cálculos requeridos en este trabajo. Fundamentalmente se han necesitado los siguientes:

- Excel: herramienta utilizada para la realización de tablas y gráficos, así como alguno de los cálculos matemáticos requeridos, aprovechando la capacidad de cálculo del software.
- Statgraphics: programa utilizado en la versión 5.1 para la representación de cada una de las series temporales, su transformación en estacionarias, y el cálculo y la validación de los modelos ARIMA correspondientes. También se ha empleado para realizar las predicciones a partir de los modelos ARIMA validados.



## **IV. Resultados**



# 1. Sector textil

## 1.1. Matriz de datos

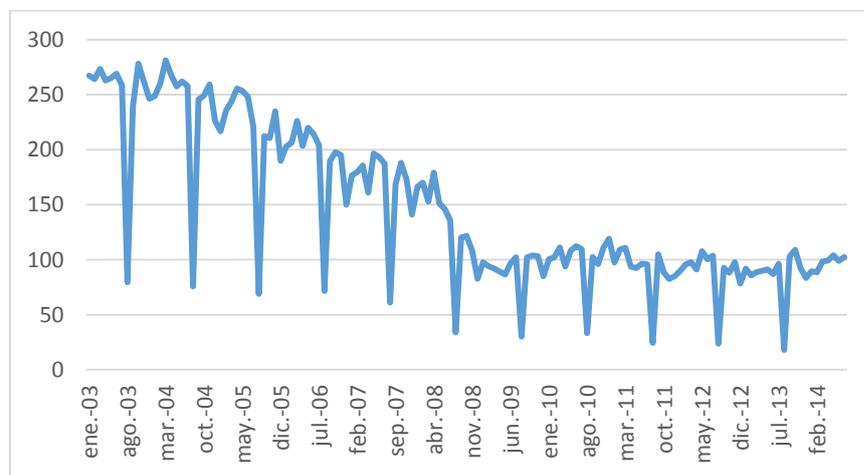
A continuación se listan los datos obtenidos por el INE Base (Tabla.IV. 1), dónde se puede observar los índices de producción industrial (IPI) desde enero de 2003 hasta julio de 2014. En este caso los datos son del sector textil.

**Tabla.IV. 1.** Matriz de datos del sector Textil durante la última década. FUENTE: INE Base.

Meses	IPI	Meses	IPI	Meses	IPI	Meses	IPI
ene-03	267,410	ene-06	202,878	ene-09	97,554	ene-12	89,774
feb-03	264,173	feb-06	206,331	feb-09	94,101	feb-12	95,521
mar-03	273,453	mar-06	226,187	mar-09	91,942	mar-12	97,774
abr-03	262,878	abr-06	203,309	abr-09	89,137	abr-12	91,113
may-03	265,036	may-06	219,928	may-09	86,547	may-12	107,808
jun-03	269,137	jun-06	214,317	jun-09	96,691	jun-12	100,361
jul-03	258,345	jul-06	203,957	jul-09	102,302	jul-12	103,765
ago-03	79,424	ago-06	71,439	ago-09	30,216	ago-12	23,561
sep-03	239,353	sep-06	189,712	sep-09	102,086	sep-12	92,655
oct-03	278,201	oct-06	197,698	oct-09	103,813	oct-12	88,160
nov-03	262,014	nov-06	195,324	nov-09	103,165	nov-12	97,746
dic-03	246,259	dic-06	150,000	dic-09	85,036	dic-12	78,355
ene-04	248,633	ene-07	176,547	ene-10	100,360	ene-13	91,787
feb-04	260,072	feb-07	179,568	feb-10	102,302	feb-13	85,687
mar-04	281,223	mar-07	185,612	mar-10	111,151	mar-13	88,816
abr-04	267,842	abr-07	161,007	abr-10	93,885	abr-13	89,909
may-04	257,482	may-07	196,619	may-10	108,345	may-13	91,211
jun-04	262,014	jun-07	193,165	jun-10	112,230	jun-13	86,829
jul-04	257,914	jul-07	187,338	jul-10	109,640	jul-13	96,130
ago-04	75,755	ago-07	61,079	ago-10	33,237	ago-13	17,988
sep-04	245,612	sep-07	168,561	sep-10	102,518	sep-13	103,012
oct-04	249,281	oct-07	187,986	oct-10	96,043	oct-13	108,922
nov-04	259,424	nov-07	173,094	nov-10	111,151	nov-13	92,302
dic-04	226,187	dic-07	140,935	dic-10	119,137	dic-13	83,342
ene-05	216,691	ene-08	166,403	ene-11	97,487	ene-14	89,489
feb-05	235,468	feb-08	170,072	feb-11	109,289	feb-14	88,675
mar-05	243,669	mar-08	152,806	mar-11	110,764	mar-14	98,355
abr-05	255,540	abr-08	179,137	abr-11	93,621	abr-14	99,237
may-05	253,381	may-08	151,079	may-11	92,395	may-14	103,980
jun-05	248,201	jun-08	146,115	jun-11	96,410	jun-14	98,855
jul-05	220,791	jul-08	135,755	jul-11	95,795	jul-14	102,348
ago-05	68,849	ago-08	33,885	ago-11	24,386		
sep-05	212,374	sep-08	120,216	sep-11	104,894		
oct-05	210,432	oct-08	121,511	oct-11	88,574		
nov-05	234,820	nov-08	108,345	nov-11	82,542		
dic-05	189,928	dic-08	82,662	dic-11	84,938		

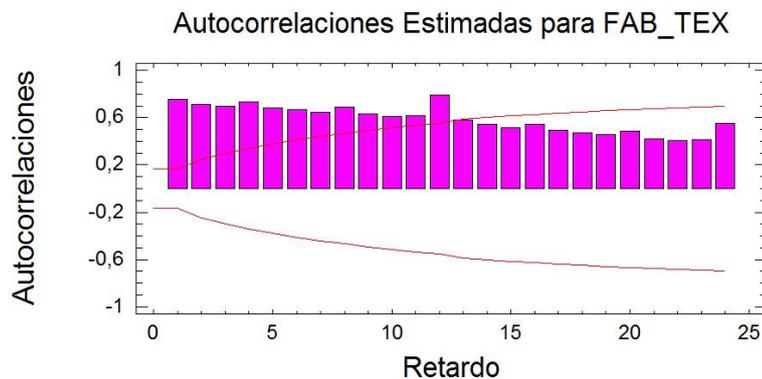
## 1.2. Serie temporal inicial

En primer lugar se representa la serie temporal inicial (Figura.IV. 1), en la cual en el eje de las x se encuentra el tiempo, desde Enero 2003 hasta Julio 2014, frente al eje de las Y en el cual encontramos el Índice de Producción Industrial textil. Para este gráfico se utilizarán los datos extraídos del INE Base, sin realizar ningún cambio previo con el programa Statgraphics. Sobre este gráfico se tendrá que observar la variación estacional, es decir, si se observa una cierta repetición en el tiempo; y también la varianza, es decir, si a medida que pasa el tiempo va aumentando.



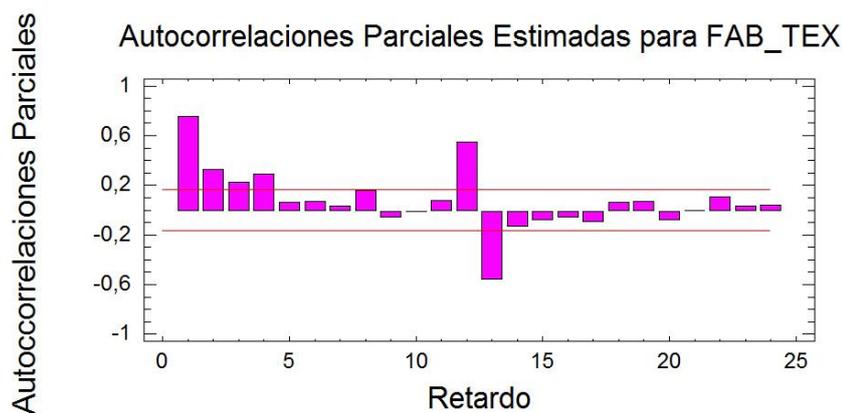
**Figura.IV. 1.** Gráfico inicial del sector textil. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

A continuación se representa el gráfico del FAS (Figura.IV. 2), en el cual se representan los retardos frente a los límites de autocorrelación. En este tipo de gráfico se puede observar si existe tendencia, es decir, como varía el nivel medio de la variable representada a lo largo del tiempo; y si existe estacionalidad, es decir, si existe una repetición periódica en los picos relativos encontrados. Para este caso, si necesitará del programa Statgraphics para obtener los gráficos, pero al tratarse de la serie inicial, se calculará a partir de los datos obtenidos en el INE Base sin modificaciones.



**Figura.IV. 2.**Gráfico del FAS, generado a partir de los datos de la serie temporal inicial para el sector textil.

Y por último, se representará el gráfico del FAP (Figura.IV. 3), en el cual se representan los retardos frente a los factores de autocorrelación. En este gráfico se busca la presencia de autocorrelación, es decir, si los retardos superan los límites de autocorrelación, corroborando su existencia. Para representarlo, también se emplea el programa Statgraphics con los datos de la serie inicial.



**Figura.IV. 3.** Gráfico del FAP, realizado con los datos iniciales de la serie temporal del sector textil.

Después de observar las tres figuras, se puede decir que la serie no es estacionaria, ya que dos de los 4 requisitos no los cumple:

- Tiene tendencia negativa, como se observa en el gráfico del FAS (Figura.IV. 2).
- Presenta una cierta variación estacional, como puede observar tanto en el gráfico inicial, como en el del FAS (Figura.IV. 1 y Figura.IV. 2).
- Presenta autocorrelación frente a retardos de tiempo mayores a 1, como se ve en el gráfico del FAP (Figura.IV. 3).
- La varianza es constante, ya que no aumenta a medida que pasa el tiempo, como podemos ver en el gráfico inicial (Figura.IV. 1).

### 1.3. Serie estacionaria

La mayoría de series temporales no cumplen alguno de los requisitos comentados para que sea estacionaria, por lo que se le tendrá que aplicar alguna modificación para convertirla. Estas modificaciones en concreto deben ser:

- Variaciones de orden no estacional (1, 2 o 3) para resolver el problema de tendencia.
- Variaciones de orden estacional (1 o 2) para resolver los problemas de la estacionalidad.
- Logaritmo natural o raíz cuadrada, para resolver el problema de la varianza no constante.

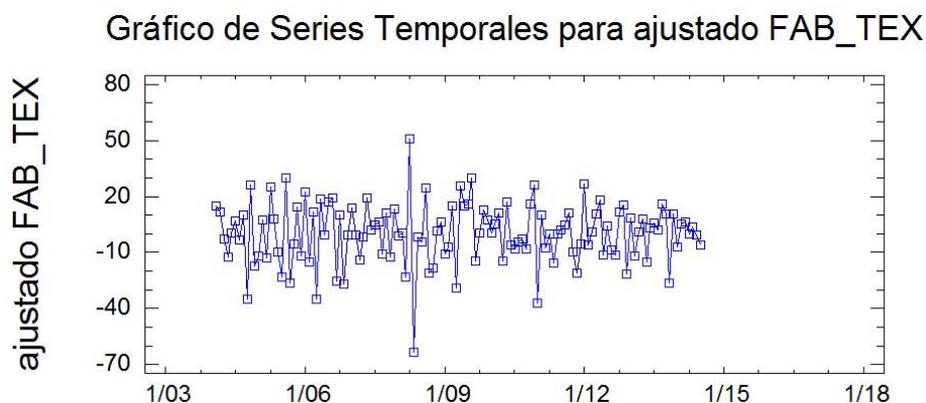
En este caso, para poder convertir la serie en estacionaria se procederá a realizar cambios de orden estacional y no estacional para solucionar los problemas de tendencia y variación estacional.

Se aplica:

- Orden no estacional: 1
- Orden estacional: 1

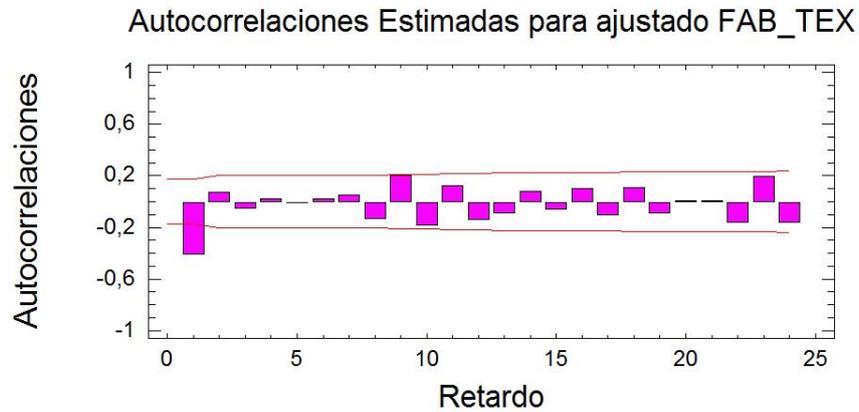
Por lo que ahora se pueden observar cambios en los tres gráficos, respecto a la serie inicial:

En primer lugar se muestra el gráfico de la serie estacionaria (Figura.IV. 4), en ella se representa la serie después de los cambios aplicados con el programa Statgraphics. Se puede ver cómo se ha solucionado el problema de la estacionalidad, ya que ahora la serie no presenta picos equidistantes, que muestren un patrón periódico.



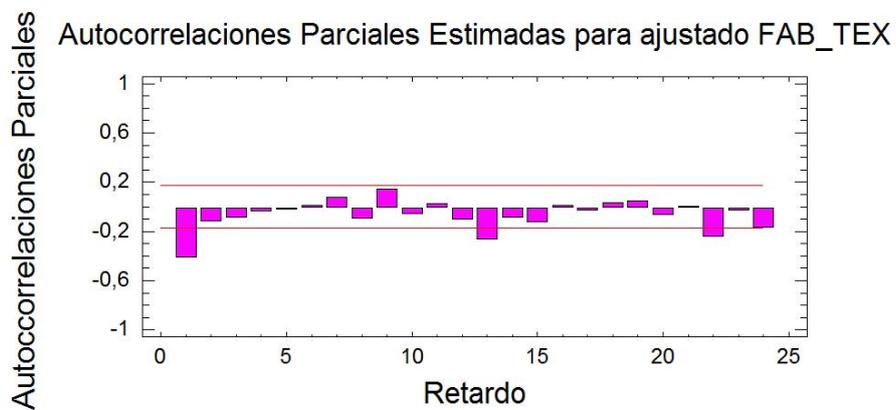
**Figura.IV. 4.** Gráfico de la serie temporal estacionaria para el sector textil.

Igual que con la serie inicial, después de representar la serie se representará el FAS (Figura.IV. 5), en el cual para que la serie sea estacionaria tendría que estar solucionado el problema de la tendencia.



**Figura.IV. 5.** Gráfico del FAS generado a partir de las modificaciones para la conversión en una serie estacionaria.

A continuación es el turno para el gráfico del FAP (Figura.IV. 6), que aunque sigue teniendo autocorrelación no es igual que el anterior, ya que en este caso se ha representado después de los cambios de orden estacional y no estacional.



**Figura.IV. 6.** Gráfico del FAP, tras los cambios para convertir la serie en estacionaria.

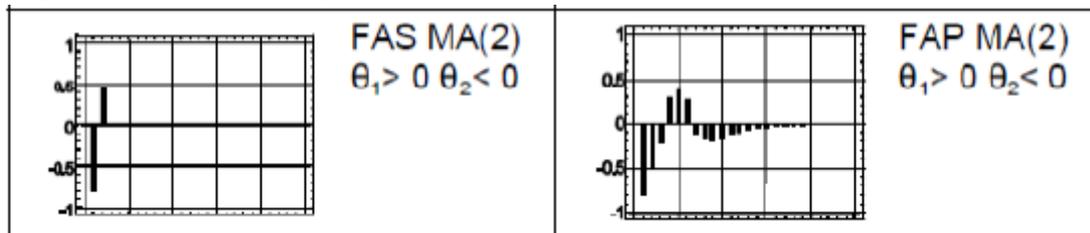
Con las soluciones aplicadas, se ha realizado con éxito la transformación de la serie de no estacionaria a estacionaria, y se está en disposición de dar el siguiente paso y plantear un modelo ARIMA teórico.

## 1.4. Modelo ARIMA

### 1.4.1. Teórico

Antes de plantear el modelo ARIMA, lo primero que se debe hacer es fijarse en los gráficos del FAS y del FAP de la serie estacionaria. Con ellos y tras compararlos con los modelos ARIMA teóricos (Figura.IV. 7), planteados por el profesor Vicente Chirivella González de la Universitat Politècnica de València, en su libro “Apuntes de econometría” [20], se planteará el primer modelo ARIMA. En caso de que no se solucione el problema con el modelo teórico, pasaremos a probar otros.

Después de los cambios, y tras observar el modelo ARIMA teórico:



**Figura.IV. 7.** Modelo ARIMA teórico. FUENTE: “Apuntes de econometría” de Vicente Chirivella.

El modelo ARIMA provisional el cual se probará en primer lugar en el programa será: ARIMA (0, 1, 2) x (0, 1, 0) con constante.

### 1.4.2. Validación del modelo planteado

Para que un modelo ARIMA sea válido debe cumplir los siguientes requisitos

- El modelo y los parámetros deben ser significativos.
- Los residuos deben tener media nula y varianza constante, es decir que se cumpla el principio de homocedasticidad.
- Los residuos deben seguir una distribución normal.
- No debe haber autocorrelación.

A partir del modelo teórico se obtiene el siguiente modelo válido:

- ARIMA (0, 1, 1) x (0, 1, 1) sin constante.

Las variaciones con respecto al teórico planteado vienen de la búsqueda del cumplimiento de las hipótesis que validen el modelo, ya que con un MA (2) no se obtenía un modelo válido. A continuación se procede con la demostración de la validación del modelo final obtenido, corroborándose cada una de las hipótesis requeridas para este tipo de modelos.

#### 1.4.2.1. Tabla de significación

La tabla de significación muestra los PValores de los parámetros elegidos para crear el modelo ARIMA que se ha planteado. Para que los parámetros del modelo sean significativos, los PValores han de ser menores que 0,05, por lo que si en algún modelo superan este valor se tendrán de modificar. Es decir, que aquellos parámetros que no cumplan la hipótesis de significación, deben ser eliminados y/o sustituidos en el modelo.

A continuación, se muestra el test de hipótesis para la significación de los parámetros (Figura.IV. 8).

Test de hipótesis:

$H_0: \beta_i=0$ , no significativo

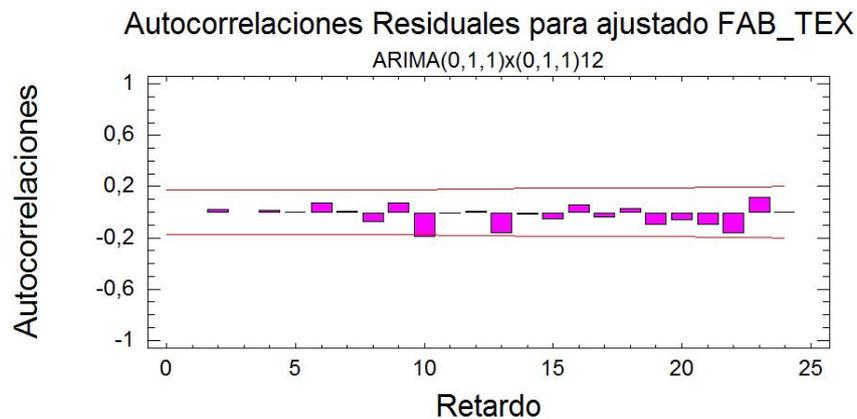
$H_1: \beta_i \neq 0$ , es significativo

Resumen del Modelo ARIMA				
Parámetro	Estimación	Error Estd.	t	P-Valor
MA(1)	0,519058	0,0761943	6,8123	0,000000
SMA(1)	0,288775	0,0833767	3,4635	0,000733

**Figura.IV. 8.** Resumen del modelo ARIMA, tras las modificaciones oportunas.

PValores < 0,05 → Se rechaza  $H_0$ , lo que significa que las variables incluidas en el modelo son significativas, tanto el MA (1), como el SMA (1).

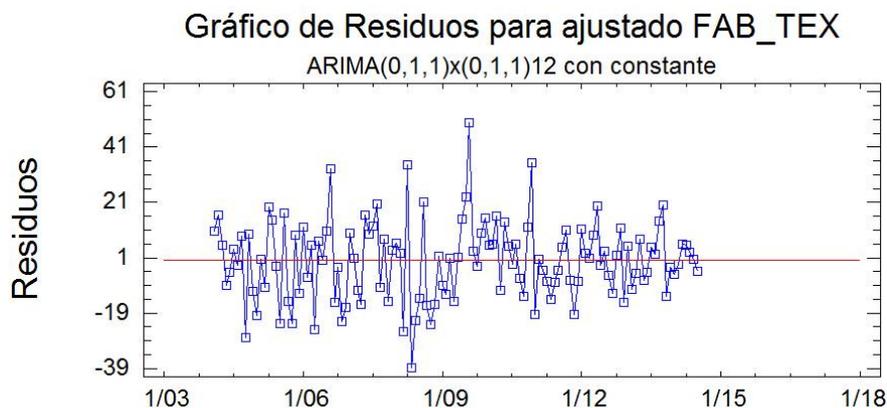
### 1.4.2.2. Autocorrelación



**Figura.IV. 9.** Gráfico del FAS del Modelo ARIMA final.

Si se observa el gráfico del FAS del modelo ARIMA (Figura.IV. 9) se puede ver cómo a pesar de todos los cambios, algunos de los retardos se encuentran en el límite de la autocorrelación. Puesto que con el resto de pruebas sí se obtiene un modelo válido, se mantiene esta solución que es en la que mejores resultados se han obtenido en el proceso global de la validación.

### 1.4.2.3. Homocedasticidad



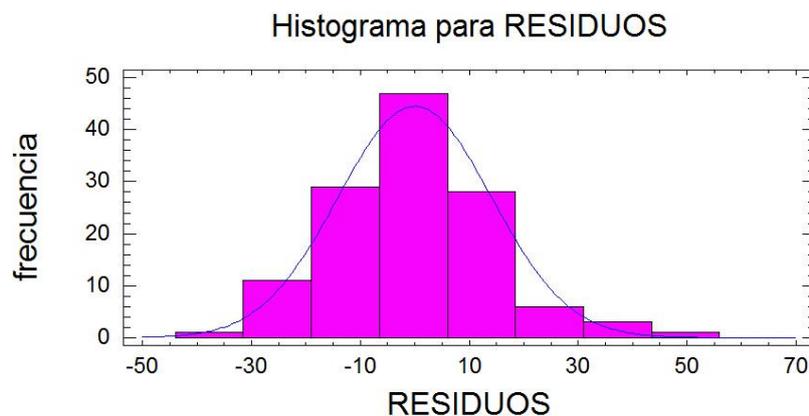
**Figura.IV. 10.** Gráfico de residuos de la serie ajustada con el modelo ARIMA.

En el gráfico (Figura.IV. 10) se puede observar cómo los residuos se centran en torno al 0 y tienen una varianza constante, es decir, se cumple el principio de homocedasticidad de los residuos del modelo que se está validando. Si se observase una forma cónica en los residuos, es decir que aumentará su dispersión progresivamente con el tiempo, se deberían tomar medidas para solucionar la falta de homocedasticidad, que no proceden en este caso.

#### 1.4.2.4. Normalidad de residuos

Para comprobar la normalidad de los residuos se dispone de dos caminos diferentes: por un lado está el gráfico de residuos, el cual ha de representar una campana de GAUSS perfecta o casi perfecta para que se pueda hablar de normalidad; y por otro lado el test para la normalidad de los residuos, el cual comparan los PValores y se queda con el PValor del test más restrictivo, es decir, el más pequeño ya que es al que le costará más cumplir la hipótesis de normalidad  $H_0$ :

- Gráfico de residuos:



**Figura.IV. 11.** Histograma de los residuos del modelo ARIMA para el sector textil.

Como el histograma (Figura.IV. 11) presenta una campana de GAUSS perfecta, sólo quedará por comprobar el test para la normalidad de los residuos.

- PValor del test más restrictivo:

Test de hipótesis

$H_0$ : los residuos se distribuyen normalmente

$H_1$ : los residuos no se distribuyen normalmente

#### Tests para la Normalidad para RESIDUOS

Estadístico chi-cuadrado de bondad de ajuste = 21,3333

P-valor = 0,560739

Estadístico W de Shapiro-Wilks = 0,988773

P-valor = 0,914388

Puntuación Z para asimetría = 0,993057

P-valor = 0,320681

Puntuación Z para curtosis = 1,67273

P-valor = 0,0943796

En este caso, el test más restrictivo es el Z para curtosis, donde el PValor es 0,09 que sigue siendo superior a 0,05, y por tanto, se acepta la  $H_0$  y se corrobora con ello la normalidad de los residuos.

#### 1.4.2.5. Desviación típica del ruido blanco

Una vez validado el modelo y antes realizar las predicciones, hay que fijarse en la desviación típica del ruido blanco del modelo. Esto será lo que ayude a comparar todos los modelos y haga que se pueda elegir uno, aquel que tenga la desviación típica del ruido blanco más baja.

Para este caso la desviación típica del ruido blanco es: 14,2354

#### 1.4.2.6. Predicciones

En este punto el modelo se ha validado, y por tanto se pueden realizar predicciones con el mismo. En la Tabla.IV. 2 se listan los resultados para los cinco meses siguientes al último valor conocido (en el momento de realización del proyecto, no de su presentación). A partir de este último mes, las predicciones son demasiado imprecisas debido a la magnitud del intervalo de confianza, que crece exponencialmente con el tiempo.

Como puede observarse, los datos obtenidos al inicio de los cálculos de la serie, se comparan en la última columna con los datos reales obtenidos durante la elaboración de la memoria de este proyecto. En todos los casos, el valor puntual real se encuentra dentro del intervalo de confianza calculado por el modelo, por lo que las predicciones han sido acertadas por el modelo final planteado.

**Tabla.IV. 2.** Tabla de pronósticos para los próximos 5 meses. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Statgraphics y el INE Base.

Periodo	Predicción	Límites al 95%	Real
ago-14	25,863	$[-2,308 \leq Y_t \leq 54,044]$	24,668
sep-14	107,036	$[75,771 \leq Y_t \leq 138,301]$	102,676
oct-14	109,257	$[75,182 \leq Y_t \leq 143,332]$	103,145
nov-14	99,279	$[62,608 \leq Y_t \leq 135,950]$	104,182
dic-14	89,055	$[49,961 \leq Y_t \leq 128,150]$	84,363

## 2. Sector pinturas

### 2.1. Matriz de datos

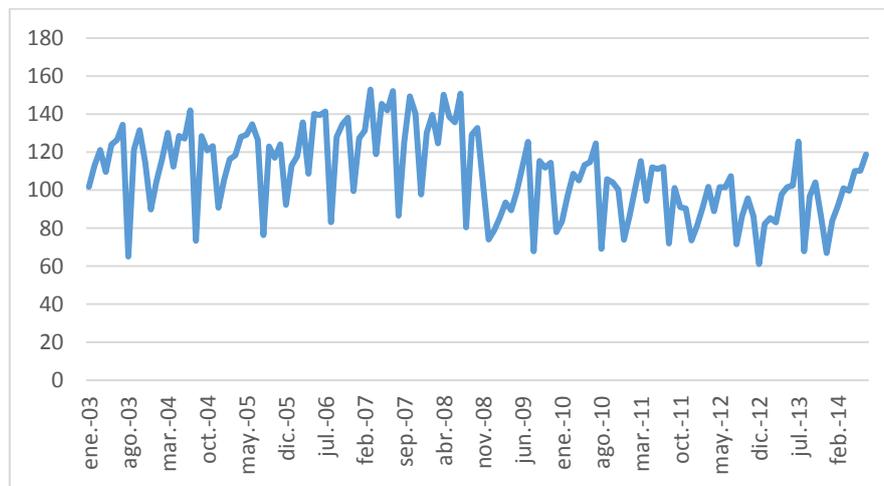
A continuación se encuentra la matriz de datos (Tabla.IV. 3) del sector pinturas. En ella se detallan los IPIs desde Enero de 2003, hasta Julio de 2014.

**Tabla.IV. 3.**Matriz de datos del sector pinturas para los últimos diez años. FUENTE: INE Base.

Meses	IPI	Meses	IPI	Meses	IPI	Meses	IPI
ene-03	101,758	ene-06	112,884	ene-09	78,926	ene-12	81,354
feb-03	113,000	feb-06	117,867	feb-09	85,648	feb-12	90,977
mar-03	121,113	mar-06	135,716	mar-09	93,529	mar-12	101,748
abr-03	109,523	abr-06	108,596	abr-09	89,357	abr-12	88,909
may-03	124,010	may-06	140,120	may-09	99,324	may-12	101,588
jun-03	126,444	jun-06	139,424	jun-09	112,304	jun-12	101,532
jul-03	134,441	jul-06	141,395	jul-09	125,401	jul-12	107,396
ago-03	65,018	ago-06	83,098	ago-09	67,800	ago-12	71,481
sep-03	121,344	sep-06	127,951	sep-09	115,318	sep-12	86,545
oct-03	131,543	oct-06	134,557	oct-09	111,841	oct-12	95,693
nov-03	114,622	nov-06	138,150	nov-09	114,391	nov-12	86,363
dic-03	89,820	dic-06	99,440	dic-09	77,883	dic-12	61,047
ene-04	104,655	ene-07	127,371	ene-10	83,562	ene-13	82,228
feb-04	116,477	feb-07	131,312	feb-10	97,122	feb-13	85,337
mar-04	130,153	mar-07	152,868	mar-10	108,596	mar-13	82,997
abr-04	112,304	abr-07	118,911	abr-10	105,119	abr-13	97,819
may-04	128,530	may-07	145,451	may-10	113,232	may-13	101,596
jun-04	127,139	jun-07	141,974	jun-10	114,738	jun-13	102,378
jul-04	141,974	jul-07	152,173	jul-10	124,590	jul-13	125,597
ago-04	73,363	ago-07	86,575	ago-10	69,075	ago-13	67,819
sep-04	128,414	sep-07	125,169	sep-10	105,814	sep-13	96,824
oct-04	120,881	oct-07	149,392	oct-10	104,076	oct-13	104,121
nov-04	123,199	nov-07	140,236	nov-10	100,251	nov-13	86,166
dic-04	90,748	dic-07	97,701	dic-10	73,827	dic-13	66,921
ene-05	105,351	ene-08	130,268	ene-11	86,460	ene-14	83,851
feb-05	116,245	feb-08	139,656	feb-11	100,970	feb-14	91,772
mar-05	118,331	mar-08	124,590	mar-11	115,261	mar-14	100,968
abr-05	128,066	abr-08	150,203	abr-11	94,326	abr-14	99,619
may-05	129,110	may-08	138,613	may-11	112,018	may-14	110,071
jun-05	134,673	jun-08	135,716	jun-11	111,111	jun-14	110,227
jul-05	126,328	jul-08	150,782	jul-11	112,261	jul-14	118,681
ago-05	76,260	ago-08	80,433	ago-11	71,920		
sep-05	122,967	sep-08	129,225	sep-11	101,149		
oct-05	117,056	oct-08	132,702	oct-11	91,059		
nov-05	124,126	nov-08	103,380	nov-11	90,317		
dic-05	92,254	dic-08	74,058	dic-11	73,557		

## 2.2. Serie temporal inicial

Primeramente, se representa el gráfico inicial de la serie (Figura.IV. 12). Como ya se ha visto anteriormente en el eje de las X se representa el tiempo, frente al eje de las Y en el cual se representa el IPI de las Pinturas. Éste gráfico se representa sin ninguna modificación, con el objetivo de su descripción y el análisis de las propiedades que indiquen si la serie se puede clasificar o no como estacionaria.

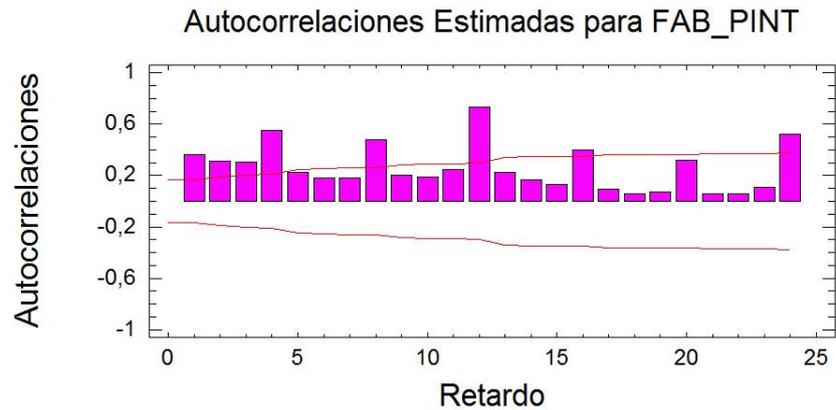


**Figura.IV. 12.** Gráfico inicial del sector pinturas. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos recogidos en el INE Base.

En segundo lugar se representa el gráfico del FAS (Figura.IV. 13). En él se buscará la existencia o no de tendencia y estacionalidad, sin hacer ninguna modificación de los datos obtenidos por el INE Base. La tendencia se observa cuando descienden progresivamente los factores de autocorrelación, tendiendo a cero, y la estacionalidad, cuando generan forma sinusoidal. Se pueden dar ambos casos simultáneamente en el gráfico.

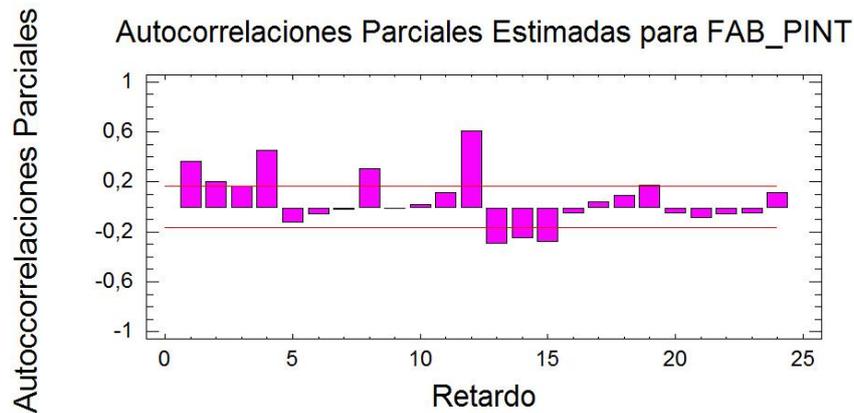
En este caso el descenso de los factores de autocorrelación no es muy pronunciado, pero si se observa la serie representada, se refuerza el hecho de que hay tendencia negativa, aunque no esté muy pronunciada.

Las variaciones estacionales no se detectan tan claramente como en el caso anterior, pero entre el gráfico de la serie y la forma del FAS, se puede corroborar que la serie es estacional.



**Figura.IV. 13.** Gráfico del FAS, calculado a partir de la serie inicial del sector pinturas.

Por último, con los datos que se han obtenido del INE Base también se podrá obtener el gráfico del FAP (Figura.IV. 14). En él se buscará la existencia o no de autocorrelación.



**Figura.IV. 14.** Gráfico del FAP, generado a partir de la serie temporal del sector pinturas.

En resumen, tras el análisis gráfico, se puede afirmar que la serie no es estacionaria, ya que no cumple dos de los cuatro requisitos para serlo:

- La serie presenta una tendencia negativa, como se puede observar en el gráfico del FAS (Figura.IV. 13).
- Tiene variación estacional, como se puede ver en la forma sinusoidal del gráfico del FAS (Figura.IV. 13).
- Sí que presenta autocorrelación, ya que como se observa en el gráfico del FAP (Figura.IV. 14) los retardos superan los límites.
- Como se ve en el gráfico inicial (Figura.IV. 12), la serie presenta una varianza constante.

## 2.3. Serie estacionaria

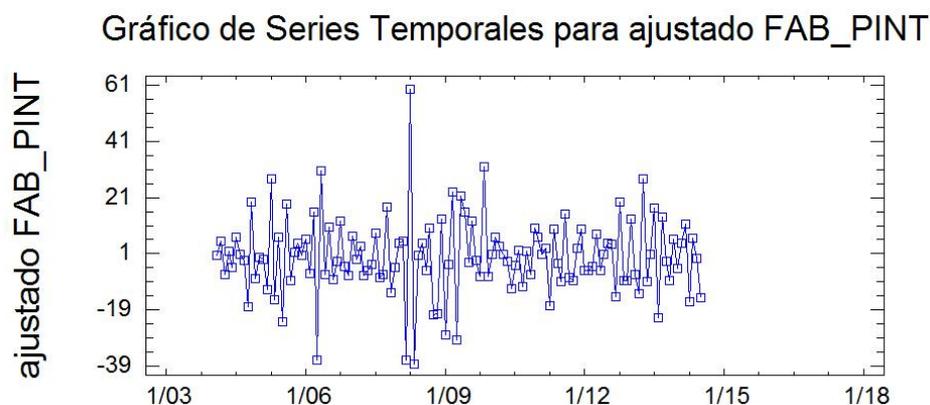
Como hemos podido ver anteriormente, para que una serie sea estacionaria debe cumplir unos requisitos. En este caso, y como en la mayoría de las series, se ha tenido que realizar una serie de cambios de orden estacional y no estacional para convertirla en estacionaria. Así se solucionará los problemas de tendencia y de variación estacional.

Se aplican las siguientes diferenciaciones:

- Orden no estacional: 1
- Orden estacional: 1

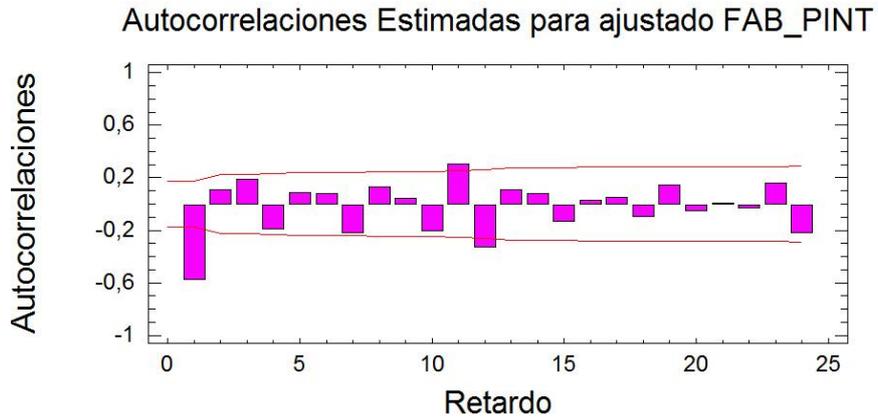
Una vez aplicados los cambios, los tres gráficos iniciales (serie temporal, FAS y FAP) cambiarán, por lo que se tendrán que volver a analizar.

En primer lugar, se obtiene el gráfico de la serie estacionaria (Figura.IV. 15), en el cual se representa la serie después de las diferenciaciones estacionales y no estacionales. Como se puede observar, se solucionan ambos problemas, desapareciendo tanto la tendencia como las variaciones estacionales, aunque se deben corroborar los efectos en los gráficos del FAS y FAP.



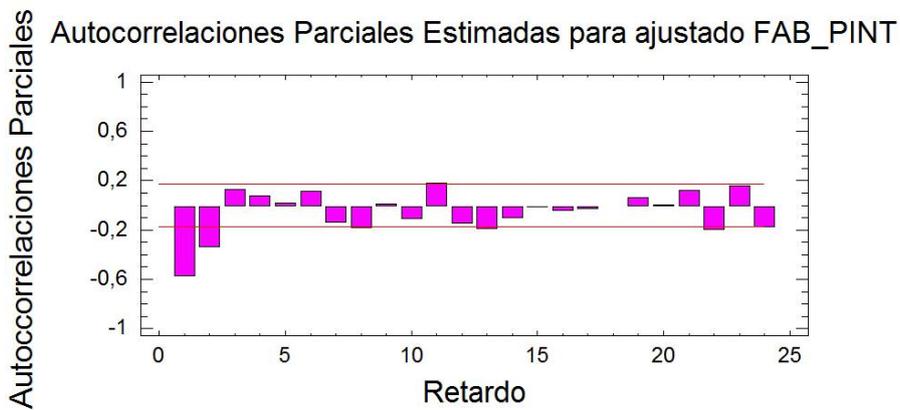
**Figura.IV. 15.** Gráfico de la serie estacionaria, después de las modificaciones de orden estacional y no estacional.

Se procede con la representación del gráfico del FAS. Como puede observarse en este gráfico desaparece la tendencia, de forma que los factores de autocorrelación ya no descienden de forma progresiva (por lo que no se puede hablar de problemas de tendencia), y tampoco se observa la forma sinusoidal. Por tanto en este análisis se vuelve a corroborar la corrección de los dos problemas detectados en la serie (Figura.IV. 16).



**Figura.IV. 16.** Gráfico del FAS de la serie temporal estacionaria.

Por último, es el turno para el gráfico del FAP (Figura.IV. 17). En este caso, el gráfico ha de seguir teniendo autocorrelación, pero como se han realizado cambios en la serie, éste será diferente al inicial. Se corrobora tanto con el FAS como con el FAP, la presencia de autocorrelación, por lo que no se requiere aumentar el orden de las diferenciaciones aplicadas para este fin. La forma obtenida con los gráficos del FAS y el FAP, después de realizar las transformaciones matemáticas a la serie, para convertirla en estacionaria, indicará de nuevo el modelo ARIMA teórico que debe plantearse.

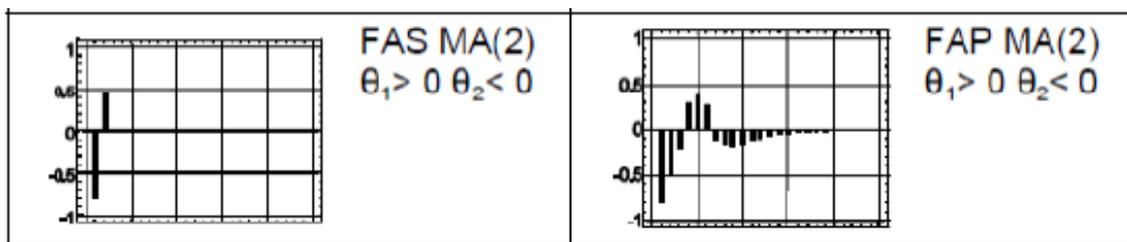


**Figura.IV. 17.** Gráfico del FAP de la serie estacionaria del sector pinturas.

## 2.4. Modelo ARIMA

### 2.4.1. Teórico

Como se ha comentado en el apartado anterior, una vez obtenidos el FAS y el FAP de la serie estacionaria es hora de plantear el modelo ARIMA teórico correspondiente. La Figura.IV. 18, muestra la forma de los gráficos del FAS y FAP, que se han encontrado más ajustados a los resultados reales obtenidos.



**Figura.IV. 18.** Modelo ARIMA teórico. FUENTE: “Apuntes de econometría” de Vicente Chirivella.

El modelo teórico planteado es el siguiente: ARIMA (0, 1, 2) x (0, 1,0) con constante; a partir de este modelo se plantearán las hipótesis de validación, y si procede las modificaciones pertinentes hasta obtener el mejor modelo para esta serie.

### 2.4.2. Validación del modelo planteado

Con un MA (2) no se cumplen las hipótesis que validan el modelo, puesto que siguen habiendo problemas de autocorrelación. Por este motivo se tendrá que buscar otra solución que sí cumpla con todos ellos. El modelo ARIMA final que se plantea es el siguiente, y se procede con la demostración de la validación del mismo:

$$\text{ARIMA (0, 1, 1) x (0, 1, 1)}_{12} \text{ sin constante}$$

#### 2.4.2.1. Tabla de significación

La primera hipótesis que debe cumplir el modelo planteado es la de la significación de todos los parámetros del mismo, incluida la constante.

En primer lugar, se observará la tabla de significación del modelo (Figura.IV. 19), en la cual se toman en cuenta los PValores para ver su significación, tras realizar los test de hipótesis correspondientes.

Test de hipótesis:

$H_0: \beta_i = 0$ , no significativo

$H_1: \beta_i \neq 0$ , es significativo

Resumen del Modelo ARIMA				
Parámetro	Estimación	Error Estd.	t	P-Valor
MA(1)	0,604081	0,0712163	8,48234	0,000000
SMA(1)	0,901286	0,0275317	32,7363	0,000000

Figura.IV. 19. Resumen del modelo ARIMA tras los cambios.

Todos los PValores  $< 0,05 \rightarrow$  Se rechaza  $H_0$ , y por lo tanto las variables del modelo son significativos, tanto el MA (1), como el SMA (1).

#### 2.4.2.2. Autocorrelación

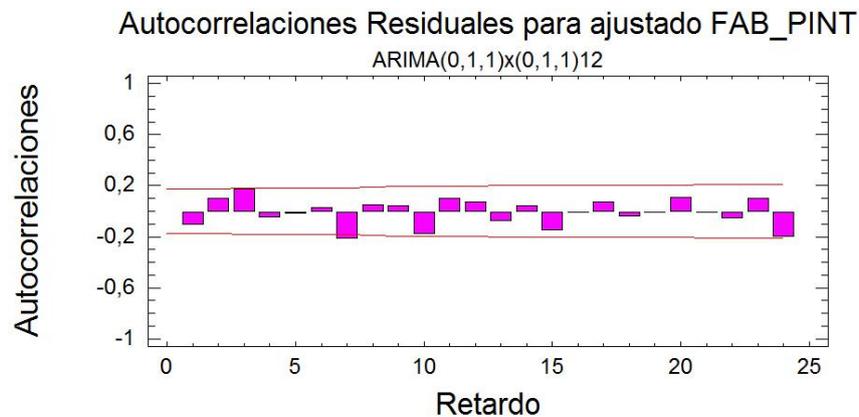
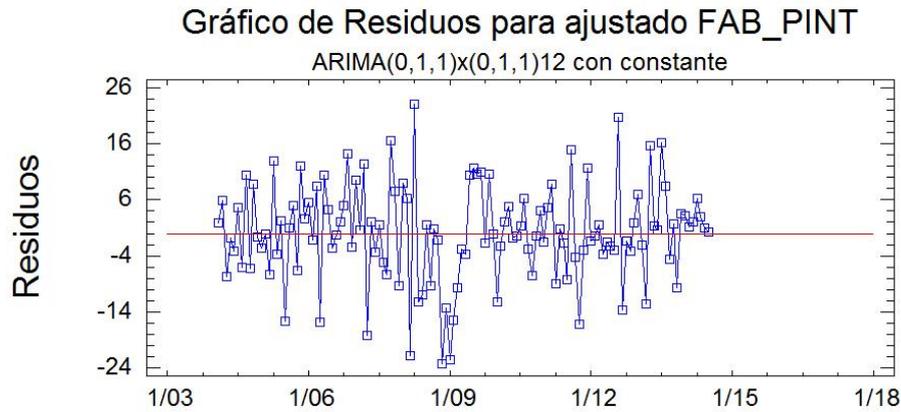


Figura.IV. 20. Gráfico del FAS final, del modelo ARIMA planteado.

Como puede observarse en el gráfico del FAS del modelo ARIMA (Figura.IV. 20), alguno de los retardos sobrepasa la línea inferior de los límites de autocorrelación. No se consigue superar este problema con ninguna de las modificaciones intentadas, y se asume la presencia de este problema, ya que de nuevo, es la mejor de las soluciones encontradas. Si se observasen desviaciones posteriores en las predicciones a causa de este problema, entonces se debería descartar esta solución y buscar otra clase de modelización para la serie temporal, que no fuese un ARIMA.

### 2.4.2.3. Homocedasticidad



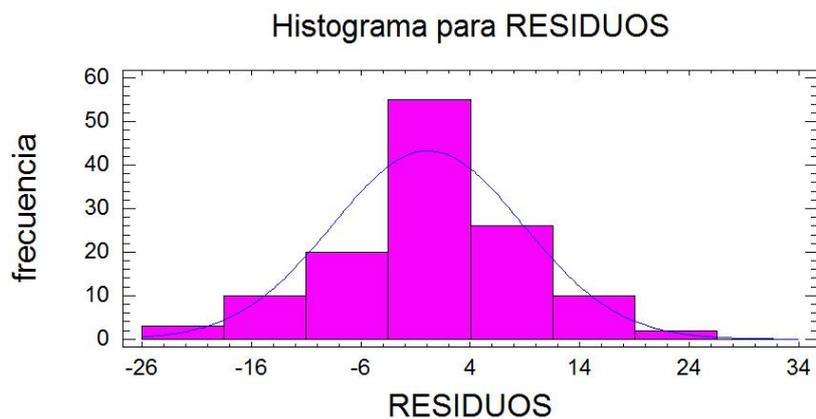
**Figura.IV. 21.** Gráfico de los residuos del modelo ARIMA definitivo.

Se puede observar en el gráfico (Figura.IV. 21) como la varianza es constante y la media se encuentra alrededor del 0. Por este motivo, se cumple el principio de homocedasticidad de los residuos en el modelo planteado.

### 2.4.2.4. Normalidad de residuos

De nuevo se analiza la normalidad empleando el método de análisis gráfico, y el del planteamiento de los distintos test de hipótesis:

- Gráfico de residuos:



**Figura.IV. 22.** Histograma de los residuos del modelo ARIMA para el sector pinturas.

Si se observa el histograma (Figura.IV. 22), se puede ver como presenta una campana de GAUSS prácticamente perfecta, por lo que se puede afirmar la normalidad de los residuos.

- PValor del test más restrictivo:

Test de hipótesis

$H_0$ : los residuos se distribuyen normalmente

$H_1$ : los residuos no se distribuyen normalmente

#### Tests para la Normalidad para RESIDUOS

Estadístico chi-cuadrado de bondad de ajuste = 27,9365  
P-valor = 0,218192

Estadístico W de Shapiro-Wilks = 0,9783  
P-valor = 0,366977

Puntuación Z para asimetría = 0,652838  
P-valor = 0,513858

Puntuación Z para curtosis = 0,986656  
P-valor = 0,32381

En este caso el test más restrictivo es el chi-cuadrado, donde el PValor es  $0,22 > 0,05$ , por tanto se puede aceptar la hipótesis  $H_0$  y se corrobora la normalidad de residuos.

#### 2.4.2.5. Desviación típica del ruido blanco

En todas las series planteadas se tomará en cuenta este dato, con el fin de determinar la bondad del ajuste del modelo a los datos reales obtenidos. Igual que en el caso anterior el valor de la desviación es pequeño, siendo en este caso 8,9389.

#### 2.4.2.6. Predicciones

Una vez se ha validado el modelo, se pueden realizar las predicciones para el mismo. En la Tabla.IV. 4 se representan los resultados para los cinco meses posteriores al último valor (Julio 2014) que se obtuvo en el INE Base. Como se observa, se tabulan distintos tipos de datos: por un lado los datos calculados a partir del modelo ARIMA por el programa Statgraphics, y por otro los datos reales que ofrece el INE Base.

En todos los casos el valor real es muy parecido al valor de la predicción y además se encuentra dentro del intervalo de confianza, por lo que la predicción calculada ha sido la correcta, a pesar de la imposibilidad de validar la hipótesis de autocorrelación en el modelo planteado. Se asume, por tanto, que la solución menos desfavorable tomada en este caso puede ser aun así una herramienta útil para la predicción del índice de producción industrial analizado.

**Tabla.IV. 4.** Tabla de pronósticos para los cinco próximos meses. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Statgraphics y el INE Base.

Periodo	Predicción	Límites al 95%	Real
ago-14	62,561	$[44,868 \leq Y_t \leq 80,253]$	65,897
sep-14	100,503	$[81,474 \leq Y_t \leq 119,531]$	98,217
oct-14	103,876	$[83,598 \leq Y_t \leq 124,153]$	103,017
nov-14	95,765	$[74,312 \leq Y_t \leq 117,218]$	89,056
dic-14	68,101	$[45,533 \leq Y_t \leq 90,669]$	73,824

## 3. Sector plástico

### 3.1. Matriz de datos

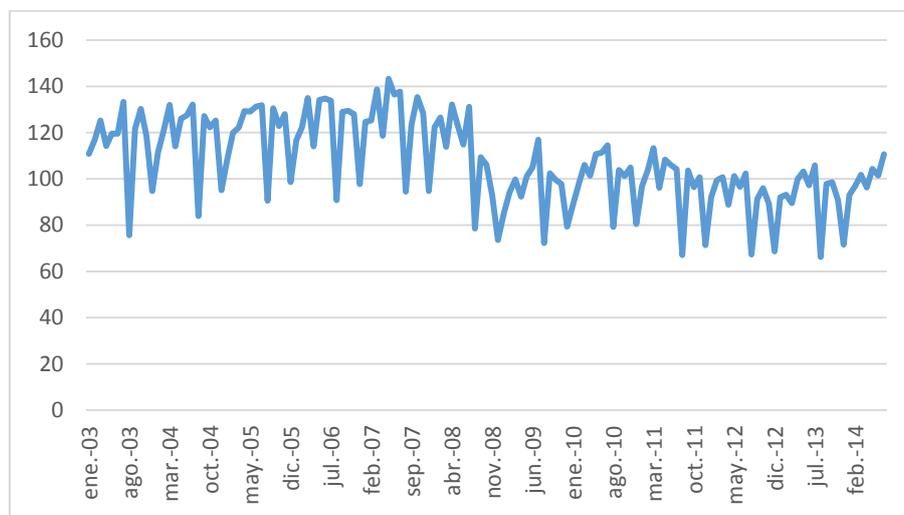
En este punto encontramos la matriz de datos (Tabla.IV. 5) ofrecida por el INE Base, desde Enero de 2003 hasta Julio de 2014. Al igual que en los otros dos sector analizados anteriormente, los datos que se encuentran son Índices de Producción Industrial.

**Tabla.IV. 5.** Matriz de datos del sector Plásticos de los últimos 10 años. FUENTE: INE Base.

Meses	IPI	Meses	IPI	Meses	IPI	Meses	IPI
ene-03	110,828	ene-06	116,718	ene-09	84,864	ene-12	92,183
feb-03	116,839	feb-06	122,368	feb-09	94,000	feb-12	99,385
mar-03	125,253	mar-06	134,989	mar-09	99,770	mar-12	100,696
abr-03	114,194	abr-06	114,074	abr-09	92,317	abr-12	88,798
may-03	119,603	may-06	134,148	may-09	101,092	may-12	101,227
jun-03	119,483	jun-06	134,749	jun-09	104,938	jun-12	96,528
jul-03	133,307	jul-06	133,787	jul-09	116,959	jul-12	102,327
ago-03	75,609	ago-06	90,754	ago-09	72,243	ago-12	67,218
sep-03	121,647	sep-06	128,979	sep-09	102,414	sep-12	91,246
oct-03	130,302	oct-06	129,460	oct-09	99,649	oct-12	95,955
nov-03	118,521	nov-06	128,018	nov-09	97,846	nov-12	89,346
dic-03	94,721	dic-06	97,726	dic-09	79,335	dic-12	68,634
ene-04	111,550	ene-07	124,652	ene-10	88,711	ene-13	92,045
feb-04	121,166	feb-07	125,253	feb-10	97,726	feb-13	93,121
mar-04	131,984	mar-07	138,716	mar-10	106,020	mar-13	89,501
abr-04	114,074	abr-07	118,642	abr-10	101,332	abr-13	99,877
may-04	126,094	may-07	143,284	may-10	110,708	may-13	103,234
jun-04	127,417	jun-07	136,432	jun-10	111,309	jun-13	97,175
jul-04	132,105	jul-07	137,754	jul-10	114,555	jul-13	105,836
ago-04	83,903	ago-07	94,481	ago-10	79,215	ago-13	66,193
sep-04	127,176	sep-07	123,690	sep-10	103,857	sep-13	97,815
oct-04	122,248	oct-07	135,350	oct-10	101,212	oct-13	98,517
nov-04	125,253	nov-07	128,378	nov-10	104,938	nov-13	90,773
dic-04	95,082	dic-07	94,721	dic-10	80,417	dic-13	71,561
ene-05	108,424	ene-08	122,368	ene-11	96,961	ene-14	93,099
feb-05	119,964	feb-08	126,575	feb-11	103,918	feb-14	96,954
mar-05	122,128	mar-08	113,834	mar-11	113,299	mar-14	101,757
abr-05	129,340	abr-08	132,225	abr-11	96,134	abr-14	96,265
may-05	129,099	may-08	123,089	may-11	108,325	may-14	104,291
jun-05	131,263	jun-08	114,795	jun-11	105,956	jun-14	101,437
jul-05	131,864	jul-08	131,143	jul-11	104,152	jul-14	110,671
ago-05	90,514	ago-08	78,493	ago-11	67,065		
sep-05	130,542	sep-08	109,386	sep-11	103,654		
oct-05	122,849	oct-08	106,020	oct-11	96,369		
nov-05	128,018	nov-08	93,038	nov-11	100,718		
dic-05	98,568	dic-08	73,565	dic-11	71,311		

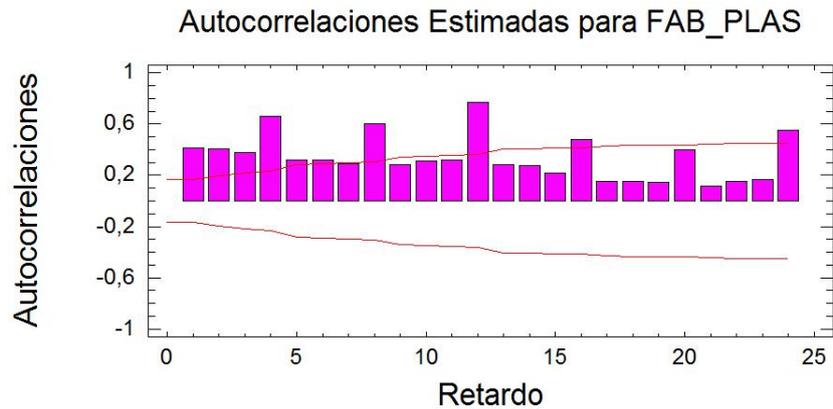
### 3.2. Serie temporal inicial

Lo primero que se hace, como en los casos anteriores, es realizar la representación gráfica de la serie temporal (Figura.IV. 23). El gráfico se genera directamente con los datos que se han obtenido por el INE Base, sin ninguna modificación. Por tanto al igual que en los dos sectores anteriores en el eje de las X se representa el tiempo, mientras que en el eje de las Y se representa el IPI del Plástico.



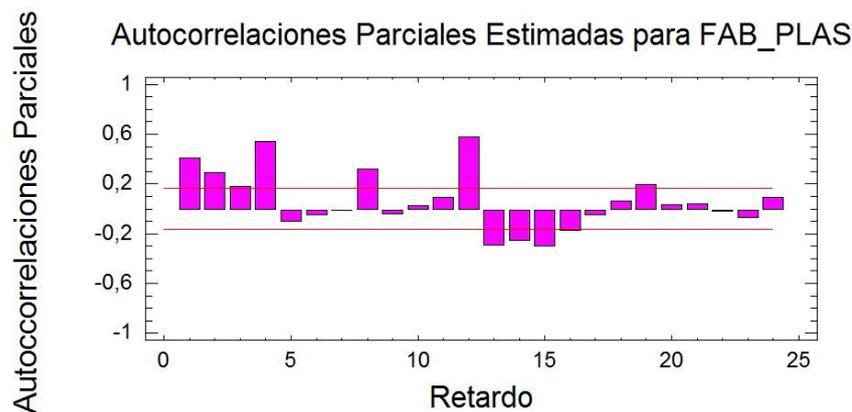
**Figura.IV. 23.** Gráfico inicial del sector plástico. Fuente. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos por el INE Base.

Una vez se tiene el gráfico inicial, lo siguiente es representar el gráfico del FAS (Figura.IV. 24), para buscar posibles problemas de estacionalidad y tendencia. En este caso la tendencia se observa con un descenso ligero de los factores de autocorrelación, y la variación estacional, se observa con la forma sinusoidal de los factores, que mantienen picos equidistantes a lo largo del gráfico. Ambos problemas se deberán solucionar como en los casos anteriores, hasta conseguir que la serie sea estacionaria.



**Figura.IV. 24.** Gráfico del FAS, calculado a partir de los datos iniciales obtenidos por el INE Base.

Por último, se representará el gráfico del FAP (Figura.IV. 25), en el cual se busca la presencia de autocorrelación. La forma de este gráfico no es relevante hasta que llegue el momento del planteamiento del modelo ARIMA teórico correspondiente a la serie estacionaria.



**Figura.IV. 25.** Gráfico del FAP inicial, obtenido a partir de los datos del INE Base.

Tras representar y analizar las tres figuras, se puede observar que la serie no es estacionaria, ya que no cumple todos los requisitos para serlo:

- La tendencia es negativa, como se observa en el gráfico del FAS (Figura.IV. 24).
- Presenta una cierta variación estacional, como puede observarse tanto en el gráfico inicial como en el del FAS (Figura.IV. 23 y Figura.IV. 24).
- Presenta autocorrelación frente a retardos de tiempo mayores a 1, como se ve en el gráfico del FAP (Figura.IV. 25).
- La varianza en este caso no es constante, aunque no se aprecie mucho en el gráfico inicial (Figura.IV. 23). Este problema se observó al plantear el modelo ARIMA teórico con los residuos, y se solucionó entonces.

### 3.3. Serie estacionaria

Al igual que en las otras dos series, para que una serie sea estacionaria debe cumplir todos los requisitos planteados, y en este caso no lo es, por lo que se plantean las modificaciones pertinentes.

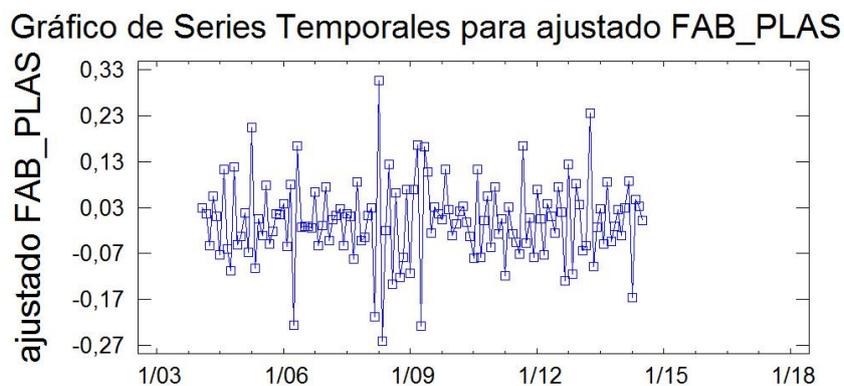
Para esta serie, los cambios que se han realizado son de orden estacional y no estacional como anteriormente, pero además se han tenido que aplicar el logaritmo natural. Así solucionaremos los problemas de la tendencia, la variación estacional y de la varianza.

Se aplica:

- Orden no estacional: 1
- Orden estacional: 1
- Logaritmo Natural

Tras los cambios aplicados, se analiza la serie y se corrobora la adecuación de la misma para la siguiente etapa del planteamiento del modelo.

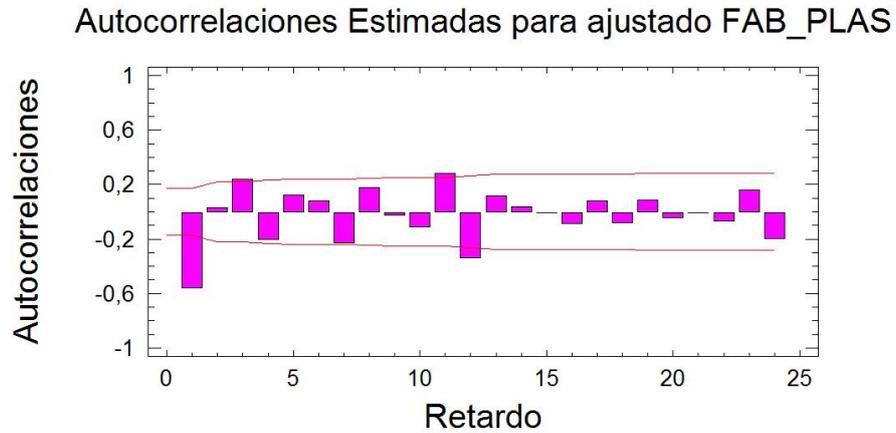
Ahora, el gráfico de la serie (Figura.IV. 26) no presenta los problemas detectados de tendencia y variaciones estacionales o varianza, por lo que a priori se puede afirmar que se han solucionado los problemas y la serie es estacionaria.



**Figura.IV. 26.** Gráfico de la serie estacionaria, después de las modificaciones aplicadas.

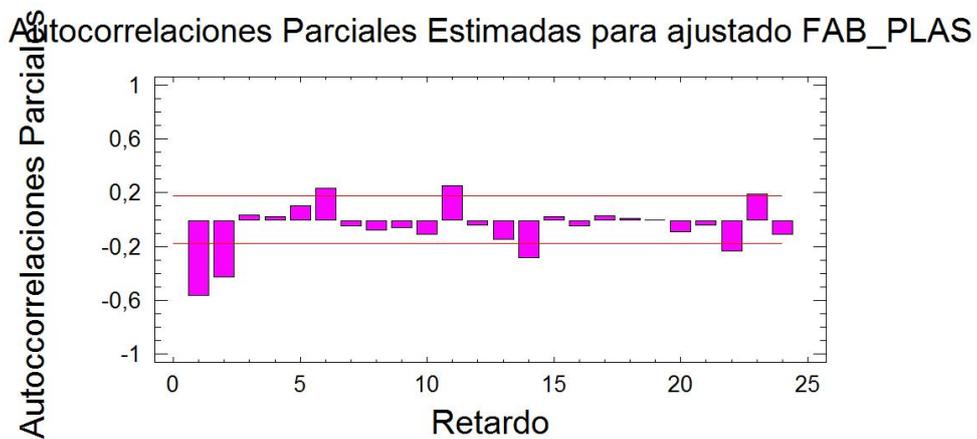
Una vez representada la serie, se realiza la representación de los gráficos del FAS y el FAP para corroborar que también se han solucionado los problemas que podía observarse en estas gráficas.

En el caso del gráfico del FAS (Figura.IV. 27), como se observa, ya no se encuentran las formas típicas de los problemas de tendencia o de estacionalidad y sí que se mantiene la autocorrelación requerida en este caso.



**Figura.IV. 27.** Gráfico del FAS de la serie estacionaria, después de las modificaciones pertinentes.

Para el gráfico del FAP (Figura.IV. 28), al igual que anteriormente, se seguirá teniendo autocorrelación, pero al aplicarse las soluciones cambia la forma del mismo, que se deberá tener en cuenta para plantear el modelo ARIMA teórico más acertado.

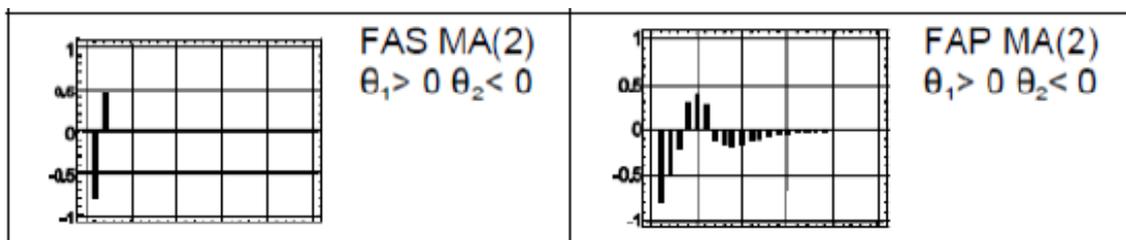


**Figura.IV. 28.** Gráfico del FAP estacionario, después de los cambios que aplicados en la serie.

## 3.4. Modelo ARIMA

### 3.4.1. Teórico

Una vez obtenidos los gráficos del FAS y el FAP de la serie estacionaria, es el momento de plantear el modelo ARIMA teórico con la ayuda de las tablas empleadas con todas las series. La Figura.IV. 29 muestra el ejemplo seleccionado en este caso por su semejanza con la forma de los gráficos del FAS y FAP de la serie.



**Figura.IV. 29.** Modelos ARIMA teórico. FUENTE: “Apuntes de econometría” de Vicente Chirivella.

Así el modelo teórico quedará: ARIMA (0, 1, 2) x (0, 1, 0) con constante, y se procede a su validación.

### 3.4.2. Validación del modelo planteado

Tras comprobar el modelo ARIMA teórico se observa que con una MA (2) no se ha solucionado el problema, por lo que se tendrá que probar nuevas soluciones para que se cumplan todos los requisitos de Validación del modelo planteado.

Tras realizar distintas pruebas, la solución que se ha planteado corresponde al siguiente modelo ARIMA, que se valida a continuación:

$$\text{ARIMA } (0, 1, 2) \times (0, 1, 1) \text{ sin constante}$$

#### 3.4.2.1. Tabla de significación

Como se ha venido haciendo, en primer lugar se corrobora la adecuación de los parámetros planteados para el modelo.

Por ello, en primer lugar es el turno de comprobar la tabla de significación de los parámetros (Figura.IV. 30) mediante el test de hipótesis de la significación.

Test de hipótesis:

$H_0: \beta_i=0$ , no significativo

$H_1: \beta_i \neq 0$ , es significativo

Resumen del Modelo ARIMA				
Parámetro	Estimación	Error Estd.	t	P-Valor
MA(1)	0,852771	0,0827552	10,3047	0,000000
MA(2)	-0,408021	0,0832746	-4,89971	0,000003
SMA(1)	0,917246	0,0247974	36,9897	0,000000

Figura.IV. 30. Resumen del modelo ARIMA definitivo.

PValores < 0,05 → Se acepta  $H_0$ , lo que significa que las variables incluidas en el modelo MA (1), MA (2) y SMA (1), son significativas, y por tanto deben permanecer en el modelo.

### 3.4.2.2. Autocorrelación

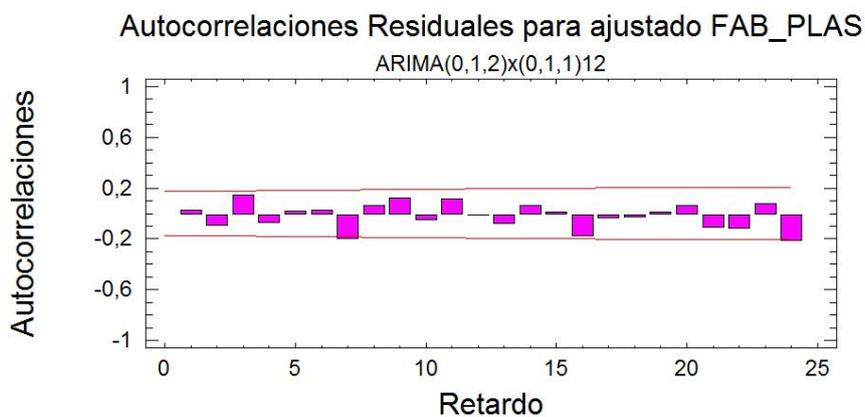
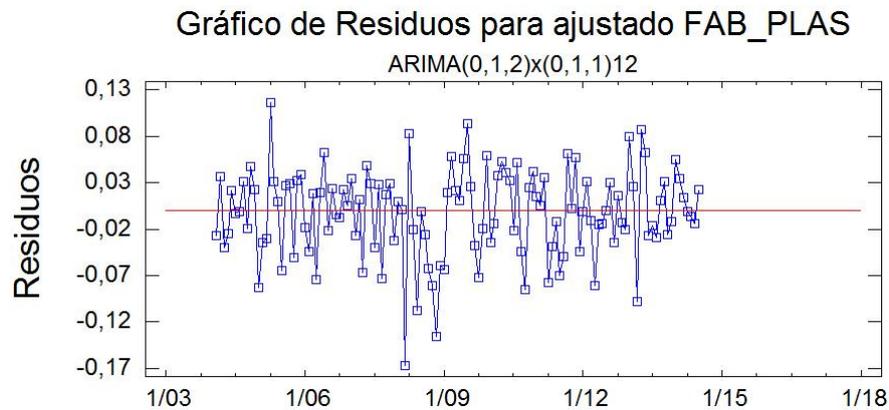


Figura.IV. 31. Gráfico del FAS del modelo ARIMA planteado.

Si se observa el gráfico (Figura.IV. 31) puede verse como ha ocurrido en los casos anteriores, que algunos de los retardos se encuentran en la línea frontera, quedándose al límite de la presencia del problema. No se encuentra una solución mejor en este caso, así que nuevamente cuesta asumir la solución como la más ajustada y trabajar con el modelo propuesto.

### 3.4.2.3. Homocedasticidad



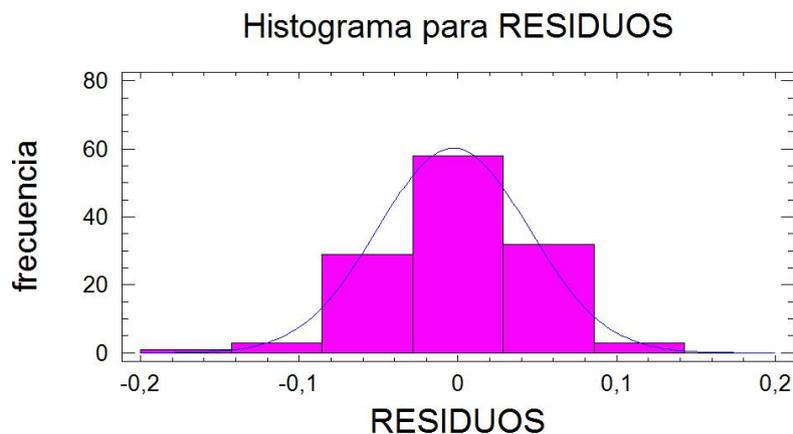
**Figura.IV. 32.** Gráfico de residuos del modelo ARIMA planteado.

En el gráfico de residuos (Figura.IV. 32) se puede observar como la varianza es constante y la media es nula ya que se encuentra alrededor del 0, por lo que puede decirse que se distribuyen correctamente, y se acepta la hipótesis de homocedasticidad de los residuos.

### 3.4.2.4. Normalidad de residuos

Para comprobar que los residuos se distribuyen normalmente se tendrán que realizar dos análisis: por un lado, tendremos el gráfico de residuos y por otro, tendremos el test para la normalidad:

- Gráfico de Residuos:



**Figura.IV. 33.** Histograma de los residuos del modelo ARIMA del sector Plástico.

Como puede apreciarse en el histograma (Figura.IV. 33), la figura forma una campana de GAUSS prácticamente perfecta, por lo que puede decirse que los residuos se distribuyen normalmente.

- PValor del test más restrictivo:

Test de hipótesis

$H_0$ : los residuos se distribuyen normalmente

$H_1$ : los residuos no se distribuyen normalmente

#### Tests para la Normalidad para RESIDUOS

Estadístico chi-cuadrado de bondad de ajuste = 28,7619  
P-valor = 0,188334

Estadístico W de Shapiro-Wilks = 0,981777  
P-valor = 0,563854

Puntuación Z para asimetría = 1,53434  
P-valor = 0,124946

Puntuación Z para curtosis = 1,38722  
P-valor = 0,165375

El test más restrictivo es el Z para asimetría, donde el PValor es 0,16 > 0,05. Por tanto, se puede aceptar  $H_0$ , es decir, se corrobora la normalidad de los residuos.

#### 3.4.2.5. Desviación típica del ruido blanco

En este caso, la desviación típica del ruido blanco obtenida es muy baja, corroborando el buen ajuste del modelo ARIMA planteado, siendo de 0,0506.

#### 3.4.2.6. Predicciones

Con el modelo validado, se procede a la realización de las predicciones para el modelo que se ha planteado. Como puede observarse en la Tabla.IV. 6, se listan los resultados para los siguientes meses desde el último valor que se conocía cuando se empezó a realizar el proyecto.

En la tabla se encuentran tanto las predicciones y el intervalo de confianza que se ha obtenido con el programa Statgraphics como los datos reales que se encuentran en el INE Base. En todos los casos, el valor real se encuentra dentro del intervalo de

confianza, por lo que se puede decir que las predicciones calculadas son correctas, validando de nuevo la herramienta obtenida.

**Tabla.IV. 6.**Tabla de pronósticos para los próximos 5 meses. FUENTE: elaboración propia a partir de los datos ofrecidos por el Statgraphics y el INE Base.

Periodo	Predicción	Límites al 95%	Real
ago-14	69,184	$[62,594 \leq Y_t \leq 76,468]$	64,987
sep-14	100,426	$[90,762 \leq Y_t \leq 111,118]$	103,403
oct-14	100,229	$[89,302 \leq Y_t \leq 112,494]$	106,250
nov-14	96,542	$[84,932 \leq Y_t \leq 109,738]$	99,080
dic-14	74,491	$[64,781 \leq Y_t \leq 85,656]$	78,040

## 4. Sector cerámica

### 4.1. Matriz de datos

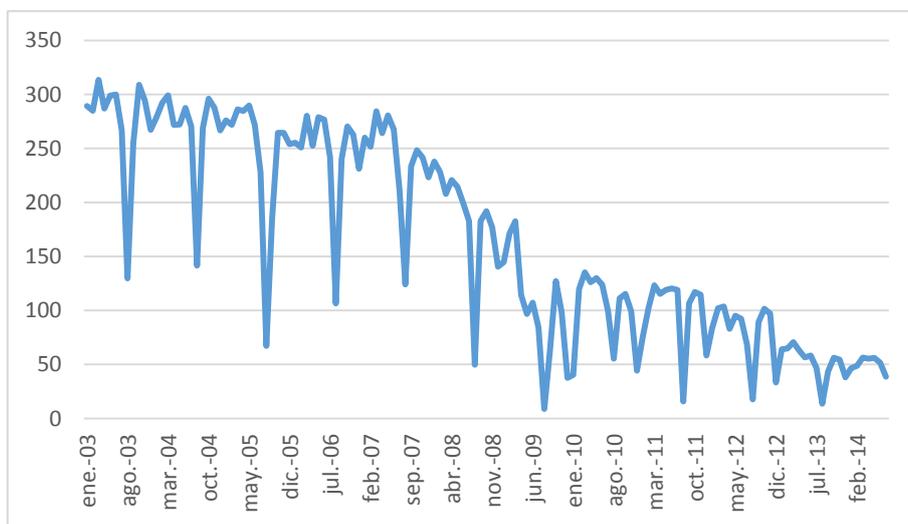
A continuación, se lista la matriz de datos (Tabla.IV. 7) del sector Cerámica desde Enero de 2003 hasta Julio de 2014. Los datos son índices, y en éste caso se trata del Índice de Producción Industrial.

**Tabla.IV. 7.** Matriz de datos del sector de la Cerámica para la última década. FUENTE: INE Base.

Meses	IPI	Meses	IPI	Meses	IPI	Meses	IPI
ene-03	289,258	ene-06	255,243	ene-09	144,757	ene-12	83,824
feb-03	284,910	feb-06	250,895	feb-09	171,355	feb-12	102,087
mar-03	313,555	mar-06	280,307	mar-09	182,609	mar-12	103,698
abr-03	286,957	abr-06	252,430	abr-09	114,322	abr-12	82,943
may-03	298,977	may-06	279,028	may-09	96,675	may-12	95,065
jun-03	300,000	jun-06	276,726	jun-09	107,161	jun-12	92,278
jul-03	267,008	jul-06	241,944	jul-09	84,143	jul-12	68,454
ago-03	129,668	ago-06	106,394	ago-09	8,714	ago-12	17,677
sep-03	254,987	sep-06	240,153	sep-09	64,194	sep-12	89,145
oct-03	308,951	oct-06	270,332	oct-09	127,110	oct-12	101,606
nov-03	294,118	nov-06	262,916	nov-09	98,210	nov-12	97,098
dic-03	267,263	dic-06	231,202	dic-09	37,596	dic-12	33,219
ene-04	278,772	ene-07	260,102	ene-10	40,409	ene-13	64,100
feb-04	292,327	feb-07	251,662	feb-10	119,693	feb-13	64,749
mar-04	299,233	mar-07	284,399	mar-10	135,294	mar-13	70,713
abr-04	271,867	abr-07	264,194	abr-10	126,087	abr-13	63,011
may-04	272,184	may-07	280,563	may-10	129,923	may-13	56,506
jun-04	287,468	jun-07	267,775	jun-10	123,785	jun-13	58,258
jul-04	270,588	jul-07	211,253	jul-10	99,488	jul-13	46,788
ago-04	141,432	ago-07	124,041	ago-10	55,243	ago-13	13,632
sep-04	268,798	sep-07	233,504	sep-10	111,253	sep-13	43,434
oct-04	296,164	oct-07	248,338	oct-10	115,345	oct-13	56,157
nov-04	287,724	nov-07	241,432	nov-10	99,233	nov-13	54,444
dic-04	266,752	dic-07	223,274	dic-10	44,246	dic-13	37,938
ene-05	275,959	ene-08	237,852	ene-11	75,521	ene-14	46,533
feb-05	271,867	feb-08	228,133	feb-11	102,336	feb-14	48,609
mar-05	286,189	mar-08	207,928	mar-11	123,289	mar-14	56,327
abr-05	284,655	abr-08	220,716	abr-11	115,266	abr-14	55,347
may-05	289,770	may-08	214,578	may-11	118,946	may-14	56,057
jun-05	271,867	jun-08	199,233	jun-11	120,383	jun-14	51,644
jul-05	227,877	jul-08	182,864	jul-11	118,988	jul-14	38,620
ago-05	67,061	ago-08	49,616	ago-11	15,700		
sep-05	185,199	sep-08	182,864	sep-11	106,510		
oct-05	264,450	oct-08	191,816	oct-11	117,040		
nov-05	264,450	nov-08	176,982	nov-11	114,638		
dic-05	253,964	dic-08	140,409	dic-11	58,190		

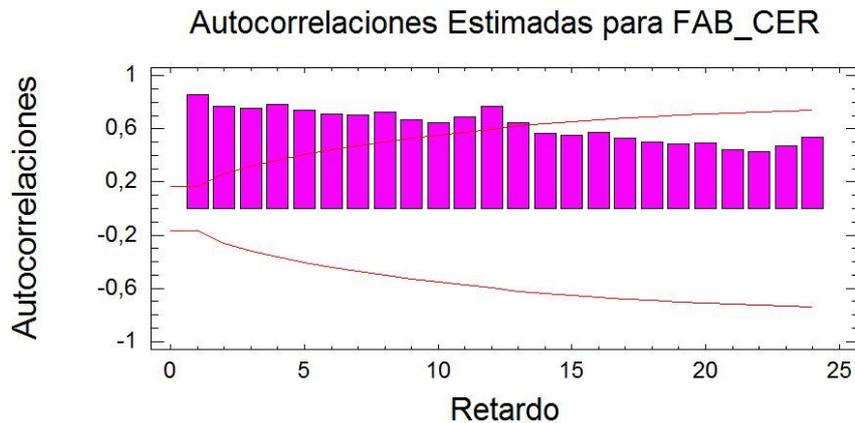
## 4.2. Serie temporal inicial

Siguiendo el orden establecido hasta ahora, se empieza con la representación de la serie temporal (Figura.IV. 34) con los datos que se han obtenido del INE Base. En el eje de las X se encuentra el tiempo y en el de las Y se encuentran los IPIs de la Cerámica. En este gráfico ya se observa claramente una tendencia negativa, y picos que se piten de forma teórica, aunque se corroborará con el FAS correspondiente a estos datos.



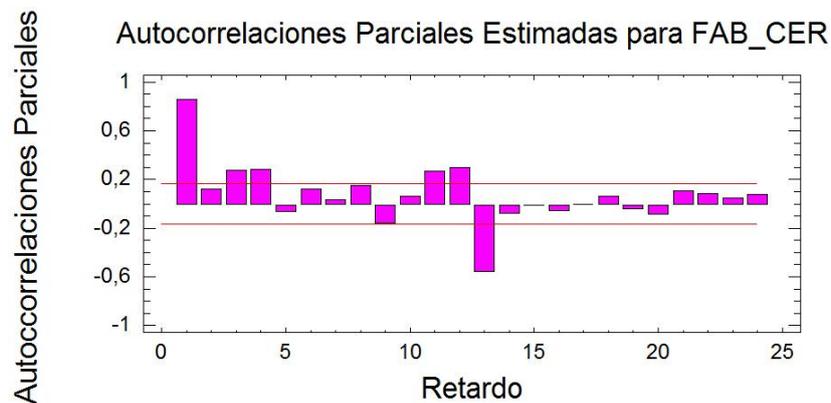
**Figura.IV. 34.** Gráfico inicial del sector cerámicas. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos ofrecidos por el INE Base.

Por ello corresponde el turno de representar el gráfico del FAS (Figura.IV. 35), donde se corrobora la existencia de la tendencia, con la disminución progresiva de los factores de autocorrelación y su tendencia a cero. También se corroboran las variaciones estacionales de la serie con la forma sinusoidal de que forman los factores de autocorrelación del FAS.



**Figura.IV. 35.** Gráfico del FAS, calculado a partir de los datos ofrecidos por el INE Base.

También se representan los factores de autocorrelación en el FAP (Figura.IV. 36), corroborando el cumplimiento de la existencia de autocorrelación en la serie temporal, aunque no será suficiente para que se la considere estacionaria.



**Figura.IV. 36.** Gráfico del FAP inicial, obtenido a partir de los datos ofrecidos por el INE Base.

En resumen, tras el análisis gráfico, puede afirmarse que la serie no es estacionaria, ya que no cumple todos los requisitos para serlo:

- La serie presenta una tendencia negativa, como puede observarse en el gráfico del FAS (Figura.IV. 35).
- Presenta variación estacional, como se puede ver en gráfico del FAS y de la serie inicial (Figura.IV. 34 y Figura.IV. 35).
- Presenta autocorrelación, ya que como se observa en el gráfico del FAP (Figura.IV. 36) los retardos superan los límites.
- Como se ve en el gráfico inicial (Figura.IV. 34), la serie presenta una varianza constante.

### 4.3. Serie estacionaria

La serie que se ha representado no cumple las características para clasificarla como estacionaria y, por este motivo, son necesarias las modificaciones que se comentan a continuación para conseguirlo, y poder continuar con el planteamiento del modelo ARIMA.

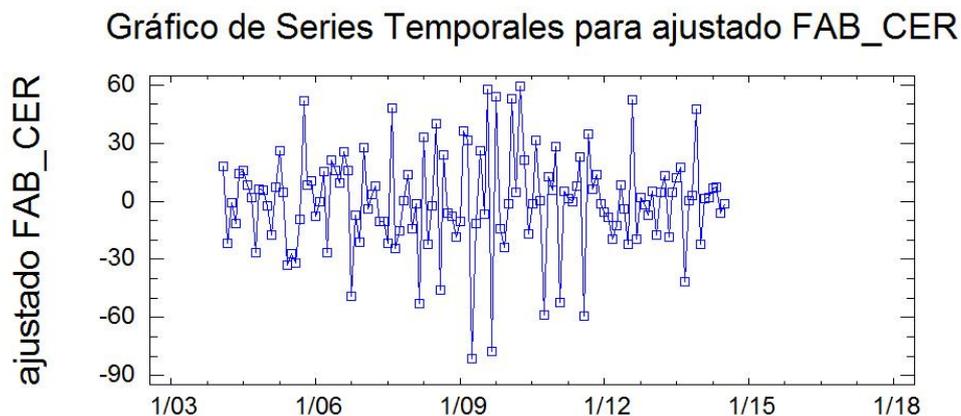
Para que la serie sea estacionaria se deberá realizar diferenciaciones de orden estacional y no estacional, para intentar solucionar los problemas de la tendencia y la variación estacional.

Se consiguen eliminar ambos problemas con las diferenciaciones:

- Orden no estacional: 1
- Orden estacional: 1

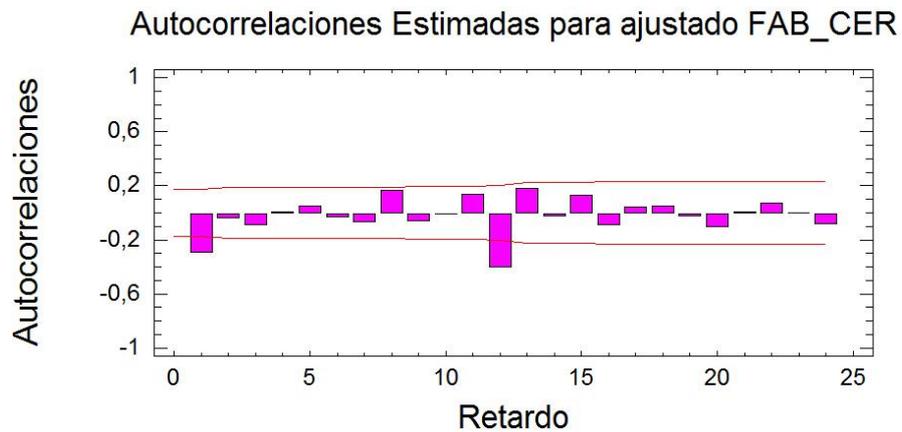
Tras los cambios realizados se procede de nuevo al análisis gráfico que corrobore la obtención de una serie estacionaria y que permitan plantear el modelo teórico ARIMA, más cercano a la solución definitiva posible.

Igual que con la serie inicial, lo primero que se va a analizar es el gráfico de la serie estacionaria (Figura.IV. 37) como puede verse ya no hay tendencia ni variaciones estacionales, aunque se debe corroborar con los gráficos del FAS y FAP, para asegurar además la presencia de autocorrelación en la serie.



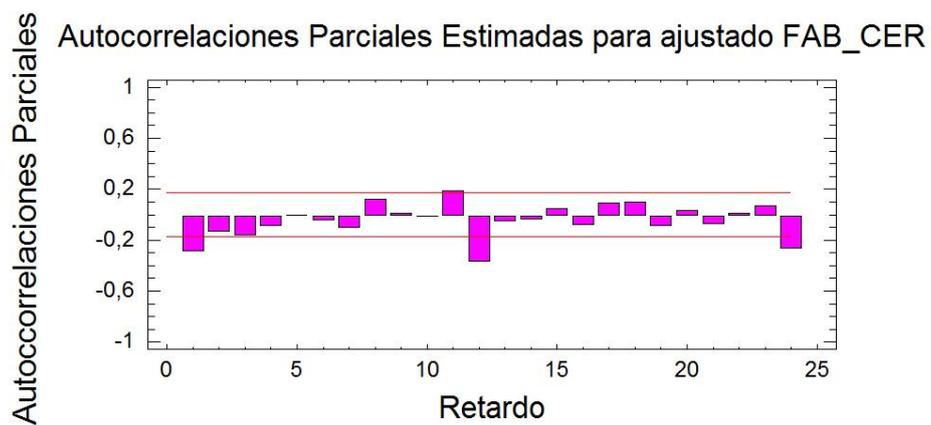
**Figura.IV. 37.** Gráfico de la serie estacionaria, tras los cambios de orden estacional y no estacional.

Una vez representado y analizado el gráfico de la serie estacionaria se procede con el análisis del gráfico del FAS (Figura.IV. 38) que, como puede observarse, no presenta las formas típicas de los problemas que se habían detectado en la serie al inicio.



**Figura.IV. 38.** Gráfico del FAS de la serie estacionaria, tras los cambios realizados en la serie inicial.

Tanto en el gráfico del FAS como en el FAP (Figura.IV. 39), se sigue observando autocorrelación, de modo que la serie cumple los requisitos para considerarla estacionaria. Además, la forma de ambos se empleará para comparar con los patrones tabulados para plantear el modelo ARIMA teórico.



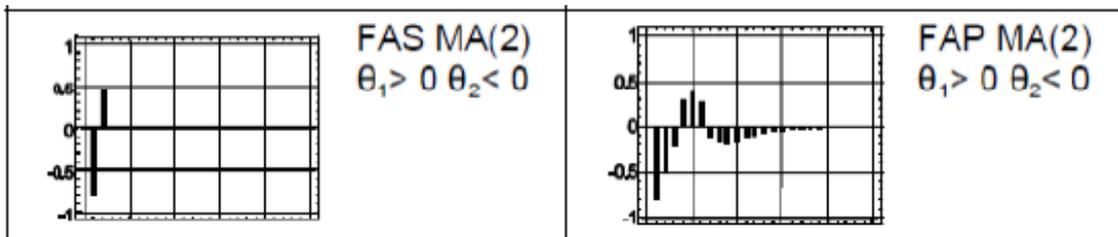
**Figura.IV. 39.** Gráfico del FAP estacionario, después de las modificaciones realizadas en la serie.

## 4.4. Modelo ARIMA

### 4.4.1. Teórico

Al realizar el análisis y las comparaciones de los gráficos del FAS y el FAP de la serie estacionaria se plantea el modelo ARIMA de media móvil MA (2), por la similitud de los gráficos con los patrones correspondientes (Figura.IV. 40).

El modelo ARIMA teórico que se ha obtenido:



**Figura.IV. 40.** Modelo ARIMA teórico. FUENTE: “Apuntes de econometría” de Vicente Chirivella.

Con el modelo teórico planteado: ARIMA (0, 1, 2) x (0, 1, 0) con constante, se realizan las pruebas de validación correspondientes y las modificaciones sobre el mismo, si es que son necesarias, hasta la obtención del modelo más apropiado para los datos analizados.

### 4.4.2. Validación del modelo planteado

Como ha venido ocurriendo, con el modelo teórico MA (2) no se alcanza una solución válida, dándose una serie de problemas que impiden la validación del modelo. Tras realizar varias pruebas y análisis que no se listan en el proyecto con el fin de evitar alargar innecesariamente el trabajo, se llega a plantear el siguiente modelo definitivo:

$$\text{ARIMA } (0, 1, 1) \times (0, 1, 1) \text{ sin constante}$$

#### 4.4.2.1. Tabla de significación

Como viene haciéndose hasta el momento, se inicia la validación a través de las hipótesis de significación para las variables del modelo. Para ello, se extrae de la tabla resumen del modelo ARIMA (Figura.IV. 41) los PValores para cada uno de los parámetros del mismo.

Test de hipótesis:

$H_0: \beta_i=0$ , no significativo

$H_1: \beta_i \neq 0$ , es significativo

Parámetro	Resumen del Modelo ARIMA			
	Estimación	Error Estd.	t	P-Valor
MA(1)	0,382631	0,0828394	4,61895	0,000010
SMA(1)	0,580858	0,0780928	7,43805	0,000000

Figura.IV. 41. Resumen del modelo ARIMA definitivo.

Todos los PValores de la tabla son inferiores a 0,05 → por lo tanto se rechazan las  $H_0$ , por tanto, las variables MA (1) y SMA (1) son significativas y deben permanecer en el modelo.

#### 4.4.2.2. Autocorrelación

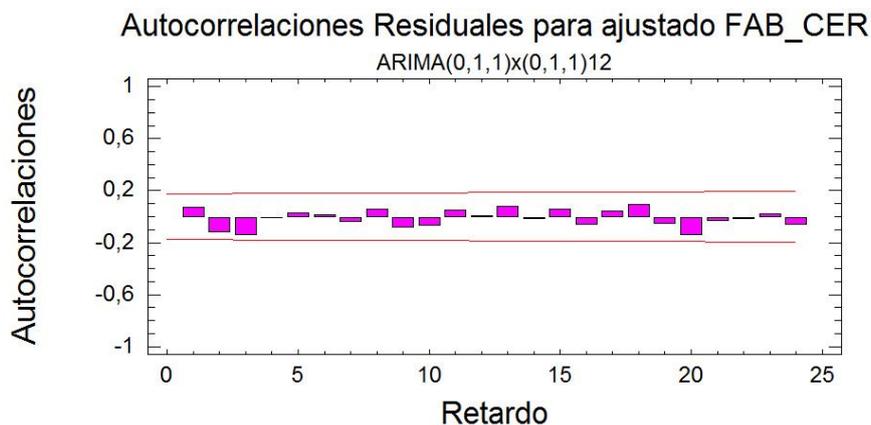
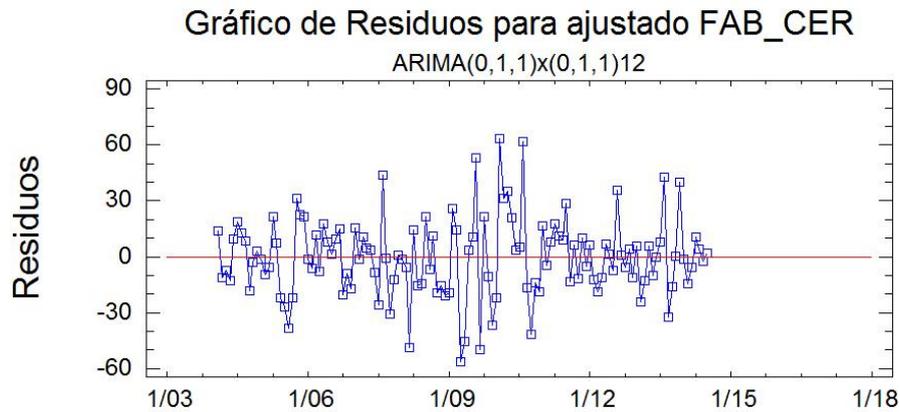


Figura.IV. 42. Gráfico del FAS del modelo ARIMA definitivo.

Como se puede observar en el gráfico (Figura.IV. 42), se ha solucionado el problema de la autocorrelación puesto que ninguno de los factores de autocorrelación sobrepasa los límites de la autocorrelación. Cabe destacar que, hasta el momento, es el caso en el que más claro ha quedado la ausencia de autocorrelación con el modelo ARIMA definitivo.

#### 4.4.2.3. Homocedasticidad



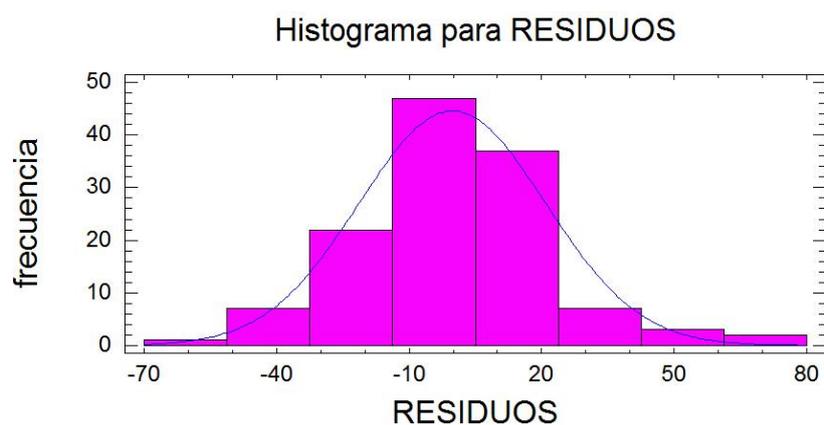
**Figura.IV. 43.** Gráfico de los residuos del modelo ARIMA final.

Según el gráfico (Figura.IV. 43) se puede observar como la varianza es constante y la media se encuentra alrededor de 0, por lo que se puede aceptar el principio de homocedasticidad de los residuos del modelo ARIMA.

#### 4.4.2.4. Normalidad de residuos

Para comprobar la normalidad de los residuos se realiza la comprobación gráfica y los test correspondientes, como se ha venido haciendo con las series anteriores:

- Gráfico de residuos:



**Figura.IV. 44.** Histograma de los residuos del modelo ARIMA para el sector de la cerámica.

Como se observa en el histograma (Figura.IV. 44) se aprecia una campana de GAUS casi perfecta, por lo que se puede afirmar la normalidad de los residuos, aunque se debe corroborar con los test de hipótesis correspondientes.

- PValor del test más restrictivo:

Test de hipótesis

H<sub>0</sub>: los residuos se distribuyen normalmente

H<sub>1</sub>: los residuos no se distribuyen normalmente

#### **Tests para la Normalidad para RESIDUOS**

**Estadístico chi-cuadrado de bondad de ajuste = 13,4921**  
**P-valor = 0,9405**

**Estadístico W de Shapiro-Wilks = 0,977964**  
**P-valor = 0,349851**

**Puntuación Z para asimetría = 0,772398**  
**P-valor = 0,439877**

**Puntuación Z para curtosis = 1,85263**  
**P-valor = 0,0639358**

En este caso, el más restrictivo es el test Z para curtosis, donde el PValor es 0,06 que supra 0,05, por lo que se acepta la H<sub>0</sub>, y se garantiza que los residuos siguen una distribución normal.

#### **4.4.2.5. Desviación típica del ruido blanco**

Con este sector se obtiene uno de los valores más elevados de desviación típica del ruido blanco, 21,2641, aunque sigue siendo pequeña y se podrán realizar las predicciones y comprobaciones con el modelo totalmente validado que se ha planteado en este caso.

#### **4.4.2.6. Predicciones**

Una vez se ha validado el modelo, se procede a realizar las predicciones sobre el mismo. Como se observa en la Tabla.IV. 8 se detallan los resultados para los meses posteriores al último analizado. En la tabla se encuentran tanto el intervalo de confianza y las predicciones que se han obtenido con el programa Statgraphics como los valores reales publicados tras la realización de estos cálculos.

En este caso, todos los valores excepto uno se encuentran dentro del intervalo de confianza que lo sobrepasa en 0,043 por lo que se podría hablar de predicciones casi perfectas, puesto que además los valores de la predicción y los valores reales son muy similares. Aunque cabe destacar que con este sector las predicciones no han sido tan ajustadas como con los anteriores.

**Tabla.IV. 8.**Tabla de pronósticos para los próximos 5 meses. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Statgraphics y el INE Base.

Periodo	Predicción	Límites al 95%	Real
ago-14	-18,512	$[-60,600 \leq Y_t \leq 23,576]$	23,619
sep-14	39,759	$[-9,704 \leq Y_t \leq 89,221]$	55,124
oct-14	54,452	$[-1,420 \leq Y_t \leq 110,324]$	52,390
nov-14	48,923	$[-12,696 \leq Y_t \leq 110,541]$	48,074
dic-14	9,224	$[-57,649 \leq Y_t \leq 76,097]$	39,182

## 5. Sector juguetes

### 5.1. Matriz de datos

A continuación se muestra la tabla de la matriz de datos (Tabla.IV. 9) del sector juguetes obtenida por el INE Base. Se encuentran los Índice de Producción Industrial desde Enero de 2003 hasta Julio de 2014.

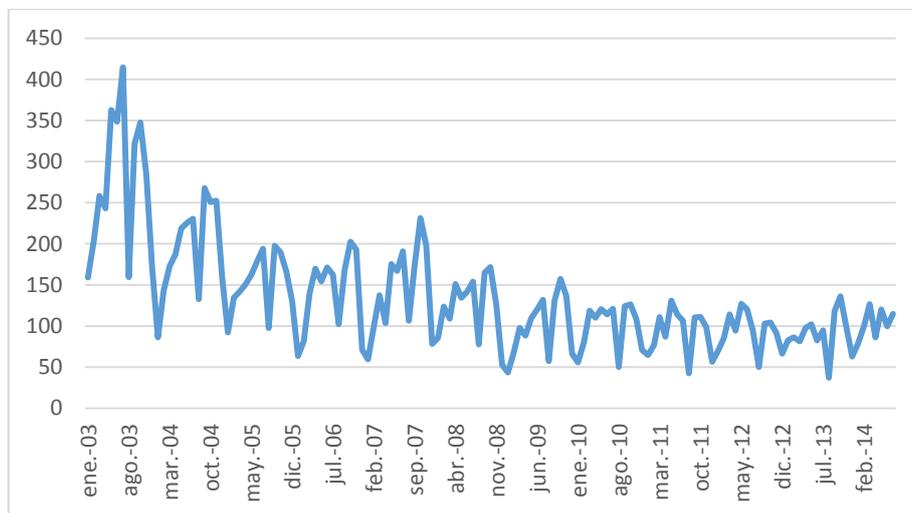
**Tabla.IV. 9.** Matriz de datos del sector juguetes para los últimos diez años. FUENTE: INE Base.

Meses	IPI	Meses	IPI	Meses	IPI	Meses	IPI
ene-03	159,123	ene-06	63,496	ene-09	43,606	ene-12	69,629
feb-03	202,882	feb-06	81,550	feb-09	67,627	feb-12	85,045
mar-03	258,269	mar-06	139,844	mar-09	97,616	mar-12	114,125
abr-03	243,121	abr-06	169,680	abr-09	88,283	abr-12	94,385
may-03	362,616	may-06	154,380	may-09	109,550	may-12	126,994
jun-03	348,540	jun-06	171,210	jun-09	120,107	jun-12	120,233
jul-03	414,790	jul-06	162,489	jul-09	131,888	jul-12	94,251
ago-03	159,429	ago-06	102,053	ago-09	57,376	ago-12	50,042
sep-03	321,459	sep-06	168,150	sep-09	131,123	sep-12	102,962
oct-03	347,622	oct-06	202,576	oct-09	157,287	oct-12	104,376
nov-03	284,279	nov-06	192,936	nov-09	136,478	nov-12	91,384
dic-03	171,210	dic-06	70,993	dic-09	66,250	dic-12	66,378
ene-04	86,141	ene-07	59,365	ene-10	55,693	ene-13	82,676
feb-04	143,211	feb-07	99,299	feb-10	80,020	feb-13	86,267
mar-04	172,740	mar-07	137,549	mar-10	118,577	mar-13	81,442
abr-04	187,275	abr-07	103,583	abr-10	110,009	abr-13	97,654
may-04	218,794	may-07	175,341	may-10	120,566	may-13	102,112
jun-04	225,526	jun-07	166,926	jun-10	114,140	jun-13	82,599
jul-04	230,422	jul-07	190,947	jul-10	121,025	jul-13	94,673
ago-04	132,653	ago-07	106,490	ago-10	50,185	ago-13	37,127
sep-04	267,755	sep-07	173,964	sep-10	124,085	sep-13	118,365
oct-04	250,618	oct-07	231,340	oct-10	126,380	oct-13	136,179
nov-04	252,454	nov-07	197,985	nov-10	108,632	nov-13	98,460
dic-04	159,735	dic-07	78,337	dic-10	70,687	dic-13	63,018
ene-05	92,261	ene-08	85,528	ene-11	64,705	ene-14	78,496
feb-05	134,336	feb-08	123,779	feb-11	76,362	feb-14	99,656
mar-05	141,680	mar-08	108,938	mar-11	110,833	mar-14	126,664
abr-05	150,402	abr-08	151,167	abr-11	86,956	abr-14	86,267
may-05	162,183	may-08	134,336	may-11	130,892	may-14	120,171
jun-05	178,707	jun-08	141,527	jun-11	114,139	jun-14	99,664
jul-05	194,007	jul-08	154,074	jul-11	106,390	jul-14	114,678
ago-05	97,463	ago-08	77,725	ago-11	42,453		
sep-05	197,679	sep-08	164,937	sep-11	110,503		
oct-05	189,723	oct-08	171,669	oct-11	111,163		
nov-05	166,620	nov-08	125,615	nov-11	98,936		
dic-05	130,817	dic-08	52,786	dic-11	56,434		

## 5.2. Serie temporal inicial

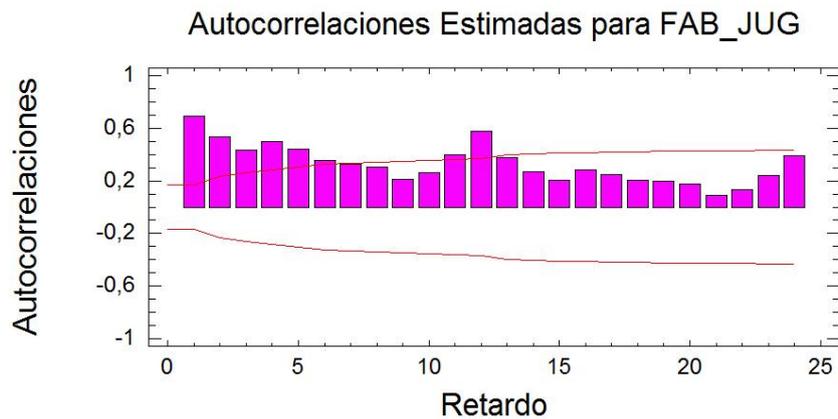
En la Figura.IV. 45 se encuentra la representación de los datos de la serie temporal correspondiente al sector de los juguetes, con los datos obtenidos en el INE Base. Al igual que en las otras series, en el eje de las X se representa el tiempo y en el eje de las Y el Índice de Producción Industrial de los Juguetes.

Como puede verse en este gráfico, la tendencia de la producción en este sector ha sido negativa también, y podrían darse variaciones estacionales, que coincidirán con los picos de producción correspondientes a esta clase de sector.



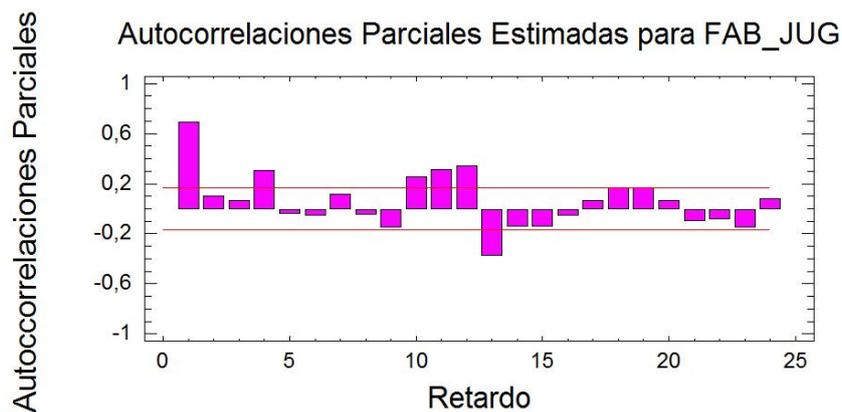
**Figura.IV. 45.** Gráfico inicial del sector Juguetes. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del INE Base.

En segundo lugar se realiza la representación del gráfico del FAS (Figura.IV. 46), en el cual se busca la presencia de variación estacional y de tendencia con los datos que se han obtenido para esta serie. El ligero descenso del valor de los factores de autocorrelación, y su forma sinusoidal, corroboran los problemas detectados en el gráfico de la serie, de forma que como ha ocurrido en sectores anteriores, además de tendencia negativa, se tienen variaciones estacionales en esta serie que se deberán corregir.



**Figura.IV. 46.** Gráfico del FAS inicial, calculado a partir de los datos obtenidos por el INE Base.

En tercer y último lugar se realiza la representación del FAP (Figura.IV. 47), que no se emplea para corroborar los problemas existentes, pero se detecta también la existencia de autocorrelación, y de ser la serie estacionaria, se emplearía para la propuesta del modelo teórico.



**Figura.IV. 47.** Gráfico del FAP inicial, a partir de los datos listados por el INE Base.

En resumen, mediante el análisis gráfico puede afirmarse que la serie no es estacionaria puesto que no cumple con todos los requisitos para serlo:

- La serie presenta tendencia negativa, tal y como se puede observar en el gráfico del FAS (Figura.IV. 46).
- Presenta variación estacional, como se observa tanto en el gráfico inicial como en el gráfico del FAS (Figura.IV. 45 y Figura.IV. 46).
- Tiene autocorrelación, ya que como se ve en el gráfico del FAP (Figura.IV. 47), los retardos superan el límite.
- Presenta una varianza constante como se puede observar en el gráfico inicial (Figura.IV. 45), ya que no aumenta la varianza a medida que pasa el tiempo.

### 5.3. Serie estacionaria

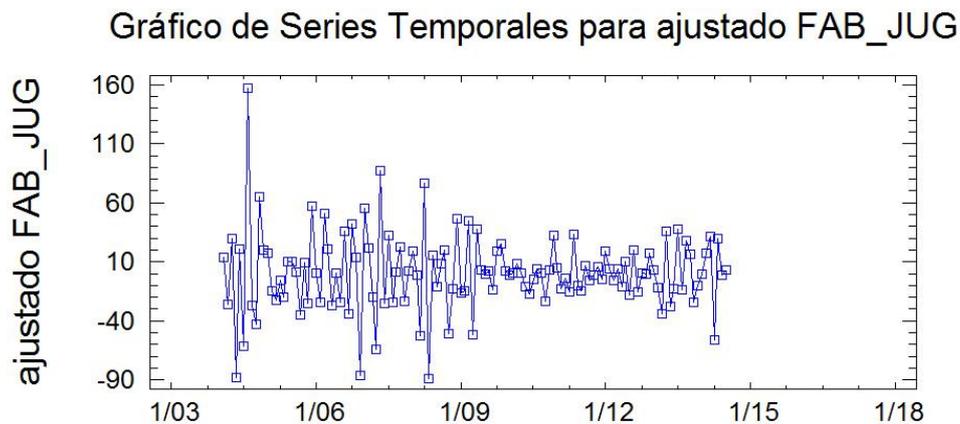
Los métodos de corrección y obtención de la serie estacionaria son los mismos que se han utilizado en las series anteriores. Con estos cambios, de nuevo se solucionarán los problemas de la tendencia y de la variación estacional.

Por tanto, se aplicarán diferenciaciones:

- Orden no estacional: 1
- Orden estacional: 1

Una vez aplicadas las correcciones, los tres gráficos (gráfico de la serie, FAS y FAP) se ven alterados, por lo que debe repetirse el análisis de los mismos con el fin de corroborar la eliminación de los problemas detectados.

Mediante el análisis del gráfico de la serie (Figura.IV. 48) modificada puede observarse que la serie ya no presenta los problemas de tendencia y de variación estacional, por lo que a priori estarían todos los problemas solucionados y faltaría corroborar que se mantiene la autocorrelación, para que la serie sea estacionaria.



**Figura.IV. 48.** Gráfico de la serie estacionaria, tras las modificaciones de orden estacional y no estacional.

Seguidamente, se analizará el gráfico del FAS (Figura.IV. 49), en el cual se puede observar como desaparecen las formas típicas que indican los problemas de tendencia, o variación estacional, pero manteniendo la autocorrelación.

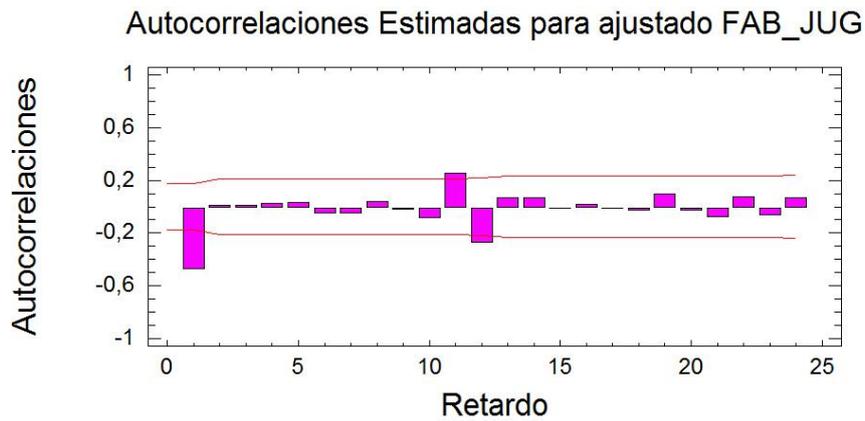


Figura.IV. 49. Gráfico del Fas estacionario tras las modificaciones.

Por último, se realiza el análisis de la autocorrelación, mediante el gráfico del FAP (Figura.IV. 50), que como se puede observar sigue teniendo la autocorrelación, pero ha habido variaciones en la forma del gráfico que se tendrán en cuenta a la hora del planteamiento del modelo teórico.

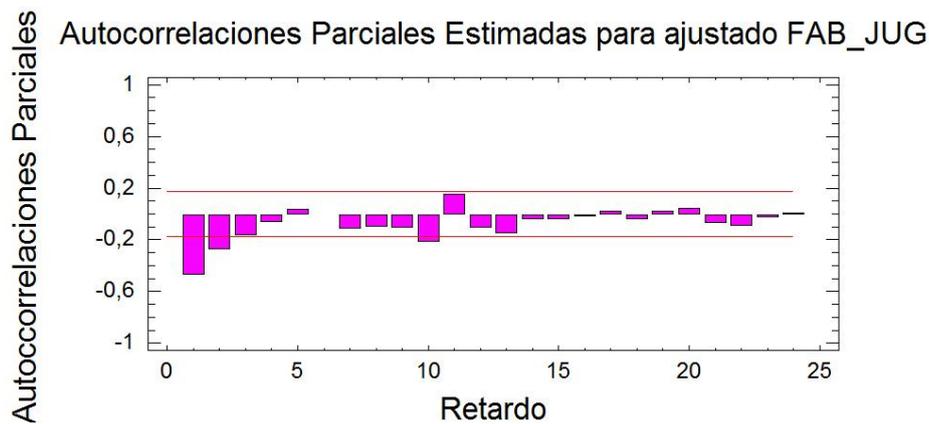


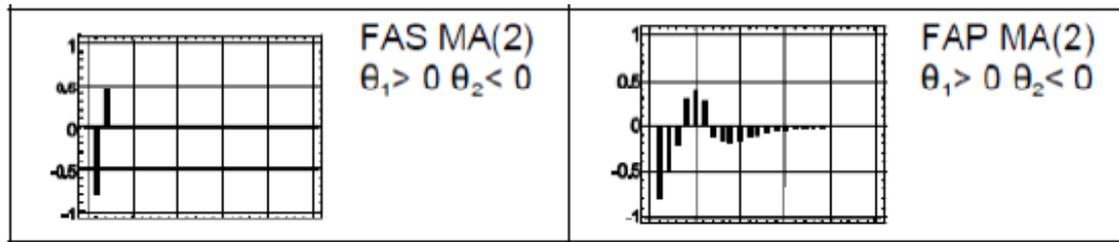
Figura.IV. 50. Gráfico del FAP estacionario tras los cambios aplicados.

## 5.4. Modelo ARIMA

### 5.4.1. Teórico

Tras obtener el gráfico del FAS y del FAP de la serie estacionaria, se procede con el planteamiento del modelo teórico ARIMA. Como se ha venido haciendo en los casos anteriores, se busca el patrón teórico más ajustado a los gráficos obtenidos (Figura.IV. 51) y se trabaja a partir de este modelo MA (2) hasta la validación completa del mismo.

Nuestro modelo ARIMA teórico será:



**Figura.IV. 51.** Modelo ARIMA teórico. FUENTE: “Apuntes de econometría” de Vicente Chirivella.

A partir del modelo obtenido: ARIMA (0, 1, 2) x (0, 1, 0) con constante; se probará si es una solución válida para la serie o si por lo contrario hay que realizar modificaciones.

### 5.4.2. Validación del modelo planteado

El modelo ARIMA teórico MA (2) no superó con éxito los test de validación, quedando descartado, de forma que se realizan modificaciones a partir del mismo hasta llegar a la solución más afinada posible con los medios disponibles, quedando finalmente el siguiente modelo:

ARIMA (0, 1, 1) x (0, 1, 1)12 sin constante

#### 5.4.2.1. Tabla de significación

Las pruebas realizadas a partir del modelo ARIMA (0, 1, 1) x (0, 1, 1)12 sin constante, indicarán si se ha conseguido un modelo válido para los datos de la serie. Como se ha venido realizando, en primer lugar se procede con la validación de las hipótesis sobre la significatividad de las variables incluidas en el modelo. La constante no aparece, puesto que no era significativa.

Test de hipótesis:

$H_0$ :  $\beta_i=0$ , no significativo

$H_1$ :  $\beta_i \neq 0$ , es significativo

Resumen del Modelo ARIMA				
Parámetro	Estimación	Error Estd.	t	P-Valor
MA(1)	0,62263	0,068115	9,14086	0,000000
SMA(1)	0,404201	0,0682761	5,9201	0,000000

**Figura.IV. 52.** Resumen del modelo ARIMA planteado.

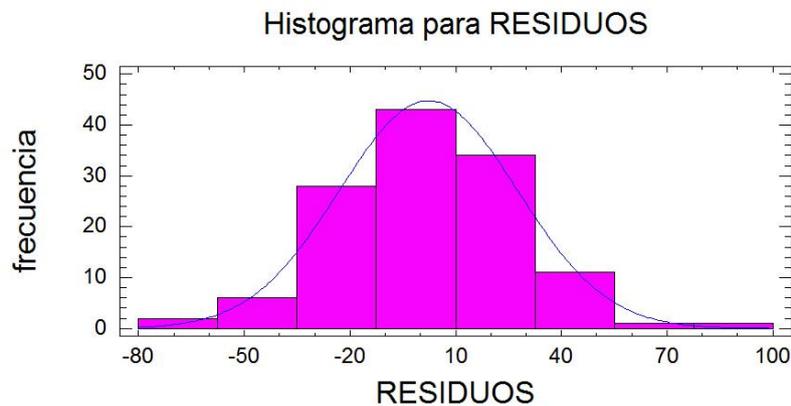


Como se observa en el gráfico (Figura.IV. 54), la varianza es constante y la media es nula ya que se encuentra alrededor de 0, por lo que se cumple la homocedasticidad de los residuos.

#### 5.4.2.4. Normalidad de residuos

La normalidad de los residuos viene determinada por dos análisis: por un lado, el gráfico de residuos y, por otro, el test para la normalidad:

- Gráfico de residuos:



**Figura.IV. 55.** Histograma de los residuos del modelo ARIMA planteado.

Si se observa el histograma (Figura.IV. 55), se puede ver como éste forma una campana de GAUSS prácticamente perfecta, por lo que puede asumirse la normalidad de los residuos.

- PValor del test más restrictivo:

Test de hipótesis

$H_0$ : los residuos se distribuyen normalmente

$H_1$ : los residuos no se distribuyen normalmente

### Tests para la Normalidad para RESIDUOS

Estadístico chi-cuadrado de bondad de ajuste = 32,4762  
P-valor = 0,0906383

Estadístico W de Shapiro-Wilks = 0,990329  
P-valor = 0,954738

Puntuación Z para asimetría = 0,213092  
P-valor = 0,831251

Puntuación Z para curtosis = 1,48545  
P-valor = 0,137423

En este caso el test más restrictivo es el chi-cuadrado, dónde el PValor es  $0,09 > 0,05$ . Por tanto se acepta  $H_0$  y se puede hablar de normalidad de residuos.

#### 5.4.2.5. Desviación típica del ruido blanco

El modelo validado presenta una desviación típica del ruido blanco pequeña de 26,4171 que se empleará para compararla con el resto de modelos planteados en el trabajo y decidir en qué sector ha sido posible ajustar mejor el modelo a los datos obtenidos.

#### 5.4.2.6. Predicciones

Con el modelo validado se realizan las predicciones sobre el mismo para determinar la tendencia en los siguientes meses. Como se viene haciendo en la Tabla.IV. 10, se listan las predicciones con los intervalos de confianza calculados y los valores reales publicados posteriormente.

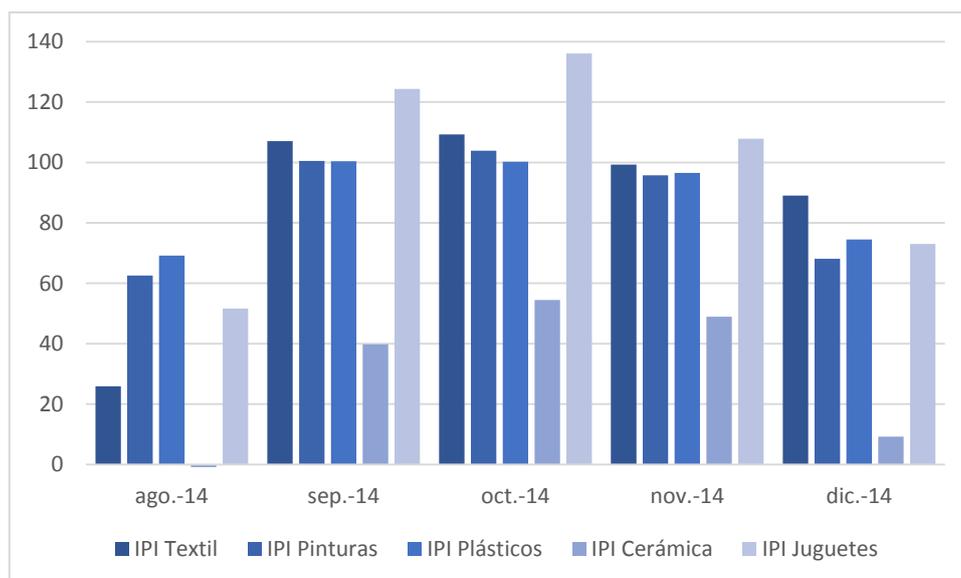
En todos los casos, el valor real publicado se encuentra dentro del intervalo de confianza calculado en cada caso y, además, son muy similares al valor medio de la predicción, por lo se podría afirmar que las predicciones calculadas son correctas y el modelo funciona correctamente.

**Tabla.IV. 10.**Tabla de pronósticos para los cinco próximos meses. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del INE Base y el Statgraphics.

Periodo	Predicción	Límites al 95%	Real
ago-14	51,613	$[-0,674 \leq Y_t \leq 103,900]$	32,233
sep-14	124,353	$[68,467 \leq Y_t \leq 180,239]$	124,160
oct-14	136,102	$[76,835 \leq Y_t \leq 195,369]$	122,124
nov-14	107,872	$[45,407 \leq Y_t \leq 170,337]$	104,852
dic-14	73,036	$[7,528 \leq Y_t \leq 138,544]$	72,554

## 6. Resumen resultados

Con las predicciones que se han obtenido para cada uno de los sectores, se ha realizado un gráfico comparativo de los resultados (Figura.IV. 56). En él pueden observarse las predicciones mensuales desde Agosto de 2014 hasta Diciembre de 2014 de los Índices de Producción Industrial de los cinco sectores que se han analizado a lo largo de todo el proyecto.



**Figura.IV. 56.** Resumen comparativo de las predicciones obtenidas.

Una vez analizado el gráfico se puede afirmar que los sectores que mantienen una evolución constante son tanto el sector de las pinturas como el sector de los plásticos, seguidos por el sector textil. También que el sector de los juguetes despunta en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre, seguramente porque es cuando se prepara la campaña de Navidad. Y que el sector de la cerámica es el que tiene un IPI más bajo.



## **V. Conclusiones**



En este proyecto se desea sacar al mercado un nuevo tipo de pigmento y se desea saber en qué sector sería más recomendable invertir. Por eso, y tras realizar el cálculo y las predicciones de las cinco series temporales que se han llevado a cabo durante este proyecto, se pueden afirmar:

- Respecto al sector Textil, en todos los casos el valor puntual real estimado se encuentra dentro del intervalo de confianza que ofrece el modelo, por lo que las predicciones han sido acertadas por el modelo calculado.
- En cuanto al sector Pinturas, en todos los casos el valor real es muy parecido al valor de la predicción y, además, se encuentra en dentro del intervalo de confianza, por lo que se pueden dar como buenos los valores de las predicciones.
- Si se observa el sector Plástico, en todos los casos el valor real se encuentra dentro del intervalo de confianza, por lo que se puede decir que el modelo ha funcionado correctamente.
- Por lo que respecta al sector de la Cerámica, todos los valores excepto uno se encuentran dentro del intervalo de confianza que lo sobrepasa en 0,043 por lo que se podría hablar de predicciones casi perfectas, puesto que además los valores de la predicción y los valores reales son parecidos pero para este sector no están tan ajustados como en los anteriores sectores.
- Como se observa en el sector de los Juguetes, en todos los casos el valor real se encuentra dentro del intervalo de confianza y son próximos a los valores medios estimados de la predicción, por lo se corrobora de nuevo el buen funcionamiento del modelo planteado.

También, tras observar la desviación típica del ruido blanco para cada una de las series temporales se puede afirmar que el sector que ofrece un ruido blanco inferior es el sector del Plástico, con una desviación típica del ruido blanco de 0,0506 y el sector que ofrece una desviación del ruido blanco superior es el sector de los juguetes, con una desviación típica del ruido blanco de 26,4171. Por tanto, el modelo más ajustado se da con el sector del plástico.

Se puede concluir que el mejor sector para iniciar una nueva actividad con pigmentos de nueva generación es el sector Plástico, seguido por el sector de las Pinturas. Esta conclusión se obtiene al observar que los valores más elevados y estables en los índices de producción a lo largo de la historia de las series y en los valores predichos se dan en estos dos sectores. De entre estos, se aconsejaría empezar con el del plástico, puesto que las predicciones en este sector son las más fiables debido a que en su modelo se obtiene una desviación del ruido blanco menor.



## **VI. Futuras líneas de investigación**



Puesto que para este proyecto se han realizado los estudios a través de series temporales ARIMA, es decir de un estudio econométrico, se cree recomendable indicar otras alternativas de investigación por si se desea comparar los resultados según el método utilizado y comprobar la coherencia de los resultados.

- Una posible alternativa sería un estudio de mercado mediante la investigación comercial, es decir, a través de encuestas directas a las empresas productoras de pigmentos, para así posteriormente analizar las soluciones y encontrar que sector demanda la incorporación de nuevos pigmentos.
- Otra alternativa sería realizar estudios de viabilidad reales, calculando así los costes de producir nuevos pigmentos, su precio en el mercado y la posible demanda esperada. Para así poder realizar una predicción de ventas y beneficios o pérdidas.



## **VII. Bibliografía**



- [1] <http://horabuena.blogspot.com.es/2011/08/pigmento-historia-tipos-de-pigmentos.html>
- [2] <http://www.saladeprensacesce.com/wp-content/uploads/sites/2/2014/01/Sector-Textil.pdf>
- [3] [http://www.industria.ccoo.es/comunes/recursos/99927/1764414-El sector textil y el medio ambiente - Actualizacion REACH 2010.pdf](http://www.industria.ccoo.es/comunes/recursos/99927/1764414-El%20sector%20textil%20y%20el%20medio%20ambiente%20-%20Actualizacion%20REACH%202010.pdf)
- [4] <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2012-81691>
- [5] [http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/historia\\_pinturas.php](http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/historia_pinturas.php)
- [6] Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente. “Informe medioambiental del sector pinturas y barnices”, Junio 1998.
- [7] <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso04-05/teflon/paginas%20del%20menu/HISTORIA%20DEL%20PLASTICO.htm>
- [8] Alexandros Selimis, Vladimir Mironov, Maria Farsari. “*Direct laser writing: Principles and materials for scaffold 3D printing*”. Microelectronic Engineering. Volume **132**, **25**, Pages 83-89, January 2015.
- [9] Angulo Íñiguez, Diego. Historia del Arte. Madrid: Raycar. ISBN 84-400-8644-X. 1982
- [10] <http://www.europapress.es/economia/noticia-economia-exportacion-ceramica-crecera-encima-2014-2015-cesce-20140806114304.html>
- [11] M. El Hadri, H. Ahamdane, M.A. El Idrissi Raghni. “*Sol gel synthesis of forsterite, M-doped forsterite (M = Ni, Co) solid solutions and their use as ceramic pigments*”. Journal of the European Ceramic Society. Volume **35**, Issue 2, Pages 765-777. February 2015.
- [12] José Antonio Pastor Fernández y Lorenzo Chinchilla Mira. “Evolución y perspectivas de la industria fabricante de juguetes en España”, AEFJ. 2008
- [13] <http://www.anmarcs.es/historia-anmar-clinical-services.html>
- [14] <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-23067>
- [15] <http://www.asociacionmicropigmentacion.com/legislacion/legislacion-espanola-sanitaria#>

[16] <http://www.ine.es/>

[17] Santiago de la Fuente Fernández. “Estadística Teórica I. Números índice. Universidad Autónoma de Madrid.

[18] E. Uriel y A. Peiró “Introducción al Análisis de Series Temporales” Ed. AC. E. ISBN 9788472881341. 2000

[19] E. Uriel. “Series temporales. Modelos Arima” Ed. Paraninfo. 1992

[20] D. Peña. “Estadística: Modelos y Métodos”. (**Vol 2**) Modelos Lineales y Series temporales. Ed. Alianza Universidad-Textos. 1986

## Listado de Tablas

Tabla.IV. 1. Matriz de datos del sector Textil durante la última década. FUENTE: INE Base. ..	27
Tabla.IV. 2. Tabla de pronósticos para los próximos 5 meses. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Statgraphics y el INE Base. ....	36
Tabla.IV. 3. Matriz de datos del sector pinturas para los últimos diez años. FUENTE: INE Base. ....	37
Tabla.IV. 4. Tabla de pronósticos para los cinco próximos meses. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Statgraphics y el INE Base. ....	46
Tabla.IV. 5. Matriz de datos del sector Plásticos de los últimos 10 años. FUENTE: INE Base. ....	47
Tabla.IV. 6. Tabla de pronósticos para los próximos 5 meses. FUENTE: elaboración propia a partir de los datos ofrecidos por el Statgraphics y el INE Base. ....	56
Tabla.IV. 7. Matriz de datos del sector de la Cerámica para la última década. FUENTE: INE Base. ....	57
Tabla.IV. 8. Tabla de pronósticos para los próximos 5 meses. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Statgraphics y el INE Base. ....	66
Tabla.IV. 9. Matriz de datos del sector juguetes para los últimos diez años. FUENTE: INE Base. ....	67
Tabla.IV. 10. Tabla de pronósticos para los cinco próximos meses. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del INE Base y el Statgraphics. ....	76

## Listado de Figuras

Figura.IV. 1. Gráfico inicial del sector textil. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del INE.....	28
Figura.IV. 2.Gráfico del FAS, generado a partir de los datos de la serie temporal inicial para el sector textil. ....	29
Figura.IV. 3. Gráfico del FAP, realizado con los datos iniciales de la serie temporal del sector textil. ....	29
Figura.IV. 4. Gráfico de la serie temporal estacionaria para el sector textil. ....	30
Figura.IV. 5. Gráfico del FAS generado a partir de las modificaciones para la conversión en una serie estacionaria. ....	31
Figura.IV. 6. Gráfico del FAP, tras los cambios para convertir la serie en estacionaria.....	31
Figura.IV. 7. Modelo ARIMA teórico. FUENTE: “Apuntes de econometría” de Vicente Chirivella. ....	32
Figura.IV. 8. Resumen del modelo ARIMA, tras las modificaciones oportunas. ....	33
Figura.IV. 9. Gráfico del FAS del Modelo ARIMA final.....	34
Figura.IV. 10.Gráfico de residuos de la serie ajustada con el modelo ARIMA. ....	34
Figura.IV. 11. Histograma de los residuos del modelo ARIMA para el sector textil. ....	35
Figura.IV. 12. Gráfico inicial del sector pinturas. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos recogidos en el INE Base. ....	38
Figura.IV. 13. Gráfico del FAS, calculado a partir de la serie inicial del sector pinturas. ....	39
Figura.IV. 14. Gráfico del FAP, generado a partir de la serie temporal del sector pinturas. ....	39
Figura.IV. 15. Gráfico de la serie estacionaria, después de las modificaciones de orden estacional y no estacional. ....	40
Figura.IV. 16. Gráfico del FAS de la serie temporal estacionaria.....	41
Figura.IV. 17. Gráfico del FAP de la serie estacionaria del sector pinturas. ....	41
Figura.IV. 18. Modelo ARIMA teórico. FUENTE: “Apuntes de econometría” de Vicente Chirivella.....	42
Figura.IV. 19. Resumen del modelo ARIMA tras los cambios. ....	43
Figura.IV. 20. Gráfico del FAS final, del modelo ARIMA planteado.....	43
Figura.IV. 21. Gráfico de los residuos del modelo ARIMA definitivo. ....	44
Figura.IV. 22. Histograma de los residuos del modelo ARIMA para el sector pinturas. ....	44
Figura.IV. 23. Gráfico inicial del sector plástico. Fuente. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos por el INE Base. ....	48
Figura.IV. 24. Gráfico del FAS, calculado a partir de los datos iniciales obtenidos por el INE Base. ....	49

Figura.IV. 25. Gráfico del FAP inicial, obtenido a partir de los datos del INE Base. ....	49
Figura.IV. 26. Gráfico de la serie estacionaria, después de las modificaciones aplicadas. ....	50
Figura.IV. 27. Gráfico del FAS de la serie estacionaria, después de las modificaciones pertinentes.....	51
Figura.IV. 28. Gráfico del FAP estacionario, después de los cambios que aplicados en la serie. ....	51
Figura.IV. 29. Modelos ARIMA teórico. FUENTE: “Apuntes de econometría” de Vicente Chirivella.....	52
Figura.IV. 30. Resumen del modelo ARIMA definitivo. ....	53
Figura.IV. 31. Gráfico del FAS del modelo ARIMA planteado. ....	53
Figura.IV. 32. Gráfico de residuos del modelo ARIMA planteado. ....	54
Figura.IV. 33. Histograma de los residuos del modelo ARIMA del sector Plástico. ....	54
Figura.IV. 34. Gráfico inicial del sector cerámicas. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos ofrecidos por el INE Base.....	58
Figura.IV. 35. Gráfico del FAS, calculado a partir de los datos ofrecidos por el INE Base. ....	59
Figura.IV. 36. Gráfico del FAP inicial, obtenido a partir de los datos ofrecidos por el INE Base. ....	59
Figura.IV. 37. Gráfico de la serie estacionaria, tras los cambios de orden estacional y no estacional. ....	60
Figura.IV. 38. Gráfico del FAS de la serie estacionaria, tras los cambios realizados en la serie inicial.....	61
Figura.IV. 39. Gráfico del FAP estacionario, después de las modificaciones realizadas en la serie.....	61
Figura.IV. 40. Modelo ARIMA teórico. FUENTE: “Apuntes de econometría” de Vicente Chirivella.....	62
Figura.IV. 41. Resumen del modelo ARIMA definitivo. ....	63
Figura.IV. 42. Gráfico del FAS del modelo ARIMA definitivo. ....	63
Figura.IV. 43. Gráfico de los residuos del modelo ARIMA final. ....	64
Figura.IV. 44. Histograma de los residuos del modelo ARIMA para el sector de la cerámica. ..	64
Figura.IV. 45. Gráfico inicial del sector Juguetes. FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del INE Base.....	68
Figura.IV. 46. Gráfico del FAS inicial, calculado a partir de los datos obtenidos por el INE Base. ....	69
Figura.IV. 47. Gráfico del FAP inicial, a partir de los datos listados por el INE Base.....	69
Figura.IV. 48. Gráfico de la serie estacionaria, tras las modificaciones de orden estacional y no estacional. ....	70
Figura.IV. 49. Gráfico del Fas estacionario tras las modificaciones. ....	71

---

Figura.IV. 50. Gráfico del FAP estacionario tras los cambios aplicados. ....	71
Figura.IV. 51. Modelo ARIMA teórico. FUENTE: “Apuntes de econometría” de Vicente Chirivella.....	72
Figura.IV. 52. Resumen del modelo ARIMA planteado. ....	72
Figura.IV. 53. Gráfico del FAS final del modelo ARIMA planteado.....	73
Figura.IV. 54. Gráfico de los residuos del modelo ARIMA planteado.....	73
Figura.IV. 55. Histograma de los residuos del modelo ARIMA planteado. ....	74
Figura.IV. 56. Resumen comparativo de las predicciones obtenidas. ....	77