



GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

CURSO ACADÉMICO 2016/2017

TRABAJO FIN DE GRADO

TÉCNICAS DE PREDICCIÓN DE VENTAS

SALES FORECASTING TECHNIQUES

AUTORA:

Uxue Ortiz Aguirre

TUTOR:

José Luis Gallego
Gómez

Junio 2017

Índice de Contenidos

RESUMEN / ABSTRACT.....	5
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. MÉTODOS DE PREDICCIÓN.....	11
2.1. MÉTODOS CUALITATIVOS.....	11
2.1.1. JURADO DE OPINIÓN EJECUTIVA.....	11
2.1.2. FUERZA DE VENTAS.....	11
2.1.3. EXPECTATIVAS DEL CLIENTE.....	12
2.1.4. MÉTODO DELPHI.....	12
2.1.5. TÉCNICA DEL GRUPO NOMINATIVO.....	12
2.2. MÉTODOS CUANTITATIVOS.....	13
2.2.1. MEDIA MÓVIL.....	13
2.2.2. SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL.....	13
2.2.3. REGRESIÓN.....	14
2.2.4. METODOLOGÍA DE BOX-JENKINS.....	15
2.2.5. REDES NEURONALES.....	17
2.2.6. ANÁLISIS DE TENDENCIAS.....	17
2.2.7. DESCOMPOSICIÓN CLÁSICA.....	17
2.2.8. SIMULACIÓN.....	18
3. PROGRAMAS ESTADÍSTICOS PARA LA PREDICCIÓN DE VENTAS.....	18
3.1. EXCEL.....	18
3.2. R.....	18
4. APLICACIONES EMPÍRICAS.....	19
4.1. APLICACIÓN EMPÍRICA EN EXCEL.....	19
4.1.1. MÉTODO DE REGRESIÓN EN EXCEL.....	19

4.1.2. MÉTODO DE ALISADO EXPONENCIAL O HOLT-WINTERS EN EXCEL.....	22
4.2. APLICACIÓN EMPÍRICA EN R.....	25
4.2.1. MÉTODO DE HOLT-WINTERS EN R.....	25
4.2.2. MÉTODO DE BOX-JENKINS EN R.....	27
5. CONCLUSIONES.....	33
6. BIBLIOGRAFÍA.....	34

Índice de Figuras

Figura 4.1.1. Gráfico de la tendencia en regresión.....	20
Figura 4.1.2. Gráfico del componente estacional en regresión.....	20
Figura 4.1.3. Gráfico del componente irregular en regresión.....	21
Figura 4.1.4. Gráfico de la tendencia cuadrática en regresión.....	21
Figura 4.1.5. Gráfico de la tendencia en Holt-Winters.....	23
Figura 4.1.6. Gráfico del componente estacional en Holt-Winters.....	24
Figura 4.1.7. Gráfico del componente irregular en Holt-Winters.....	24
Figura 4.2.1. Script del método Holt-Winters en R.....	25
Figura 4.2.2. Gráfico ICPM.....	26
Figura 4.2.3. Gráfico Holt-Winters en R.....	26
Figura 4.2.4. Gráfico Holt-Winters con componentes estacionalidad, nivel y tendencia.....	27
Figura 4.2.5. Gráfico de la predicción con Holt-Winters.....	27
Figura 4.2.6. Script del método Box-Jenkins en R.....	28
Figura 4.2.7. Gráfico de z , serie original.....	29
Figura 4.2.8. Gráfico de la primera diferencia, dz	30
Figura 4.2.9. Gráfico de la diferencia estacional, Dz	30
Figura 4.2.1.0. Gráfico de las dos diferencias, dDz	31
Figura 4.2.11. Gráfico de los residuos.....	31
Figura 4.2.12. Gráfico de la predicción con el modelo ARIMA.....	32

RESUMEN

La incertidumbre que hay hoy en día en el mercado ocasiona que las empresas tengan que estar al tanto de todos los cambios que van surgiendo para poder anteponerse a ellos y no sufrir grandes pérdidas. Por este motivo la predicción de ventas cada vez tiene un papel más importante dentro de las empresas, ya que gracias a estas técnicas pueden disminuir los costes y aumentar las ventas considerablemente.

En este trabajo vamos a hacer una introducción explicando la importancia que tiene la utilización de la predicción de ventas y principales factores que le afectan. Luego se hace una definición de los métodos de predicción más conocidos y utilizados por las empresas para realizar predicciones de ventas. Los métodos de predicción más importantes son los cuantitativos, pero también definiremos los cualitativos, ya que la predicción ideal ocurre cuando se hace una combinación de los dos métodos. Posteriormente vamos a comentar dos de los programas estadísticos que más se utilizan para conseguir desarrollar estos métodos y llegar a un resultado que será la predicción de ventas.

Como hemos dicho, la parte más importante en una predicción son los métodos cuantitativos y por ese motivo vamos a realizar varias aplicaciones empíricas con datos reales y utilizando los métodos más usados por las empresas y con los programas estadísticos que hemos comentado previamente.

Con todo ello llegaremos a unas conclusiones que pueden servir de utilidad a los directivos de las empresas para decidirse a utilizar las predicciones de ventas dentro de su organización para tener un mayor control y poder de todo lo que ocurre en el mercado y cómo reaccionar o que cambios son los que tienen que realizar dentro de su propia empresa.

ABSTRACT

The uncertainty that exists today in the market makes companies aware of all the changes that are emerging to put before them and not suffer heavy losses. For this reason, sales prediction increasingly has an important role within companies, because thanks to these techniques can reduce costs and increase sales considerably.

In this paper an introduction will be made explaining the importance of the use of sales prediction and the main factors that affect it. Then a definition of the best known methods of prediction and used by the companies to make predictions of sales is made. The most important prediction methods are quantitative, but we will also define the qualitative ones, since the ideal prediction occurs when a combination of the two methods is made. Later we will comment on two of the most used statistical programs to get to develop these methods and arrive at a result that will be the sales forecast.

As we have said, the most important part in a prediction are quantitative methods and for this reason we will make several empirical applications with real data and using the methods most used by the companies and with the statistical programs that we have discussed previously.

With all this we will come to some conclusions that can be useful to the managers of the companies to decide to use the sales forecasts of sales within their organization to have more control and power of everything that happens in the market and how to react or what changes they have to make within their own company.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el entorno empresarial se caracteriza por sus cambios rápidos en sus productos, ya que cada poco tiempo salen productos innovadores o mejorados de los que ya existían previamente. Debido a esta incertidumbre la predicción de ventas se ha convertido en un papel clave en las empresas. Es una práctica muy común en estos tiempos pero todavía no se sabe demasiado que técnicas se utilizan para desarrollar las predicciones. En este trabajo nos vamos a dedicar a definir los tipos de métodos que existen y los más utilizados ya que son la parte más importante de la predicción.

El mercado poco a poco ha ido creciendo globalmente y se ha ido convirtiendo en más competitivo, por este motivo las empresas necesitan diferentes ventajas para competir y poder sobrevivir en la industria. La demanda de los clientes es cada vez más cambiante ya que hay una amplia variedad de productos y un cambio muy grande en las tendencias, cada vez que se da un cambio estacional hay un cambio en las tendencias lo que implica que la demanda cambie de una temporada a otra (Aronsson & Jonsson 2008).

Para poder enfrentarse las empresas a todos estos problemas necesitan poder prever las tendencias para estar actualizados a lo que va a ir sucediendo en el mercado. Tienen que enfocar los productos a los clientes porque al tener estos, un acceso tan fácil a los productos de todas las empresas del planeta por la evolución en la comunicación y el transporte, necesitan centrarse en ellos para que sigan consumiendo de sus productos.

Las empresas necesitan trabajar y cuidar la eficiencia de todos los ámbitos de los que se componen para poder responder a la rápida demanda cambiante que se da en la actualidad y para ello tiene que enfocarse también en la predicción de las ventas ya que juega un papel muy importante en la actualidad. Al ser la predicción de ventas todavía algo innovador hay muchas empresas que no lo utilizan porque no creen que sea tan importante (Mccarthy et al. 2006).

En los últimos años gracias a las numerosas investigaciones sobre las técnicas y métodos de la predicción de ventas, se han ido ampliando el número de técnicas y también ha habido una gran mejora en los métodos, ya que anteriormente lo más normal era el uso de algún método cualitativo únicamente. Aun con todos estos cambios y mejoras, no se consigue que muchas empresas mejoren a la hora de realizar sus predicciones y una de las causas es la complejidad de los nuevos métodos que han aparecido. Las redes neuronales, por ejemplo, que es uno de los métodos más nuevos no acaba de ser utilizado por las empresas ya que es uno de los métodos más complejos que hay.

Como hemos dicho anteriormente, la demanda de los productos que se encuentran de moda tiene un ciclo de vida mucho más corto. A esta situación se le denomina “moda rápida” y pone una gran presión sobre las empresas porque tienen que realizar el enfoque al cliente para poder proporcionarle lo que realmente esté demandando en cada momento. Una de las únicas maneras que existen de poder prever las tendencias

y la estacionalidad y lo que de verdad demandan los clientes es usar la predicción de ventas para disminuir lo más que se pueda el porcentaje de fallar (Aronsson & Jonsson 2008).

La predicción de ventas es una ventaja clara para las empresas, no solo a la hora de las ventas, si no también a la hora de producir o planificarse. Esto les va a ayudar a que no tengan sobreexistencias o al contrario que tengan todo agotado, ya que van a tener una predicción exacta de los productos que se van a vender en cada lugar y no van a sufrir estos problemas de quedarse sin existencias o que les sobre, que al final originan más costes a las empresas.

Al intentar hacer uso de las técnicas de predicción de ventas es importante llegar a conocer antes correctamente todos sus conceptos. No solo saber cómo hacer uso de los métodos de predicción y sus propósitos, también es importante conocer todos los indicadores que llegan a afectar en una predicción y que impacto tendrán los errores que se dan en las predicciones. Al conocer por separado todos estos conceptos la predicción que realices será mucho más fácil de manejar.

Cualquier predicción de ventas debe ser pensada como “una conjetura sobre la demanda de los clientes de los bienes o servicios de una empresa, durante un horizonte temporal determinado, dado un conjunto de suposiciones sobre el medio ambiente” (Mentzer & Moon 2005).

Las predicciones de ventas son entonces, como dicen los autores Mentzer y Moon (Moon & Mentzer 1999), una estimación sobre la demanda de los clientes de unos bienes o servicios en un periodo determinado. El propósito que tiene la predicción de ventas es tratar de predecir la cantidad que se va a vender con la mayor exactitud que sea posible de bienes o servicios, para así conseguir disminuir los costes de transporte y de inventario.

Hay autores que piensan que la predicción es muy similar y tiene las mismas características que un presupuesto, pero no es así ya que tienen diferencias muy importantes. La que más, es que la predicción se expresa en unidades físicas y financieras y el presupuesto solo en unidades financieras. También hay otra diferencia relevante en cuanto a los periodos de tiempo, ya que las predicciones pueden realizarse para cualquier periodo de tiempo y no tienen porque cumplir finalmente con los resultados previstos, mientras que el presupuesto es más objetivo (Aronsson & Jonsson 2008).

La teoría en cuanto a por qué se debe utilizar la predicción de ventas en las empresas es dar una predicción con exactitud de lo que ocurrirá en el futuro para que la empresa sepa planear todos sus movimientos y lograr todos los resultados que se proponga.

Las predicciones disminuyen el papel del azar en cuanto al entorno y hay dos situaciones en concreto donde son muy útiles. La primera cuando el futuro es incierto, pero los factores que afectan a la empresa pueden llegar a ser identificados y la segunda cuando hay un desfase entre la ocurrencia de un evento y la conciencia del mismo evento (Makridakis et al. 1998). Cuando el tiempo entre la conciencia de un evento y la ocurrencia de él son cero, no sería necesaria la predicción. Pero si ese tiempo aumenta, aparece la necesidad de predecir para conocer cuándo ocurrirá el

evento. Las predicciones son útiles cuando los métodos de predicción y las técnicas utilizadas se aplican en todos los procesos que toma la empresa para la toma de decisiones y planificación. Ya que si se realizan predicciones de ventas sin aplicarse en los planes que se van llevando a cabo, las predicciones no servirían para nada y no tendrían ninguna utilidad (Mentzer & Moon 2005).

Para que la predicción tenga éxito y sea lo más acertada posible hay que diferenciar y hacer una separación entre la predicción de lo que va a ocurrir en el futuro y la fijación de objetivos que marca la empresa, esto hace que aumenten las posibilidades de que la predicción sea acertada. Ya que la fijación de objetivos es simplemente establecer las metas o los resultados que la empresa desea alcanzar y va a intentar conseguir, pero no lo que puede que ocurra, para eso está la predicción de ventas. Los autores Armstrong y Mentzer dicen que hay que tener cuidado con estas dos definiciones y no se deben confundir, porque aunque dependan la una de la otra no tienen nada que ver. Los planes que realiza la empresa sobre las operaciones de ventas que quiere lograr realizar deben estar basados en las predicciones de ventas al igual que la fijación de objetivos. (Aronsson & Jonsson 2008)

La predicción de ventas se encarga de determinar o fijar un futuro volumen de ventas que se cree que ocurrirá en un futuro, lo que hace que se puedan establecer a su vez la producción, la logística, los diferentes métodos de marketing... y todos los diferentes sectores que componen la empresa. Cuando la organización tiene una cadena de valor que es flexible, los errores en la predicción se pueden corregir y ser ajustados de una manera más fácil que si se tiene una cadena de valor inflexible, donde la predicción de ventas tiene que ser más precisa para no ocasionar problemas. Por este motivo según encuestas realizadas en organizaciones, las empresas que son más pequeñas suelen utilizar las predicciones de ventas para realizar planificaciones del personal que necesitan, mientras que en las empresas más grandes lo utilizan sobre todo para la planificación de las ventas y de las compras. (Makridakis et al. 1998)

La predicción no solo es diferente según el tamaño de la organización, también es diferente según la industria a la que pertenezca la empresa. Lo importante es que las empresas hagan la predicción de ventas con una frecuencia mensual, ya que así podrán ir viendo si están logrando hacer unas predicciones acertadas y podrán hacer cambios según lo que van viendo que ocurre.

Realizar predicciones de ventas en una empresa es costoso y en ocasiones puede llegar a suponer un coste en vez de un beneficio para la empresa si no se realiza correctamente, por lo tanto aunque puede ser realmente beneficioso para la empresa, tiene que realizarse adecuadamente para ello. (Moon & Mentzer 1999)

Los principales componentes externos que afectan las acciones dentro de la empresa con el entorno y el mercado en el que la empresa opera, también afectan las acciones de los competidores, los proveedores, los distribuidores,... Es decir todas las personas o sectores que están relacionados de alguna manera con la empresa. (Armstrong, 2003) Si tienes un conocimiento de todos estos factores que afectan de alguna manera a la empresa, lograrás una mejor previsión ya que será una ventaja en el proceso.

Los indicadores más importantes que afectan a la predicción de ventas en una empresa, serán por lo tanto los indicadores políticos y la competencia.

El indicador político se refiere a que el tipo de políticas o la estabilidad que representa el gobierno del país, afectan a las organizaciones ya que tienen que prepararse para cambios por ejemplo en los impuestos, las tasas de interés, la inflación... Si realizan predicciones de ventas del año siguiente tienen que tener en cuenta si necesitan realizar cambios para adaptarse a nuevas regulaciones o si pueden seguir como hasta ahora. (Anon n.d.)

El indicador de la competencia es también importantísimo ya que la empresa debe conocer todo lo que pueda sobre sus principales competidores para poder estar a la altura de ellos y que estos no les superen. Con los cambios que se producen en el entorno y en las empresas competidoras día a día tienen que estar al tanto para que no les afecte y para eso deben predecir y así lograr estar un paso por delante ante todo lo que vaya ocurriendo.

También hay otros indicadores que afectan a la predicción como las tendencias, que producen grandes cambios en las predicciones, ya que siempre aparecen productos nuevos que se ponen de moda durante un corto periodo de tiempo y hay que estar muy al tanto de todos ellos para poder aguantar todos los cambios que producen a la empresa. Y por último, estaría el clima que es muy difícil de predecir y afecta sobre todo si en las estaciones de verano hace mal tiempo produciendo cambios en las ventas de ropa o sitios a los que se irá la gente de vacaciones.

La parte más importante y esencial a la hora de realizar una predicción de ventas son los métodos de predicción que hay que utilizar y por ello en los apartados siguientes vamos a definirlos y hablar de ellos detalladamente.

2. MÉTODOS DE PREDICCIÓN

Las técnicas de predicción de ventas se realizan en las empresas para poder prever lo que se va a vender y así poder anticiparse pudiendo reducir costes en la empresa y lograr vender más. Si una empresa no realiza estas predicciones pueden darse problemas como no llegar a su capacidad total de producción necesaria para cubrir la demanda o también puede darse el caso contrario en el que produzca de más y sobren existencias. En cualquier caso una predicción errónea hace que las utilidades de la empresa disminuyan.

La herramienta principal que tienen las empresas para poder realizar una predicción son los métodos de predicción y pueden ser métodos cualitativos o métodos cuantitativos. La predicción ideal se dice que ocurre cuando se utilizan métodos cualitativos que estén respaldados por métodos cuantitativos, es decir, una combinación de los dos métodos.

2.1. MÉTODOS CUALITATIVOS

Los métodos cualitativos son aquellos que se basan en la opinión o juicio que dan personas, como pueden ser directivos, sobre la predicción de ventas de un producto. En este caso, no se realiza ningún cálculo matemático ya que son métodos subjetivos, es decir opiniones, ideas, conocimientos, deducciones,... Se suelen utilizar sobre todo cuando el producto es nuevo y no hay ningún dato anterior para poder realizar una predicción cuantitativa. Los más utilizados son:

2.1.1. Jurado de opinión ejecutiva: Este método consiste en que los ejecutivos y altos mandos de diferentes departamentos de una empresa se reúnen y deciden juntos sobre cual puede ser la predicción de la demanda, dando cada uno su opinión respecto al producto. Ya que son los propios ejecutivos de la empresa los que se reúnen y sacan algo en común gracias a su conocimiento del negocio, no es un método costoso porque no necesita desarrollar ninguna operación más. Se suele utilizar normalmente para el lanzamiento de productos que sean nuevos o cuando hay algún imprevisto y se necesite actuar con rapidez ante un evento o una situación.

Este método tiene de inconveniente que los ejecutivos pueden dar una predicción demasiado optimista y sobrevalorar así, las ventas que se den en el futuro.

2.1.2. Fuerza de ventas (compuesto): Este método consiste en hacer una predicción de ventas con las estimaciones de vendedores, jefes de ventas o distribuidores que son la fuerza de ventas. Al utilizar a la fuerza de ventas para la predicción la información suele ser precisa y funciona positivamente ya que tienen una relación cercana con los clientes y con el mercado.

Pero este método tiene la desventaja, de que la fuerza de ventas tiende siempre a predecir para el futuro más inmediato, ya que dan una gran importancia en sus predicciones a las condiciones que son presentes. Por lo tanto, cuando se quiere realizar una predicción para más que un corto plazo, la fuerza de ventas no suele ser capaz de realizarlo correctamente, porque no tienen los suficientes conocimientos sobre las tendencias generales de la sociedad como sociales, económicas,...

2.1.3. Expectativas del cliente: Este método consiste en que la empresa realice una encuesta a sus clientes para saber si tendrían la intención de comprar el producto o no, para así poder hacer una predicción de la demanda que podría llegar a tener el producto en cuestión. Como esta propuesta tiene muchos riesgos, se suele utilizar junto con otros métodos para que le puedan apoyar y lograr que la predicción sea más exacta.

Se suele realizar este método cuando otras formas de predicción sean inadecuadas y cuando la empresa pueda llegar a obtener una información muy fiable sobre lo que sus clientes comprarán en un futuro, ya que entonces se tendrá una buena base para elaborar la predicción y luego la empresa elaborará los pedidos que venderá más tarde.

2.1.4. Método Delphi: Este método cuenta con la contribución de un panel de expertos, internos o externos a la empresa, en el que se les realiza una serie de preguntas que deben contestar y razonar sobre alguna situación que suceda. Con los resultados que aparezcan, se establecen valores medianos de la variable específica y se resume para volver a pasarse a los miembros del panel, pidiéndoles que reconsideren sus respuestas anteriores y las cambien si lo consideran oportuno. El proceso puede realizarse varias veces hasta que se llegue a unas conclusiones concretas o a un consenso, si no es así se seguirá realizando hasta que pueda llegarse a alguna conclusión. Esa información la revisan los encargados para mantener la predicción o reevaluar la predicción inicial y presentar la nueva por escrito.

2.1.5. Técnica del grupo nominativo: Este método consiste en juntar a un grupo de expertos y que cada uno de ellos exponga sus ideas sobre la estimación de la oferta y la demanda futura, más tarde todos los miembros deben contar sus ideas al grupo y cada uno de ellos hacer una evaluación del resto, ordenando las ideas expuestas por mayor importancia. La que más votos tenga será la idea elegida y aceptada para realizar la predicción. (Makridakis & Hibon 2000)

Con esta técnica se aseguran que la participación de los expertos sea eficaz, ya que cada uno de ellos está obligado a reflexionar y luego generar sus ideas para luego exponerlas ante el grupo y así poder ponerse de acuerdo entre todos haciendo una votación sobre las ideas que sean más correctas o acertadas.

2.2. MÉTODOS CUANTITATIVOS

Los métodos cuantitativos son aquellos que son objetivos, ya que se utilizan técnicas matemáticas o estadísticas para hacerlos y se elimina la parte subjetiva en la predicción. Sirven para predecir la continuación de patrones históricos como el crecimiento de las ventas o el producto nacional bruto. Se pueden utilizar en varios casos como cuando existe información sobre el pasado de un producto, en otros casos, cuando la información puede ser cuantificada en forma de datos numéricos o también cuando se puede asumir que algún aspecto del patrón del pasado continuará en el futuro. Algunos de los más usados o conocidos son:

2.2.1. Media móvil: Este método consiste en suavizar los datos históricos de un producto para poder analizar la tendencia que va a seguir durante un número de periodos determinados, en donde cada punto de la media móvil es la media aritmética de un número de puntos consecutivos. Esta previsión se realiza con los conjuntos de datos de periodos más recientes únicamente, las ventas de los periodos más antiguos se dejan fuera, se calcula dejando caer la observación más antigua e incluyendo la siguiente observación.

El problema que aparece en este método es decidir cuántos periodos se van a usar para la predicción, ya que el número de puntos incluidos en una media móvil afecta a la suavidad de la estimación resultante. Por lo general, un mayor número de términos en la media móvil aumenta la probabilidad de que la aleatoriedad se elimine, ya que se examinan más datos. Esto significa examinar un mayor tiempo, ya que cada vez que uses más datos en tu predicción, estarás analizando un periodo de tiempo mayor. Sin embargo, cuanto más larga es la longitud de la media móvil, más información (o más términos) se pierde en el proceso de la media móvil, ya que se requiere un número específico de valores de datos para un promedio del mismo número de términos.

En resumen, se llama media móvil cuando se define el número de periodos para hacer el cálculo y cuanto más largo sea el periodo utilizado, la predicción será más exacta ya que se tienden a suavizar los golpes o ciclos de interés cuando es a largo plazo.

$$\hat{X}_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

2.2.2. Suavizamiento exponencial: Este método, también llamado alisado exponencial, es una extensión al método de la media móvil e implica ponderaciones exponencialmente decrecientes a medida que las observaciones crecen, por eso el nombre de suavizamiento exponencial. Está formado por una función de las ventas del último periodo y la predicción del último periodo con una ponderación que cambia según los datos. Esta ponderación tendrá que ser mayor cuando los datos sean más recientes, ya que tendrán más importancia las observaciones que tengan que ver con

los últimos periodos, es decir los valores más recientes, que los que sean más antiguos.

En el caso de las medias móviles, las ponderaciones asignadas a las observaciones son un subproducto del sistema de media móvil utilizado. En el suavizamiento exponencial, sin embargo, hay uno o más parámetros que deben determinarse explícitamente, y estas elecciones determinan las ponderaciones que habrá que asignar a las observaciones.

$$\hat{X}_t = \hat{X}_{t-1} + \alpha(X_{t-1} - \hat{X}_{t-1})$$

Nueva predicción

$$\begin{aligned} &= \text{Predicción del periodo anterior} \\ &+ \alpha(\text{Demanda real del periodo anterior} \\ &- \text{Predicción del periodo anterior}) \end{aligned}$$

Como se ve en la formula el método de suavizamiento exponencial simple toma la predicción para el período anterior y la ajusta utilizando el error de pronóstico, por lo tanto se puede ver que el nuevo pronóstico es simplemente el pronóstico anterior más un ajuste para el error que ocurrió en el último pronóstico. Cuando α tiene un valor cercano a 1, la nueva predicción incluirá un ajuste sustancial para el error en la previsión anterior. Por el contrario, cuando α es cercano a 0, la nueva predicción incluirá un ajuste pequeño. Por lo cual, el efecto de un α grande o pequeño es totalmente parecido al efecto de incluir un gran número de observaciones o un número pequeño de ellas cuando se calcula un promedio móvil.

También se puede ver que en estas predicciones siempre se tienen en cuenta los datos reales ya que el método se encarga de hacer un ajuste de la próxima predicción con un porcentaje de error que es reciente porque es del periodo que ya ha pasado.

El error de predicción del periodo anterior se utiliza para corregir la próxima predicción en una dirección opuesta a la del error y se realizará un ajuste hasta que se corrija el error. Este procedimiento de corrección del error tiene un papel muy importante en la predicción porque si se utiliza correctamente puede usarse para desarrollar un proceso de autoajuste para poder corregir el error automáticamente.

2.2.3. Regresión: Este método proporciona información sobre cómo los factores externos están relacionados con las variaciones de la demanda, se puede encontrar la correlación entre diferentes variables y ayuda al usuario a identificar la demanda futura. Depende de las variables que existan puede ser un modelo de regresión simple, múltiple o econométrico.

Regresión lineal simple $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + U_t$

Regresión lineal múltiple $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \dots + \beta_k X_{kt} + U_t$

En el caso de la regresión lineal simple se quiere predecir por ejemplo una variable Y (ventas) y la empresa dispone de algunos datos como la variable explicativa que es X.

Este método lo que hace es desarrollar un modelo explicativo que esté relacionado con las variables Y y X.

En el caso de la regresión lineal múltiple habrá una variable para predecir Y como en el caso anterior de la regresión lineal simple y la diferencia es que habrá varias variables explicativas ($X_1, X_2, \dots, X_k$) y el objetivo de este método será encontrar una función que relacione la variable Y a todas las variables explicativas que haya en la función.

Por último, puede darse el caso de una situación donde haya que predecir más de una variable y también de querer predecir alguna de las variables explicativas. Para solucionar esto se necesitan un conjunto de ecuaciones que se resuelvan al mismo tiempo y para realizarlo se utilizaría un modelo de regresión econométrico.

En el método de regresión en general la persona que realiza la predicción es la que deberá decidir cuantas variables hay que tratar, cuál de ellas hay que predecir y cuales son explicativas para luego utilizar la función que necesite.

Dentro de estas funciones puede utilizarse la estimación de los mínimos cuadrados donde se realiza una predicción de las ventas, basándose en los datos de las ventas pasadas y teniendo en cuenta las tendencias. Con este método se puede encontrar la ecuación de una recta (que se ajusta a todos los puntos de una gráfica) con los datos de las variables. La ecuación de esta recta es: $Y = mX + b$

2.2.4. Metodología de Box-Jenkins: La idea fundamental de la metodología Box-Jenkins se construye sobre el proceso lineal general.

$$z_t = \pi_1 z_{t-1} + \pi_2 z_{t-2} + \pi_3 z_{t-3} + \dots + a_t$$

En donde el valor actual de una variable o serie temporal se expresa como una combinación lineal de todos sus valores pasados más un término de error aleatorio.

Se demuestra que el proceso lineal general también puede escribirse de esta forma.

$$z_t = a_t + \varphi_1 a_{t-1} + \varphi_2 a_{t-2} + \varphi_3 a_{t-3} + \dots$$

En donde ahora, la serie temporal aparece expresada en términos del error actual y todos los errores pasados.

Estas dos representaciones equivalentes se denominan univariantes porque solo contienen información de una serie temporal.

Este sería el punto de partida del método Box-Jenkins, las 2 representaciones equivalentes donde expresamos una serie con toda su historia pasada.

Utilizando el operador retardo $B \rightarrow Bz_t = z_{t-1} \quad B^2 z_t = z_{t-2}$ las dos representaciones pueden escribirse de esta forma:

$$\pi(B)Z_t = a_t$$

$$Z_t = \varphi(B)a_t$$

$$\text{Donde } \pi(B) = 1 - \pi_1 B - \pi_2 B^2 - \dots \quad \text{y} \quad \varphi(B) = 1 + \varphi_1 B + \varphi_2 B^2 + \dots$$

Esta notación nos permite aproximar los polinomios $\pi(B)$ y $\varphi(B)$, que incluyen infinitos parámetros.

$$\pi(B) = \frac{(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)}{(1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)}$$

$$\varphi(B) = \frac{(1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)}{(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)}$$

Y $\varphi(B)$ quedaría al revés porque es el inverso.

Al ser un modelo lineal general el operador B se utiliza para representar el modelo en términos de un polinomio y al utilizarlo como un polinomio, somos capaces de convertir este modelo que es muy general pero no operativo, en operativo que es algo que podemos manejar utilizando el cociente de polinomios. Y al seguir desarrollándolo se llega al modelo mixto ARMA (p, q).

$$z_t = \phi_1 z_{t-1} + \dots + \phi_p z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Donde ARMA significa autoregresivo de medias móviles.

Esta representación ARMA (p, q) es adecuada para series temporales estacionarias, que tiene media, varianza y autocovarianzas estables. Para series no estacionarias Box-Jenkins sugiere convertirlas en estacionarias aplicando diferencias.

La primera diferencia en una serie temporal se define como $\nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1}$

La segunda diferencia es la primera diferencia de la primera diferencia y se define como: $\nabla^2 Z_t = \nabla Z_t - \nabla Z_{t-1} = Z_t - 2Z_{t-1} - Z_{t-2}$ y así sucesivamente.

Entonces el modelo resultante para una serie no estacionaria que necesita d diferencias para ser estacionaria es el modelo ARIMA (p, d, q).

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)Z_t = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)a_t$$

Box-Jenkins propusieron una metodología para encontrar el modelo ARIMA que mejor describe una serie temporal. Esta metodología es un procedimiento iterativo en las etapas de identificación, estimación y diagnóstico. En la etapa de identificación se propone un modelo tentativo para describir la serie. Los órdenes (p, d, q) de este modelo se determinan mediante la inspección visual del gráfico temporal y los correlogramas (función de autocorrelaciones simple y función de autocorrelaciones parciales). En la etapa de estimación se estiman los parámetros por máxima verosimilitud suponiendo que los errores son gaussianos. Después en la etapa de diagnóstico se realiza un análisis exhaustivo de los residuos para encontrar posibles direcciones de mejora hasta encontrar el modelo adecuado. Finalmente el modelo se utiliza para la predicción o cualquier otro uso.

2.2.5. Redes neuronales: Este método funciona como un cerebro humano y consiste en transformar unos datos no lineales que hemos agregado previamente, en lineales para que al salir del sistema puedan ser comprensibles. Los modelos de redes neuronales aparecieron como una forma nueva de poder solucionar problemas de predicción y haciéndolo siempre más eficientemente que algunos de los métodos estadísticos. La principal ventaja del método de las redes neuronales es que es capaz de adaptarse con mucha facilidad a cualquier irregularidad que se produzca en la predicción y también que es un método prácticamente automático. (Tolmos Rodríguez-Piñero 1999)

2.2.6. Análisis de tendencias: Este método está relacionado con la regresión. Queremos ampliar la idea de mover promedios a "líneas móviles". Es decir, en lugar de tomar el promedio de los puntos, podemos encajar una línea recta a través de estos puntos y estimar el ciclo-tendencia de esa manera. La regresión local es una forma de ajustar una curva tendencia-ciclo mucho más flexible a los datos. En lugar de ajustar una línea recta a todo el conjunto de datos, ajustamos una serie de líneas rectas a la sección de los datos. Debido a que una línea recta se ajusta a los datos para estimar el ciclo de tendencias, no tenemos el mismo problema al final de la serie que el que ocurrió con los suavizadores de media móvil. Esta es la principal ventaja de usar la regresión lineal simple, que tiene sesgos más pequeños en los extremos y en áreas donde hay un comportamiento cíclico fuerte.

Este método consiste en que la empresa analice su información financiera de periodos anteriores y también información exterior del mercado, para obtener una estimación sobre sus finanzas a lo largo del tiempo y cambios que se podrán dar en el futuro, para saber cómo afectaran a la empresa y así poder tomar medidas para seguir en el mercado. Para poder aplicar el método se sugiere comparar análisis de estados financieros de ejercicios anteriores ya que esto permitirá observar de manera cronológica la tendencia de los datos presentes que se están analizando.

2.2.7. Descomposición clásica: Este método consiste en descomponer o deshacer cómo se comporta una serie de tiempo relacionado a la estacionalidad, a la tendencia y al ciclo para realizar una proyección de la demanda. Se usa la siguiente fórmula para la descomposición clásica: $x_t = T_t + S_t + a_t$

Como se ve anteriormente los métodos de suavizamiento exponencial se utilizan normalmente para predicciones a corto plazo y cuando se necesitaban grandes cantidades de predicciones, como el nivel de operación de una empresa. Sin embargo, para los métodos de descomposición se requieren más cálculos.

Los métodos de descomposición no tienen por qué ser clásicos también, pueden asumir un modelo aditivo o multiplicativo y pueden ser de diversas formas. Por ejemplo, en el caso de un modelo multiplicativo la fórmula será multiplicada en vez de sumas. $x_t = T_t \times S_t \times a_t$

Los métodos de descomposición de los promedios simples y la relación a la tendencia se utilizaron en el pasado principalmente debido a su gran simplicidad informática. Con la introducción de nuevos ordenadores estos métodos, se han ido mejorado y modificado, pero todavía forman el bloque de la mayoría de los algoritmos de descomposición.

2.2.8. Simulación: Este método consiste en realizar operaciones matemáticas para calcular la probabilidad de una utilidad o de una pérdida, seleccionando el valor de las entradas controlables. La simulación puede definirse como un procedimiento general de estudio del comportamiento de un fenómeno que es real y este método suele utilizarse sobre todo, en nuevos productos evaluando la probabilidad de que salga rentable lanzar el nuevo producto y la probabilidad de que no.

Lo que se hace es crear modelos para poder simular las situaciones del mercado y de marketing con las que se enfrenta una empresa, entonces se cambian las variables específicas y se hace una predicción de como reaccionarán las demás variables a estos cambios. Un desarrollo que se da en el modelo de simulación, es el concepto de un modelo que predice el periodo inmediatamente próximo y que continua desplazándose en los periodos siguientes, y así se ira desplazando por el tiempo prediciendo el siguiente periodo.

3. PROGRAMAS ESTADÍSTICOS PARA LA PREDICCIÓN DE VENTAS

3.1 EXCEL

Excel es uno de los programas que pueden ser utilizados como software de previsión principalmente de métodos sencillos y populares como el alisado exponencial o la regresión. Tiene una herramienta llamada análisis de datos donde después de haber metido todos tus datos y variables en el programa, tienes la opción de conseguir predicciones. Si queremos realizar métodos de predicción más complejos como Box-Jenkins necesitaríamos buscar otro software.

3.2 R

R es un lenguaje de programación con un enfoque directo al análisis estadístico. Se trata de uno de los programas más utilizados en estos momentos por toda la comunidad estadística, siendo también muy popular en otros ámbitos como la investigación biomédica o bioinformática. Este éxito es gracias a la posibilidad que tiene de cargar diferentes cálculos y gráficas. (Kleiber et al. 2008)

Como veremos en los siguientes apartados, el programa R está preparado para realizar métodos más complejos de predicción que Excel y por eso tiene tanta relevancia y éxito entre las empresas. Una de las mejoras respecto al Excel, es que en vez de darte la predicción puntual, R te da el intervalo de confianza también.

4. APLICACIONES EMPÍRICAS

En este apartado vamos a demostrar de forma práctica una predicción de ventas realizada con distintos métodos cuantitativos que hemos explicado de forma teórica anteriormente y como se resuelven con distintos softwares.

4.1. APLICACIÓN EMPÍRICA EN EXCEL

4.1.1. Método de regresión en Excel.

Para demostrar alguna de las técnicas de predicción de ventas de forma práctica y numérica con métodos matemáticos, hemos realizado una aplicación empírica en Excel donde tenemos un modelo de regresión lineal múltiple que sería $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \dots + \beta_{12} X_{12t} + U_t$

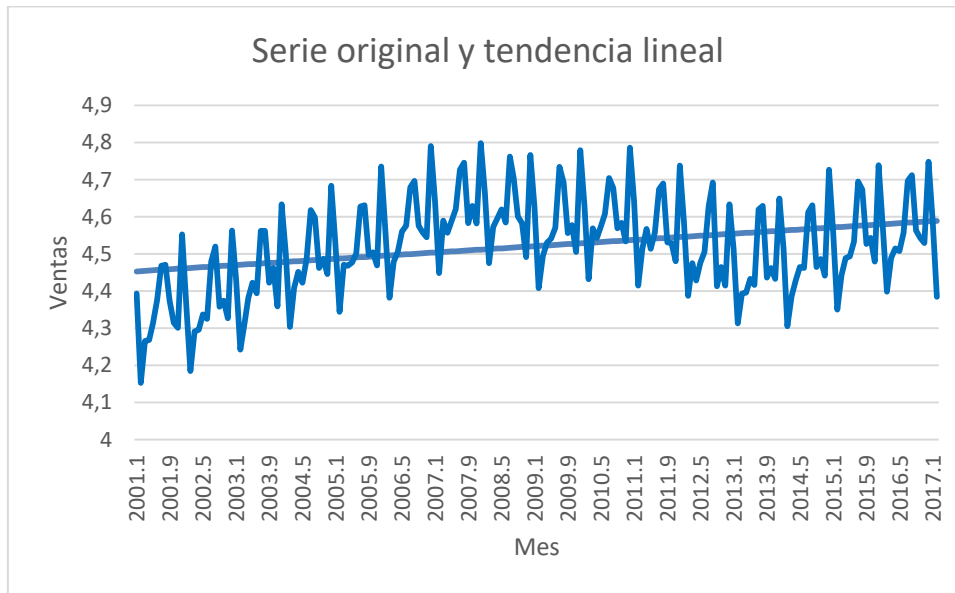
En nuestro caso la variable Y es la que se quiere predecir y serán las ventas, ya que para resolverlo hemos usado los datos del índice de ventas al por menor sacados de la página del ICANE desde enero del 2001 hasta el mes de febrero del 2017.

Se trata de un análisis univariante donde las variables explicativas serán los meses del año de enero a febrero. La variable X_2 es el tiempo y será la variable de tendencia que tomará valores desde 1 hasta el número de observaciones que haya. El resto de variables serán las variables ficticias que representan a los meses y tendrán un valor de 1 o 0 según se encuentren en ese mes o no y en el caso de diciembre será -1.

Cuando tienes todos estos datos ya organizados, habría que hacer un análisis de datos y de ahí sacar los gráficos de la tendencia, del componente estacional y del componente cíclico e irregular.

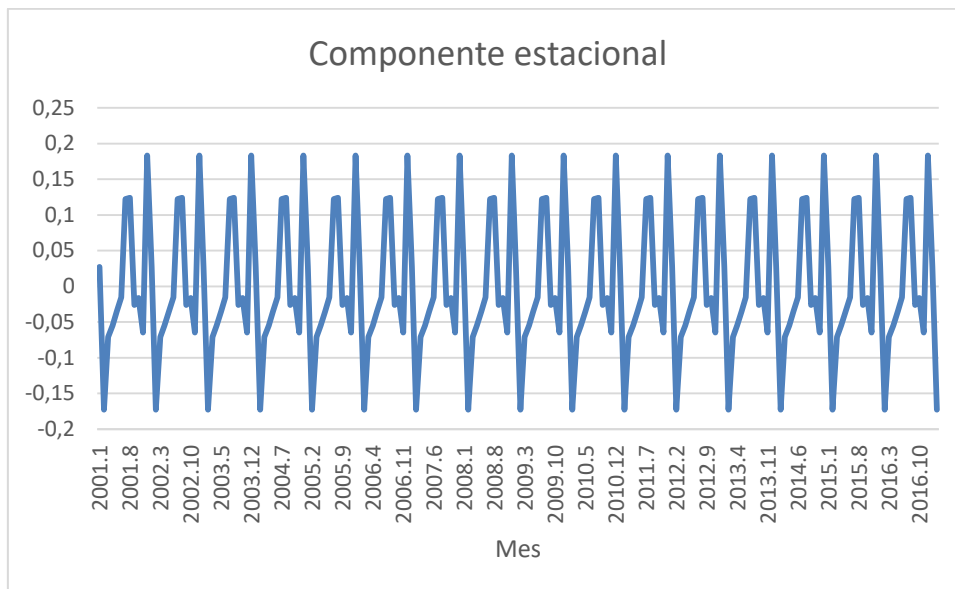
El gráfico de la tendencia representa todo lo que cambia y en nuestro caso es una línea recta ya que la tendencia es lineal y la predicción consiste en remover la tendencia a largo plazo.

Figura 4.1.1: Gráfico de la tendencia en regresión.



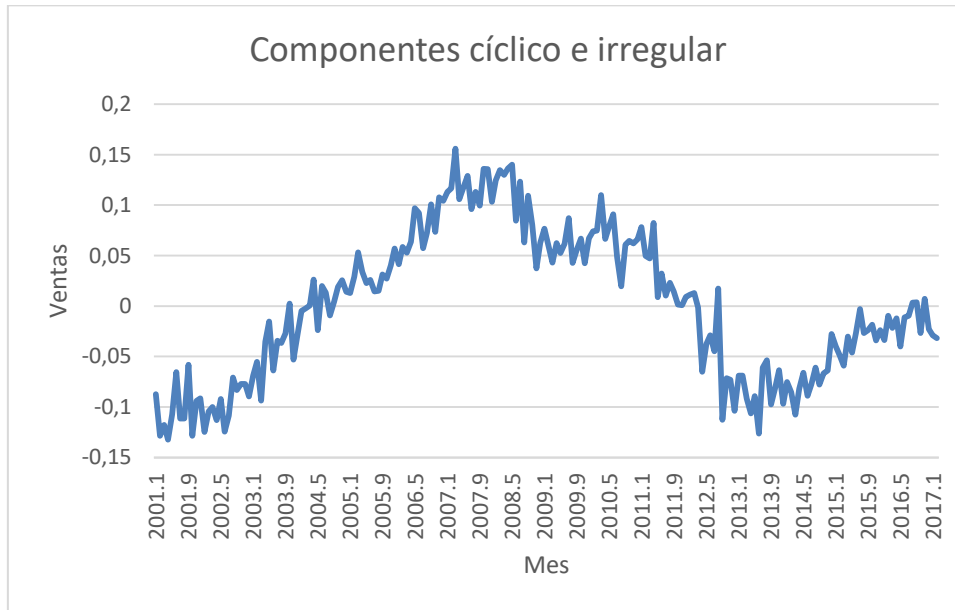
El gráfico de la estacionalidad se da en las series de tiempo que tienen datos estacionarios que son patrones de tendencia que se dan en el tiempo. En nuestro caso representa los picos de ventas que son periódicos y se dan en la época de Navidad durante todos los años, ya que en el mes de diciembre hay un incremento de las ventas periódico y luego en el mes de enero siempre se da una caída o declinación de las ventas.

Figura 4.1.2: Gráfico del componente estacional en regresión.



El gráfico del componente cíclico o irregular representa el residuo ya que en nuestro caso estas capturando la tendencia creciente que es en línea recta, al ser una tendencia lineal y luego esta decrece y vuelve a cambiar.

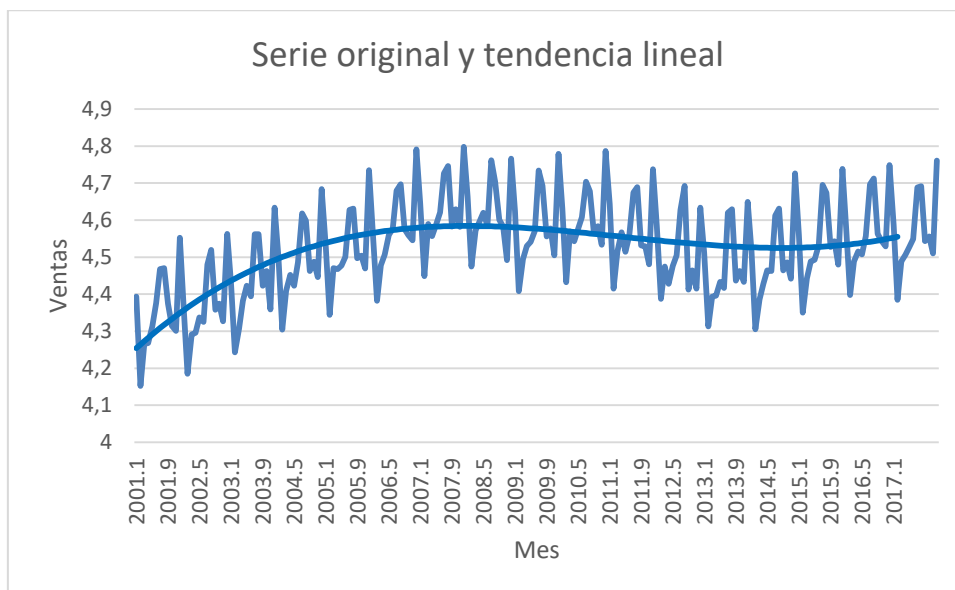
Figura 4.1.3: Gráfico del componente irregular en regresión.



Después, nos hemos planteado cambiar la tendencia lineal por una que sea cuadrática, que es en forma de curva cóncava o convexa.

Para ello sacaríamos t_2 , que sería la tendencia que tenemos pero elevada al cuadrado y otra tendencia de orden más alto t_3 , que sería al cubo y te permite tener un cambio o punto de inflexión. Ahora entonces la nueva tendencia sería lineal cuadrática y cubica. Y en los nuevos gráficos se pueden observar los cambios ya que ahora no sería una línea recta la tendencia si no una curva.

Figura 4.1.4: Gráfico de la tendencia cuadrática en regresión.



En este caso tenemos un modelo de regresión lineal $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \dots + \beta_{12} X_{12t} + U_t$,

donde las variables explicativas van a ser: X_{1t} será t, X_{2t} va a ser t al cuadrado, X_{3t} va a ser t al cubo y resto que son las X_j va a ser la dmi que se define por $d_{jt} - d_{12t}$

En estos dos casos que hemos puesto en práctica la regresión para realizar las predicciones solo tendríamos que alargar los datos desde febrero de 2017 hasta diciembre y te saldría la previsión, ya que las variables que hemos utilizado son conocidas al ser funciones del índice t y saldrán los valores futuros.

La ventaja que tiene esta representación como hemos visto, es que las variables explicativas son conocidas y la predicción será muy sencilla de realizar. Y el inconveniente que tiene la representación es, que al ser las variables explicativas conocidas, son deterministas. Lo que significa que en la estacionalidad las caídas serán siempre iguales y al aumentar, los picos también serán siempre iguales. Otro inconveniente es que la tendencia es muy suave porque las funciones matemáticas que hemos utilizado son muy sencillas.

4.1.2. Método de alisado exponencial o Holt-Winters en Excel.

Para representar el alisado exponencial vamos a utilizar el método de Holt-Winters, que es una extensión de este método ya descrito anteriormente. Se trata de una ecuación que se va calculando en cada instante t, en función de los instantes previos. Este método se aplica también como los anteriores cuando se presentan patrones de tendencia y de estacionalidad. En este método se calculan los componentes de nivel, la pendiente, la tendencia y la estacionalidad dando una ponderación mayor a las observaciones que son más recientes y menor ponderación a las observaciones que sean más antiguas.

Para poner en práctica el método de Holt-Winters que es un método de predicción del tipo de alisado exponencial, tenemos una variable y un conjunto de datos aleatorios y necesitamos unas condiciones iniciales que puede ser 0, los últimos datos o la media, hay varias posibilidades. .Esto en lugar de ajustar una línea completamente horizontal va a ir cambiando. Para sacar esta condición inicial podríamos hacer una regresión y en nuestro caso, estas condiciones iniciales serían el componente estacional, el nivel y la pendiente del año 2000 que es nuestro año anterior ya que nuestros datos empiezan en el 2001.

Para suavizar la variable nos hace falta una ponderación o peso que se encuentre entre los valores 0 y 1. De forma arbitraria se suele elegir el valor 0,8 o si no el peso se puede basar en la costumbre o en realizar una estimación para encontrar el valor del peso. Las ponderaciones tienen que sumar 1. Si la ponderación es uno saldría una línea recta, determinista. Cuanto más cercano a 1 es la ponderación, es más determinista y si la ponderación es 0 se tratará de la misma serie. (Makridakis et al. 1998)

El punto de partida sería entonces el alisado exponencial simple y la idea es que con los datos que tengo quiero suavizar mi serie, lo que consiste en hacer una línea que pase por todos los datos, una línea más suave que diga cómo evolucionan los datos.

$$S_n = (1 - \omega)Y_n + \omega S_{n-1}$$

El método puede aplicarse todas las veces que queramos, si ya he suavizado una vez la variable Y, realizaría ahora un alisado exponencial doble que consiste en volver a suavizar pero en vez de la variable Y suavizas la variable anterior.

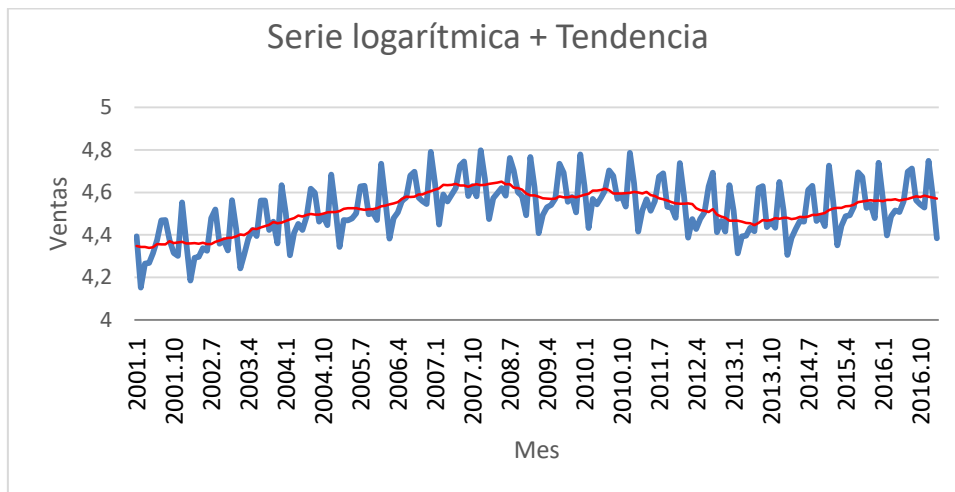
$$S_n^{(2)} = (1 - \omega)S_n^{(1)} + \omega S_n^{(2)}$$

En la aplicación empírica del modelo Holt-Winters la idea es ir realizando unas fórmulas para calcular el nivel, la pendiente y el indicador estacional para poder realizar luego los gráficos.

El nivel es la línea roja por donde se sitúa la variable, para obtenerlo suavizamos la serie temporal pero sin la estacionalidad. $\alpha_t = (1 - \omega_1)(Y_t - S_{t-12}) + \omega_1(\alpha_{t-1} + \beta_{t-1})$

Como hemos dicho anteriormente, al suavizar la idea es que la línea pase por todos los datos y que no sea determinista.

Figura 4.1.5: Gráfico de la tendencia en Holt-Winters.

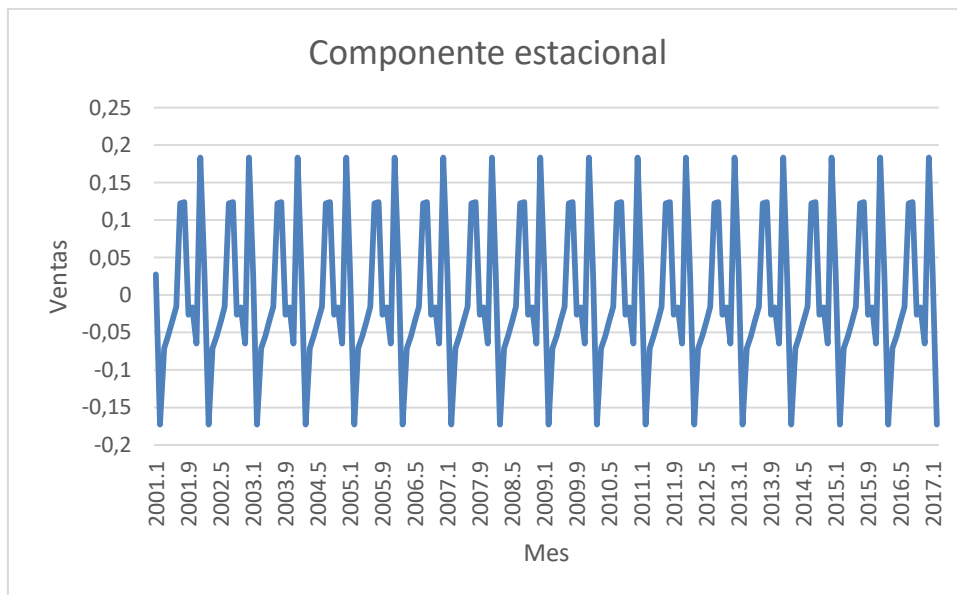


La pendiente puede realizarse con la idea del alisado exponencial teniendo la pendiente del año o instante anterior o como hemos hecho en nuestro caso, estimamos la pendiente con el cambio de nivel que se produce.

$$\beta_t = (1 - \omega_2)(\alpha_t - \alpha_{t-1}) + \omega_2 \beta_{t-1}$$

Y luego tendríamos el indicador estacional que es lo que falta y para suavizarlo habría que hacer lo contrario y al dato quitarle la línea roja. $S_t = (1 - \omega_3)(Y_t - \alpha_t) + \omega_3 S_{t-12}$

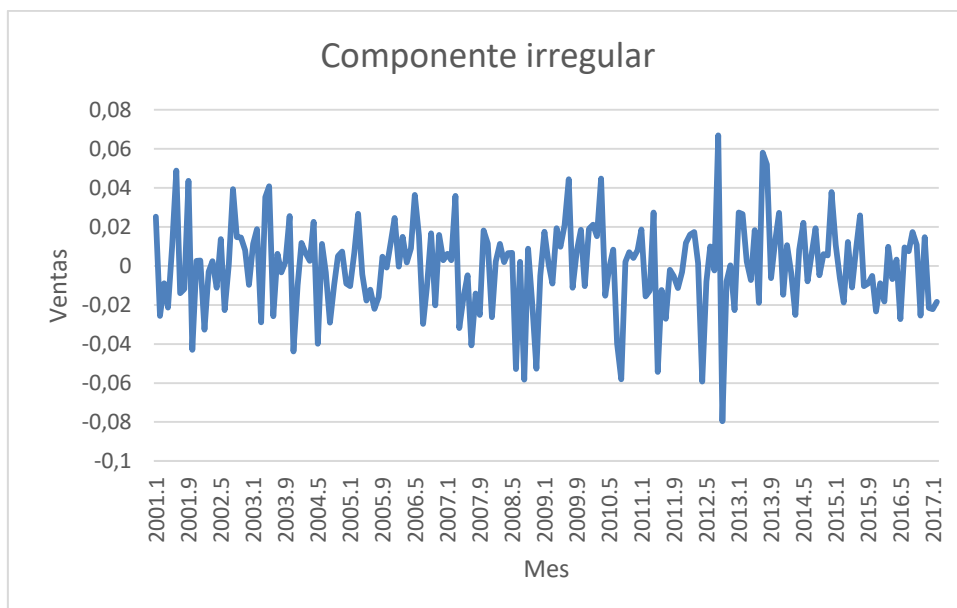
Figura 4.1.6: Gráfico del componente estacional en Holt-Winters.



Al realizar todas estas operaciones en lugar de tener una línea recta fija como en otros métodos de predicción, la recta va cambiando y solo nos quedamos con la ordenada, la pendiente y la estacionalidad en t , a partir de ahí ya podemos predecir los siguientes meses.

Al igual que en la regresión también tendríamos un componente irregular que es el residuo o lo que sobra.

Figura 4.1.7: Gráfico del componente irregular en Holt-Winters.



4.2. APLICACIÓN EMPÍRICA EN R

4.2.1. Método de Holt-Winters en R.

En este caso vamos a realizar una predicción de ventas con el programa R y el método de Holt-Winters, y para ello utilizaremos los mismos datos que hemos utilizado anteriormente en Excel, el índice de ventas al por menor desde enero del 2001 hasta el mes de febrero del 2017.

Figura 4.2.1: Script del método Holt-Winters en R.

```

1 # install.packages("forecast")
2 td <- read.table("ICPM.txt",dec = ",",header=TRUE)
3 ICPM <- ts(td$ICPM,start = c(2001,1),frequency = 12)
4 plot(ICPM)
5 hwICPM <- Holtwinters(ICPM,seasonal = "additive")
6 plot(hwICPM)
7 plot(hwICPM$fitted)
8 foreICPM <- forecast::forecast.Holtwinters(hwICPM)
9 plot(foreICPM)

```

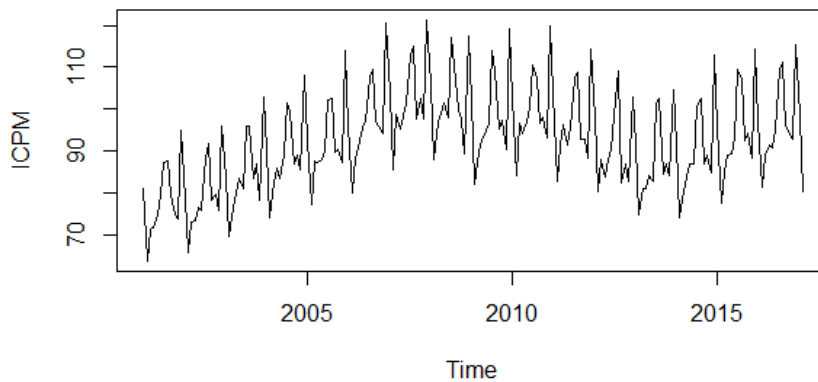
Para empezar se tiene un pequeño o script o pantalla donde aparecen todos los comandos que vas metiendo al programa para luego ejecutarlos. Nuestro script constaría de 8 comandos que son los siguientes:

1º En primer lugar se realiza una lectura de los datos y se guardan en una tabla de datos llamada td que tendrá 194 observaciones. Como R está preparado para hacer análisis estadísticos amplios con más variables, tienes una tabla de datos y lo que hace la función es leerla y guardarla en memoria para tener ahí todas las tablas de datos que tengas.

2º Después transformamos nuestra variable ICPM que se encuentra en la tabla de datos y son todas las observaciones, en una serie temporal que empieza en el 2001 y es mensual.

3º Generamos el gráfico de ICPM, con el comando plot que sirve para realizar gráficos.

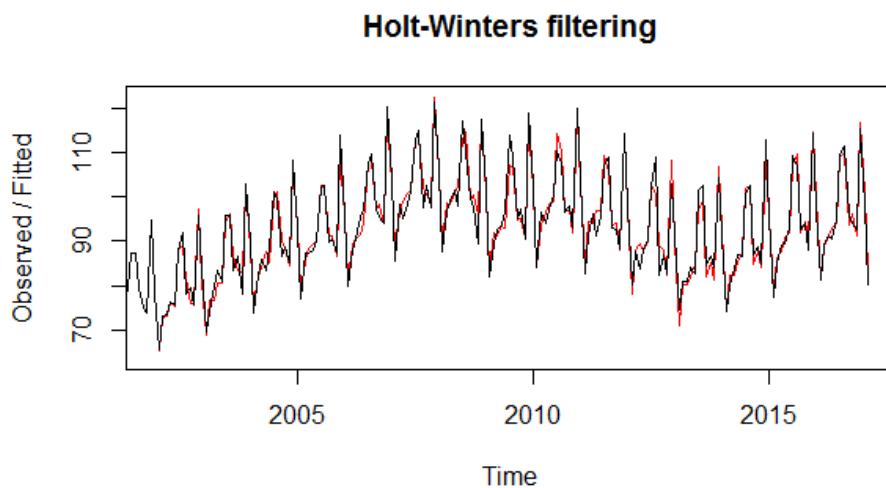
Figura 4.2.2: Gráfico ICPM



4º Ahora llamamos a la función Holt-Winters para que utilice este método con nuestra serie temporal ICPM. Y decimos que es un método aditivo.

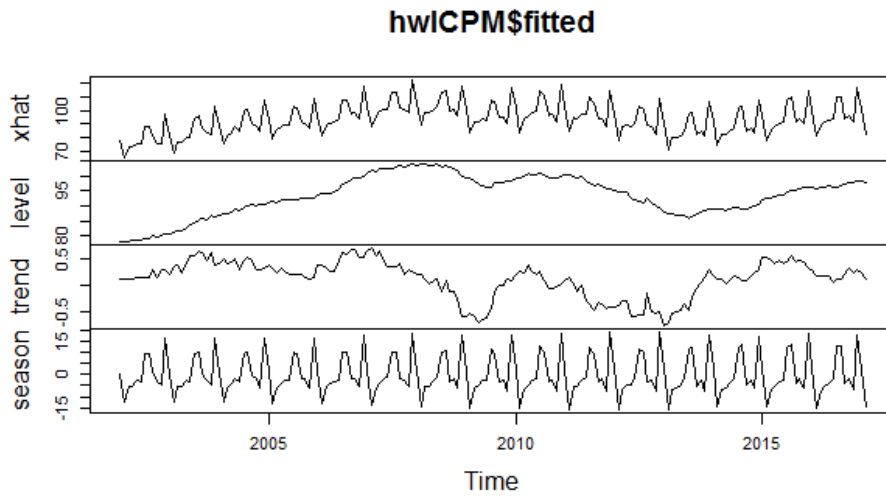
5º Generamos el gráfico o plot que represente el método Holt-Winters.

Figura 4.2.3: Gráfico Holt-Winters en R.



6º Generamos otro gráfico del método Holt-Winters, pero este con todos los componentes como la estacionalidad, el nivel y la tendencia.

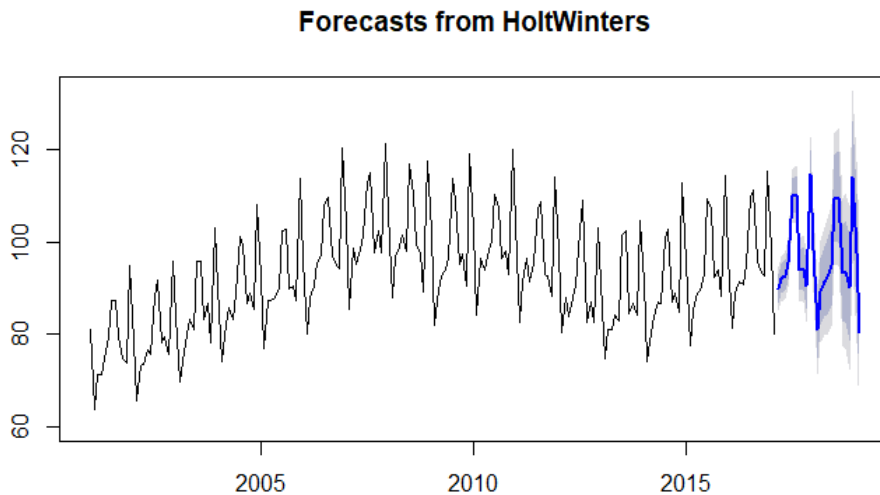
Figura 4.2.4: Gráfico Holt-Winters con componentes estacionalidad, nivel y tendencia.



7º Realizamos la predicción de ventas con el método Holt-Winters, que es el que estamos utilizando.

8º Generamos el gráfico de la predicción.

Figura 4.2.5: Gráfico de la predicción con Holt-Winters.



Como se puede ver, en color azul tendríamos la predicción de ventas de los años siguientes.

4.2.2. Método de Box-Jenkins en R.

Ahora vamos a realizar la predicción con el programa R, pero utilizando el método de Box-Jenkins. Como en los casos anteriores los datos que utilizamos son los mismos. En este caso los comandos que utilizamos son los siguientes:

Figura 4.2.6: Script del método Box-Jenkins en R.

```

12 library("forecast")
13
14 cargarst <- function(file,header = TRUE,sep=" ",dec=".",col=1){
15   # cargar serie temporal
16   # file <- fichero ASCII, nombre de la variable z_a?o_mes_12 o z_a?o_trimestre_4
17   td <- read.table(file,header=header,sep=sep,dec=dec)
18   texto <- colnames(td)
19   v <- strsplit(texto[1],"_")
20   v <- unlist(v)
21   if (length(v)!=4)
22     stop("nombre de variable no v?lido")
23   fecha <- c(as.numeric(v[2]),as.numeric(v[3]))
24   frec <- as.numeric(v[4])
25   z <- ts(td[,col],start = fecha,frequency = frec)
26   return(z)
27 }
28
29 # Cargamos los datos
30 Z <- cargarst("ICPM.txt",dec = ",");
31 s <- frequency(Z)
32
33 # Identificaci?n preliminar de (p,d,q)(P,D,Q)s
34
35
36 # layout(matrix(c(1,1,2,3), 2, 2, byrow = TRUE))
37 # plot(Z)
38 # acf(Z,lag.max = 3*s+3,main="")
39 # acf(Z,lag.max = 3*s+3,main="",type="p")
40 tsdisplay(Z,lag.max = 3*s+3)
41
42 if(T){
43   z <- log(Z)
44   tsdisplay(z,lag.max = 3*s+3)
45 } else {
46   z <- Z
47 }
48
49 |
50 dz <- diff(z)
51 tsdisplay(dz,lag.max = 3*s+3)
52
53 dz <- diff(z,lag=s)
54 tsdisplay(dz,lag.max = 3*s+3)
55
56 dbz <- diff(dz)
57 tsdisplay(dbz,lag.max = 3*s+3)
58
59 # test H0:mu=0 vs H1:mu!=0
60
61 t.test(dbz)
62
63 #m <- mean(dbg)
64 #sm <- sd(dbg)/sqrt(length(dbg))
65 #tm <- m/sm
66
67 # Modelo tentativo: ARIMA(2,1,1)(2,1,1)12 sin t?rmino constante
68
69 modz <- arima(log(Z),order=c(2,1,1),seasonal = list(order=c(2,1,1),period=s))
70
71 print(modz)
72
73 a <- modz$residuals
74 tsdisplay(a,lag.max = 3*s+3)
75
76 #zhat <- predict(modz,n.ahead = 12)
77 forecast.Arima(modz)

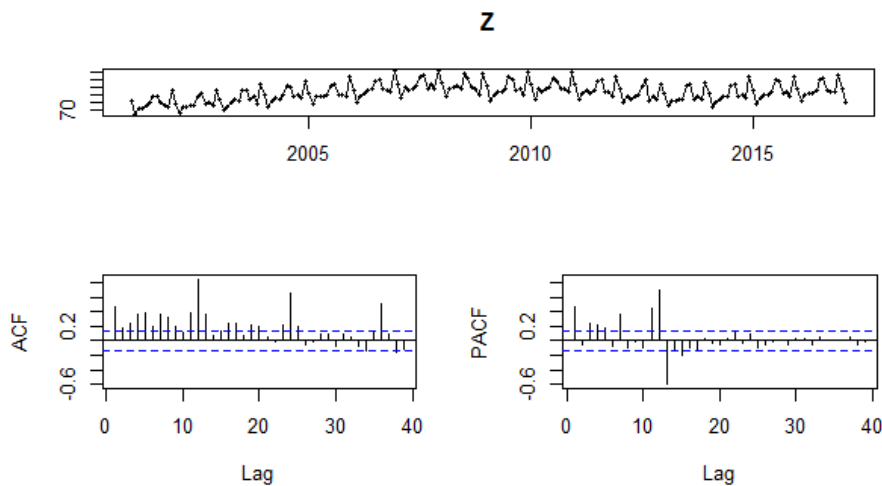
```

1º En primer lugar, igual que con el anterior método, se realiza una lectura de los datos y se guardan en una tabla de datos llamada *td* que tendrá 194 observaciones también.

2º Después se carga la serie temporal para poder realizar una identificación preliminar de los órdenes *p*, *d*, *q*.

3º Generamos el gráfico de *z*, que es la serie original sin logaritmo ni nada.

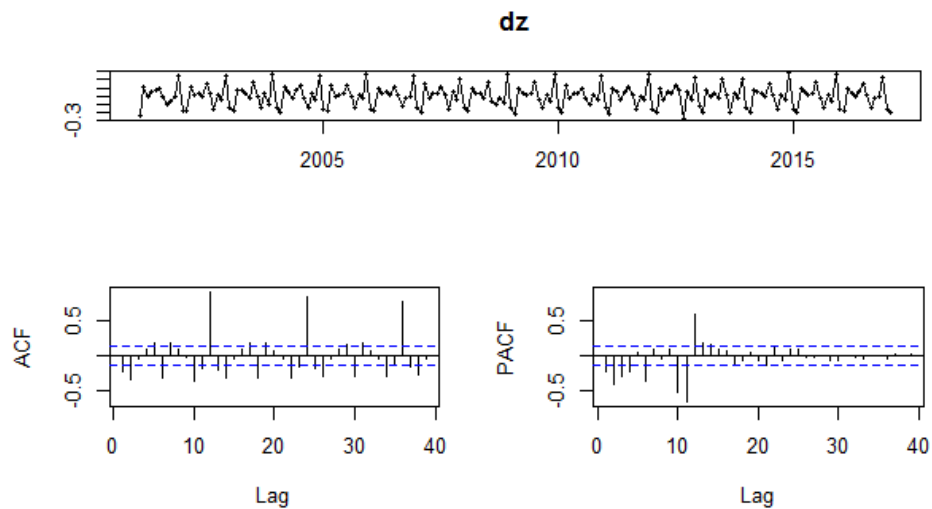
Figura 4.2.7: Gráfico de *z*, serie original.



En la metodología Box-Jenkins para poder utilizar un modelo ARMA necesitamos la idea de estacionariedad o momentos estables, lo que significa que la varianza sea estable, para ello hay que tomar logaritmo. Si al aplicar la serie logarítmica desaparece el problema y se consigue que la varianza local sea estable, se da la homocedasticidad. Y ahora el problema que tenemos sería que la media cambia, lo que se denomina no estacionariedad. Para ello, hay que tomar una primera diferencia y conseguir que la media sea estable, pero la serie seguirá teniendo picos de estacionalidad en navidad por ejemplo que es cuando más se vende. La estacionalidad se elimina con una diferencia estacional entonces tendríamos un modelo ARIMA. Todo esto lo vamos a realizar en los siguientes pasos.

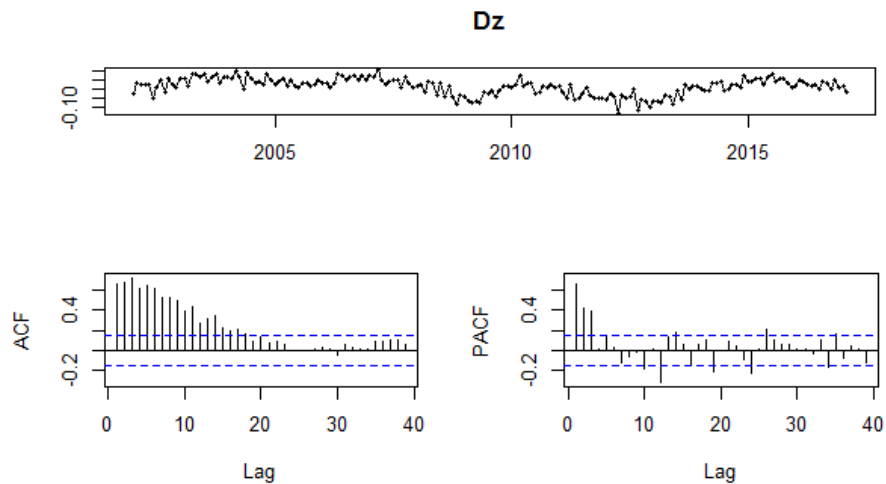
4º Aplicamos la primera diferencia que siempre se aplica en los modelos ARIMA, que es la diferencia regular.

Figura 4.2.8: Gráfico de la primera diferencia, dz.



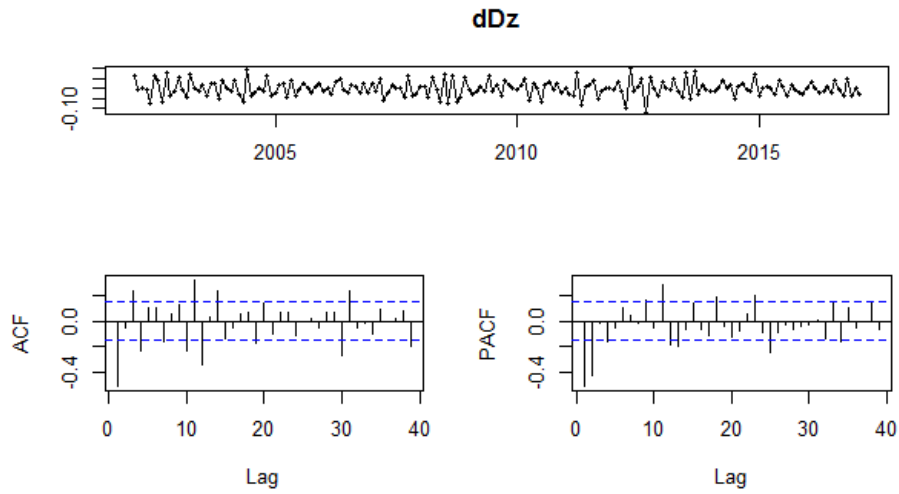
5º Ahora tenemos que ver si la serie es heterocedastica o homocedastica, es decir si la varianza es estable o no. En nuestra serie podemos ver que la varianza aproximada es estable. Pero vemos en la función que tiene estacionalidad en los meses 12, 24 y 36, estas correlaciones simples indican que hay que aplicar una diferencia estacional llamada Dz.

Figura 4.2.9: Gráfico de la diferencia estacional, Dz.



6º Con el comando plot generamos el gráfico con las dos diferencias aplicadas.

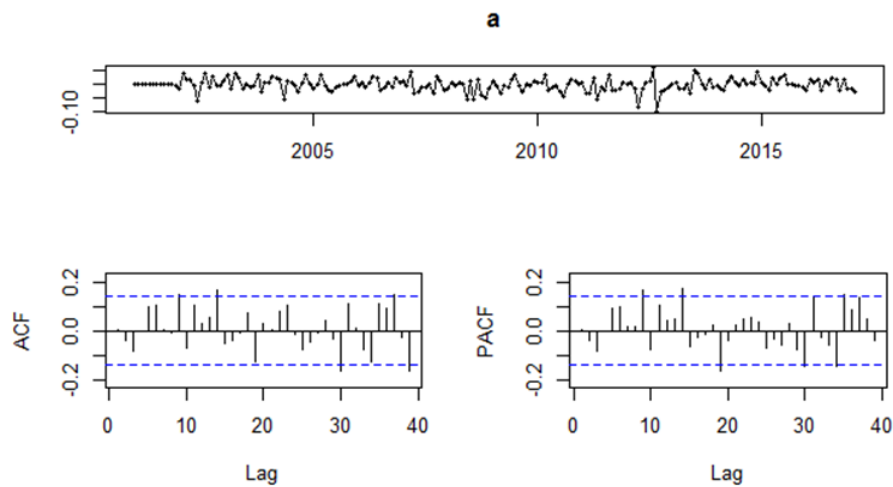
Figura 4.2.10: Gráfico de las dos diferencias, dDz.



Aquí podemos observar como al haber aplicado una diferencia de cada tipo porque había tendencia y estacionalidad, conseguimos una serie estacionaria identificado por una ACF y por una PACF.

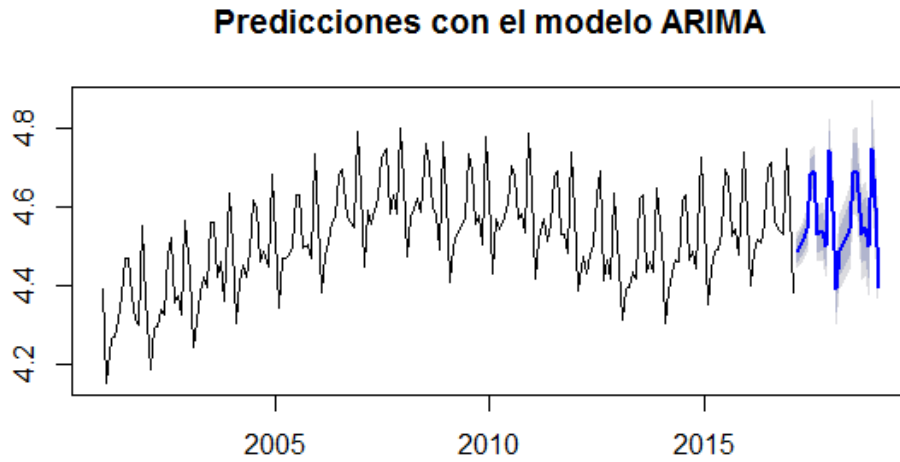
7º Hemos conseguido estimar un modelo y lo importante es llegar a unos residuos donde tú no veas que tienes una dependencia, porque los residuos tienen que ser ruido blanco, que significa que no puedes mejorar la predicción a partir de ellos, no se pueden mejorar los errores.

Figura 4.2.11: Gráfico de los residuos.



8º Por último, generamos el gráfico de las predicciones.

Figura 4.2.12: Gráfico de la predicción con el modelo ARIMA.



Estos son todos los pasos que se siguen para realizar la predicción de Box-Jenkins en R y la ecuación de mi modelo será:

$$(1 + 0.82B + 0.46B^2)(1 - 0.07B^{12} + 0.10B^{24})\sigma_{12}\log(z_t) = (1 + 0.14B)(1 - 0.84B^{12})a_t$$

5. CONCLUSIONES

Mediante este proyecto fin de grado se expone como la predicción de ventas está llegando a formar parte de la vida de las empresas, gracias a que los métodos de predicción se están dando a conocer cada vez más. Una de las consecuencias de este incremento en el uso de las técnicas es la fácil interacción con los softwares que se utilizan para realizar las predicciones de ventas.

Como hemos explicado anteriormente, para realizar una perfecta predicción de ventas deben utilizarse métodos cualitativos que estén respaldados y apoyados por métodos cuantitativos y sean una combinación de ambos.

Para poder hacer uso de los métodos cuantitativos, necesitaremos algún software que nos ayude a llegar a un resultado y los más acertados son: Excel cuando se trata de métodos simples y el software R siempre que se trate de métodos cuantitativos complejos.

Podemos decir después de haber hecho aplicaciones empíricas con los dos softwares, que son esenciales a la hora de realizar una predicción y que cuanto más sencillos sean de utilizar, como hemos podido ver, las empresas los irán incorporando cada vez más en su trabajo gracias a la gran importancia que tiene el realizar una predicción de ventas.

En conclusión, con la realización de este Trabajo Fin de Grado se considera logrado el objetivo propuesto de aportar los conocimientos fundamentales necesarios para entender la utilización de los métodos cuantitativos y la importancia real que tiene la predicción de ventas en las empresas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Anon, Inflation Expectations - Google Libros. Available at:
<https://books.google.es/books?id=rrmLAGAAQBAJ&pg=PA240&lpg=PA240&dq=fregert+y+jonung+2005&source=bl&ots=lxRcJrqlbR&sig=eonX5dGTD0BgTaq293WF49sTZ64&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjTxdX9-LUAhWDORoKHaUzDagQ6AEIJTAA#v=onepage&q=fregert+y+jonung+2005&f=false> [Accessed June 29, 2017].
- Aronsson, H. & Jonsson, R., 2008. Forecasting.
- Armstrong, J. S. (2003). Principles of Forecasting - A Handbook for Researchers and Practitioners. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- Kleiber, C., Zeileis, A. & Zeileis, A., 2008. *Applied econometrics with R* 1ra ed., Springer.
- Makridakis, S. & Hibon, M., 2000. The M3-Competition: results, conclusions and implications. *International Journal of Forecasting*, 16(4), pp.451–476.
- Makridakis, S.G., Wheelwright, S.C. & Hyndman, R.J., 1998. *Forecasting : methods and applications*, John Wiley & Sons.
- Mccarthy, T.M. et al., 2006. The evolution of sales forecasting management: A 20-year longitudinal study of forecasting practices. *Journal of Forecasting*, 25(5), pp.303–324.
- Mentzer, J.T. & Moon, M.A., 2005. *Sales forecasting management : a demand management approach*, Sage Publications.
- Moon, M. a. & Mentzer, J.T., 1999. Improving salesforce forecasting. *Journal of Business Forecasting Methods & Systems.*, 18(2), pp.7–12.
- Tolmos Rodríguez-Piñero, P., 1999. Qué son las redes neuronales. *Studia carande: Revista de ciencias sociales y jurídicas*, (4), pp.377–398. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=195773>.