

Trabajo No 1 de Estadística III

Análisis de Series de Tiempo: Ajuste de Tendencia y Estacionalidad

Fecha de entrega: 29 de septiembre de 2023, desde las 00:00 horas hasta las 8:00 horas

Índice

1. Objetivos del Trabajo	1
2. Puntos a Desarrollar	1
3. Guías de Programación en R	5
4. Asignación a los Grupos de Trabajo	6
Apéndice	9
A. Grupos de Trabajo	9
B. Instrucciones para Leer y Graficar La Serie Asignada	11
C. Cómo Exportar Algunos Resultados a Archivos .csv	12
C.1. Tabla de parámetros estimados y de pronósticos de modelos ajustados con función R <code>lm()</code>	12
C.2. Tabla de parámetros estimados de modelos ajustados con la función de usuario <code>regexponencial()</code> . . .	13
C.3. Tablas pronósticos de modelos ajustados con <code>SuavizamientoEstacional()</code> y <code>Descomp.Loess()</code> . . .	14

1. Objetivos del Trabajo

1. Ajustar modelos globales basados en la descomposición por regresión, usando la estrategia de validación cruzada.
2. Aplicar técnicas de ajuste local conforme a los patrones de la serie, también usando la estrategia de validación cruzada.
3. Seleccionar el mejor modelo entre todos los formulados, teniendo en cuenta los diagnósticos de residuos, calidad de pronósticos ex-post y calidad de los ajustes.

2. Puntos a Desarrollar

La presentación de la solución de los puntos a desarrollar y que se enuncian a continuación, deberá acomodarse al formato y al contenido de Secciones descrito en la plantilla de los trabajos del curso (descargar de Moodle el archivo *PlantillaTrabajosv04.docx*), **máximo número de páginas, 13.**

1. Introducción. Las series asignadas son construidas y publicadas por el DANE, y por tanto, deberá presentar en esta introducción una investigación sobre el estudio u encuesta de la cual se deriva la serie y sobre el dominio o clasificación asociado a esa serie. Lea en el archivo .csv en el cual están los datos asignados (ver Tabla 1), la información en los primeros renglones y consulte en detalle en la página web del DANE. Las series asignadas corresponden a índices construidos con base en la información de la “ Encuesta Mensual de Comercio - EMC”. Defina la variable asociada a la serie, su unidad de medida, su construcción e interpretación de sus cifras, períodos observados, frecuencia de observación, total de observaciones y fuente de los datos. Para resolver lo anterior, siga lo siguiente:

Cuestiones a resolver en esta introducción: En el desarrollo de la introducción deberá dar respuesta a las siguientes cuestiones, no olvide que debe hacer citas bibliográficas directas para las diferentes definiciones e ideas que presente,

- *Según DANE ¿qué se entiende por comercio al por menor y en cuántas y cuáles líneas clasifica las mercancías?, ¿Qué son ventas nominales y cuál es su diferencia con respecto a las ventas reales?*
- *¿Qué es la Encuesta Mensual de Comercio, cuáles variables estudia y qué indicadores se construyen con base en esta encuesta?, ¿Cuál es la población objetivo de esta encuesta? (es decir, las características de la población de establecimientos comerciales que definen el marco muestral de la encuesta).*
- *Definición del subdominio, clase o línea de mercancía relacionada a la serie asignada, de acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas, Revisión 4 adaptada para Colombia (CIIU REV.4 A.C)*
- *¿Qué son números índices y qué tipos de números índices existen? ¿Cuál es la ecuación que el DANE usa para el cálculo del número índice que le fue asignado? no solo dé la ecuación, también explique las variables que involucra. Además, ejemplifique con el valor de la serie en una fecha dada, cómo se interpretan los valores del índice asignado.*
- *La descripción de los datos en la base de datos menciona que el índice es empalmado, por tanto debe explicar qué es el empalme y por qué se realiza.*

2. Análisis descriptivo de la serie y modelos propuestos:

- a) Análisis descriptivo: Presente y analice la gráfica de la serie en términos de los patrones observables y argumente por qué las componentes de la serie son aditivas o multiplicativas (ver en la Tabla 2 de esta guía, donde se indica para las series asignadas, la tipología identificada en cada caso); use filtros apropiados para la descomposición apropiada (aditiva o multiplicativa) pero extraiga sólo la componente de tendencia en la escala en la cual resulta apropiado el análisis. Realice y analice también el gráfico de boxplots comparativos de la distribución de la serie versus períodos del año calendario y el periodograma, identificando con este último en cuáles frecuencias pudiera existir alguna componente periódica y justifique por qué existe componente estacional y si su forma es constante o no en el tiempo. Dé también una conclusión preliminar sobre si la tendencia se puede ajustar globalmente o si es local. Considere además en el análisis la identificación de posibles ciclos y cambios estructurales. Interprete considerando la naturaleza de los datos. Proporcione posibles ecuaciones para la modelación global de las componentes de la serie y recuerde que si la serie es

multiplicativa primero se formulan las ecuaciones para las componentes en la escala logaritmo natural y luego, exponenciando, se construye las ecuaciones de las componentes de la serie en su escala original.

Nota 1: Si la serie es de componentes multiplicativas analice sólo la tendencia de la descomposición aditiva del logaritmo natural de la serie, así mismo realice los boxplots y periodograma sólo para los datos transformados.

Nota 2: En el caso aditivo realice la gráfica de la componente de tendencia, así:

```
Tt=decompose(serie)$trend
plot(Tt,ylim=c(min(serie),max(serie)))
```

En el caso multiplicativo realice la gráfica de la tendencia del logaritmo de la serie así:

```
Tt.log=decompose(log(serie))$trend
plot(Tt.log,ylim=c(min(log(serie)),max(log(serie))))
```

En los dos ejemplos anteriores, el objeto **serie** es el objeto `ts()` creado en R con los datos asignados, con formato de serie de tiempo. Tenga presente, que el objetivo es tratar de representar la tendencia con una curva suave (tanto como sea posible aún en presencia de patrones cíclicos y cambios por intervenciones).

b) Modelos propuestos: A todos los grupos de trabajo les ha sido asignada una serie de tiempo (Ver Tabla 1), para la cual deberán considerar dos modelos globales y dos locales (ver Tabla 2), así,

- **Si la serie es aditiva, Modelo 1:** será el modelo polinomial estacional con el polinomio de menor orden polinomial; **Modelo 2:** el modelo polinomial estacional con el polinomio de mayor orden polinomial; **Modelo 3:** el asociado al suavizamiento exponencial Holt-Winters aditivo; **Modelo 4:** el asociado a la combinación del filtro de la descomposición aditiva con la regresión loess que se le indica en la Tabla 2.
- **Si la serie es multiplicativa, Modelo 1:** será el modelo log polinomial estacional; **Modelo 2:** el modelo exponencial - polinomial estacional; **Modelo 3:** el asociado al suavizamiento exponencial Holt-Winters multiplicativo; **Modelo 4:** el asociado a la combinación del filtro de la descomposición multiplicativa con la regresión loess que se le indica en la Tabla 2.

Para cada uno de los modelos debe dar su ecuación teórica con los correspondientes supuestos estadísticos para el término de error. **No cambie la designación de los modelos que le han sido indicados como modelos 1 a 4, como tampoco la designación de las frecuencias F_j y de sus parámetros α_j, γ_j , si le fue indicado modelar globalmente el patrón estacional con funciones trigonométricas.**

3. Ajuste de los modelos propuestos con validación cruzada: Implemente la estrategia de validación cruzada excluyendo del ajuste los últimos $m = 12$ datos de la serie, por tanto, la validación cruzada se hará con los pronósticos ex-post de estos periodos. En los modelos globales presente las tablas de parámetros estimados debidamente editadas; en el modelo 3 la tabla resumen del SEHW también debidamente editada, y en el modelo 4 la tabla de la estimación de los efectos estacionales junto con los valores del parámetro de suavizamiento loess óptimo y del número de parámetros equivalentes loess así como la gráfica del ajuste loess sobre la serie desestacionalizada y la gráfica de la estimación de la estacionalidad. Para todos los modelos, tanto de ajuste global como local, presente las ecuaciones ajustadas y las gráficas de ajuste. Analice los resultados teniendo en cuenta las cuestiones que se enuncian a continuación como preguntas orientadoras. Calcule el AIC y BIC usando $\exp(C_n^*(p))$ y presente sus valores en una sola tabla (ver en notas de clase su definición, y en los talleres de

clase y de monitoría cómo usar la función de usuario `exp.crit.inf.resid()` para el cálculo de estas medidas, recuerde que en los modelos log polinomiales estacionales se deben usar los pseudo - residuos en el cálculo de AIC y BIC).

Preguntas orientadoras para los análisis: Para el análisis debe considerar lo siguiente,

- En los modelos globales, enuncie de forma concisa las pruebas de significancia que se realizan. ¿Son significativos el polinomio considerado y la componente estacional con la representación que fue usada?, ¿Cuál es la interpretación de las estimaciones de los parámetros estacionales?, ¿difieren mucho estas estimaciones entre los modelos globales?
- En el modelo 4, con relación al ajuste loess de la serie desestacionalizada ¿Qué se concluye de su gráfica y del número de parámetros equivalentes loess? con relación a la estimación de la estacionalidad con el filtro ¿qué se concluye de esta estimación vs. el patrón estacional observado?
- ¿Qué se concluye sobre la calidad del ajuste de los modelos globales vs. locales?, ¿cuál modelo ajusta mejor entre los cuatro? También determine entre los modelos globales cuál modelo recomendaría inicialmente como mejor modelo global para ajustar la serie. Para la evaluación del ajuste tenga en cuenta no sólo los valores de los criterios de información, sino también los resultados gráficos.

Nota 3: Para los modelos basados en el ajuste del logaritmo natural de la serie, debe obtener las estimaciones de la serie en su escala original, debidamente corregidos por el factor de corrección del sesgo por transformación lognormal y reportar la fórmula usada para obtener \hat{Y}_t y el valor del factor de corrección, $\exp(MSE/2)$.

Nota 4: Para comparar las medidas de bondad de ajuste de modelos donde se ajustó en escala logarítmica vs. modelos donde se ajustó en la escala original de la serie, recuerde que todas las medidas usadas deben ser calculados en la escala original de los datos.

Nota 5: Para el cálculo de AIC y BIC, versión $\exp(C_n^*(p))$ en el modelo 3: SEHW (el objeto *s* debe ser previamente definido valiéndolo 12, pues la serie es de frecuencia de observación mensual),

`npar3=2+s-1`

`exp.crit.inf.resid(residuales=residuals(modelo3),n.par=npar3)`

Para el cálculo de AIC y BIC, versión $\exp(C_n^*(p))$ en el modelo 4: descomposición clásica & LOESS,

`exp.crit.inf.resid(residuales=residuals(modelo4),n.par=modelo4$p)`

4. Análisis de residuales y validación de supuestos: Para todos los modelos ajustados, globales y locales, realice el análisis comparativo de residuales.

Preguntas orientadoras para los análisis: Para el análisis debe considerar lo siguiente,

- Sobre el supuesto de media cero para los errores de ajuste ¿qué se concluye en los cuatro modelos?, ¿Hay patrones en los residuos que indiquen carencia de ajuste de los modelos en la tendencia y/o la estacionalidad?
- ¿Qué se concluye sobre el supuesto de varianza constante en los cuatro modelos?
- ¿Hay ciclos presentes en los residuales? ¿qué se deriva de estos patrones?
- ¿Qué hacen mejor los métodos locales vs. los globales?

- De acuerdo al análisis de los residuales, ¿cuál es el mejor modelo de los cuatro?

Nota 6: Recuerde que para los modelos ajustados sobre el logaritmo de la serie, la validación de los supuestos se hace con los residuales que directamente arroja el ajuste de tal modelo, es decir, en la escala logarítmica.

5. Pronósticos para la validación cruzada: Para todos los modelos de ajuste global y local presentados, dé la ecuación de pronóstico, presente los resultados y el análisis de pronósticos puntuales y por intervalos y la gráfica comparativa de los pronósticos vs. valores reales (todo en una sola gráfica). Tenga en cuenta que para modelos ajustados sobre logaritmo de la serie también es necesario aplicar el factor de corrección por transformación lognormal al traer valores pronosticados y sus intervalos de predicción a la escala original.

Preguntas orientadoras para los análisis: En los análisis debe considerar lo siguiente,

- Teniendo en cuenta lo que son los datos, ¿cuál es la interpretación de los pronósticos puntuales y sus I.P? Ejemplificar con una fecha y comparar entre modelos.
- Teniendo en cuenta lo que son los datos, ¿cuál es la interpretación de las medidas MAE, MAPE y RMSE? ¿según estas medidas cuál modelo pronostica mejor?
- Con base en la amplitud media y cobertura de los I.P ¿qué se concluye?
- ¿Qué se concluye de la figura comparativa de los pronósticos puntuales?

6. Conclusiones del trabajo: En esta sección debe

- Presentar un resumen de los resultados encontrados en el respectivo trabajo, desde el análisis descriptivo hasta la comparación de pronósticos.
- Enunciar los problemas enfrentados en la modelación de los patrones de la serie.
- Postular cuál ha sido el mejor modelo en ajuste y pronóstico entre los tratados y comentar acerca de lo que usted crea que logró este mejor modelo: ¿capturó la dinámica de la serie, es decir, si su tendencia, estacionalidad y sus variaciones cíclicas son bien ajustadas?, ¿Los pronósticos parecen realistas y confiables?,
- ¿Críticas al mejor modelo que encontró en el trabajo actual?
- Exprese claramente qué recomienda para la serie en cuanto a ajustes globales o locales, según lo realizado hasta el momento.

3. Guías de Programación en R

Consulte en los talleres y en ejemplos de clase disponibles en Moodle, los distintos procedimientos vistos para la descomposición, y la modelación de la tendencia y la estacionalidad. Recuerde que debe usar las funciones de usuario siguientes:

- `exp.crit.inf.resid()` para calcular AIC y BIC.
- `amplitud.cobertura()` para calcular la amplitud media y cobertura (%) de los I.P.
- `regexponencial()` para el ajuste de modelos exponenciales polinomiales estacionales.
- `SuavizamientoEstacional()` para el ajuste y pronósticos mediante SEHW.

- `Descomp.Loess()` para ajuste y pronósticos de validación cruzada, por la combinación del filtro de descomposición clásica con loess.

Cargar librerías

Tenga en cuenta las siguientes librerías que previamente deben ser instaladas en el computador y cargadas con `library` ó `require`.

```
library(forecast); library(TSA); library(fANCOVA)
```

Lectura de los datos, declarar objeto `ts` y graficación de la serie

Ver Apéndice B de esta guía y archivo R en Moodle: [PROGRAMA-R-LECTURA-DATOS ASIGNADOS-022023.R](#)

4. Asignación a los Grupos de Trabajo

La conformación de los grupos de trabajo se detalla en el Apéndice A. En la Tabla 1 se listan las series asignadas a cada grupo de trabajo en cada curso y en la Tabla 2 se indica la modelación global y cómo combinar el filtro de la descomposición con LOESS.

Descargue de Moodle el archivo `.csv` correspondiente a la serie asignada. Lea los datos como se indica en el Apéndice B.

Nota 7: El nombre de la serie asignada debe ser definido con base en la información que aparece antecediendo a los datos dentro del archivo `.csv` a descargar y junto con el nombre específico de la columna asignada. Para más información sobre estas variables y según serie asignada, consulte en el DANE los documentos que se le indicaron en la Sección 2 de esta guía, en cualquier caso, busque y presente lo que sea pertinente para responder a lo pedido en la introducción de este trabajo.

Tabla 1: Asignación de datos a grupos de trabajo

Curso Ma-Ju				
serie	archivo		columna	grupo
Datos1	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 3: Total comercio minorista sin otros vehículos	1
Datos3	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 5: Total comercio minorista sin otros vehículos y sin combustibles	2
Datos5	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 7: 1. Alimentos (víveres en general) y bebidas no alcohólicas	3
Datos6	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	Columna 8: 2. Bebidas alcohólicas, cigarros, cigarrillos y productos del tabaco	4
Datos8	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 10: 4. Calzado, artículos de cuero y sucedáneos del cuero	5
Datos10	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 12: 6. Productos de aseo personal, cosméticos y perfumería	6
Datos11	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 14: 8. Artículos y utensilios de uso doméstico	7
Datos17	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	reales lineas mercancia-may2023.csv	columna 5: Total comercio minorista sin otros vehículos y sin combustibles	8
Datos19	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	reales lineas mercancia-may2023.csv	columna 7: 1. Alimentos (víveres en general) y bebidas no alcohólicas	9
Datos20	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	reales lineas mercancia-may2023.csv	columna 8: 2. Bebidas alcohólicas, cigarros, cigarrillos y productos del tabaco	10
Datos23	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	reales lineas mercancia-may2023.csv	columna 11: 5. Productos farmacéuticos y medicinales	11
Datos27	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	reales lineas mercancia-may2023.csv	columna 17: 11. Libros, papelería, periódicos, revistas y útiles escolares	12
Curso Mi-Vi				
Serie	archivo .csv		columna	Grupo
Datos2	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 4: Total comercio minorista sin vehículos	1
Datos4	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 6: Total comercio minorista sin combustibles ni vehículos	2
Datos7	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 9: 3. Prendas de vestir y textiles	3
Datos9	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 11: 5. Productos farmacéuticos y medicinales	4
Datos12	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 15: 9. Productos para el aseo del hogar	5
Datos13	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 17: 11. Libros, papelería, periódicos, revistas y útiles escolares	6
Datos14	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	nomi- nales lineas mercancia-may2023.csv	columna 19: 13. Otras mercancías para uso personal o doméstico, no especificadas anteriormente	7
Datos16	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	reales lineas mercancia-may2023.csv	columna 4: Total comercio minorista sin vehículos	8
Datos18	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	reales lineas mercancia-may2023.csv	columna 6: Total comercio minorista sin combustibles ni vehículos	9
Datos22	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	reales lineas mercancia-may2023.csv	columna 10: 4. Calzado, artículos de cuero y sucedáneos del cuero	10
Datos24	anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas	reales lineas mercancia-may2023.csv	columna 12: 6. Productos de aseo personal, cosméticos y perfumería	11

Tabla 2: Tipo de descomposición, modelación global y filtro de descomposición combinado con LOESS a considerar

serie	tipo ⁽¹⁾	Modelo global estacionalidad ⁽³⁾	grado polinomio global	Descomp y LOESS ⁽²⁾
Datos1*	multiplicativa	Trigon. $F_j = j/12$, $j = 1, 2, 3, 4, 5$	2	DLL(AICC)
Datos2***	multiplicativa	Trigon. $F_j = j/12$, $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$	3	DLL(AICC)
Datos3*	multiplicativa	Trigon. $F_j = j/12$, $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$	3	DLL(AICC)
Datos4	multiplicativa	Trigon. $F_j = j/12$, $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$	3	DLL(AICC)
Datos5	multiplicativa	Trigon. $F_j = j/12$, $j = 3, 4, 5$	5	DLL(GCV)
Datos6	multiplicativa	Indicadoras	3	DLL(AICC)
Datos7***	multiplicativa	Indicadoras	1	DLL(AICC)
Datos8**	Aditiva	Indicadoras	1 y 3	DLL(AICC)
Datos9*	multiplicativa	Trigon. $F_j = j/12$, $j = 2, 3, 4, 5$	6	DLL(AICC)
Datos10*	multiplicativa	Trigon. $F_j = j/12$, $j = 2, 3, 4, 5$	4	DLL(GCV)
Datos11	multiplicativa	Indicadoras	3	DLL(AICC)
Datos12	multiplicativa	Trigon. $F_j = j/12$, $j = 2, 3, 4, 5$	3	DLC(GCV)
Datos13*	Aditiva	Indicadoras	3 y 4	DLL(GCV)
Datos14	multiplicativa	Indicadoras	3	DLL(AICC)
Datos16***	multiplicativa	Trigon. $F_j = j/12$, $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$	2	DLL(AICC)
Datos17*	multiplicativa	Indicadoras	2	DLL(AICC)
Datos18*	multiplicativa	Indicadoras	2	DLL(AICC)
Datos19*	Aditiva	Trigon. $F_j = j/12$, $j = 3, 4, 5$	3 y 5	DLL(AICC)
Datos20	multiplicativa	Indicadoras	3	DLL(GCV)
Datos22**	Aditiva	Indicadoras	2 y 3	DLL(AICC)
Datos23	Aditiva	Trigon. $F_j = j/12$, $j = 2, 3, 4, 5$	5 y 6	DLC(GCV)
Datos24*	Aditiva	Trigon. $F_j = j/12$, $j = 2, 3, 4, 5$	3 y 4	DLL(AICC)
Datos27*	Aditiva	Indicadoras	1 y 3	DLL(GCV)

Observaciones:

(1) Para las series multiplicativas se debe considerar tanto el modelo log polinomial estacional como el exponencial polinomial estacional usando en ambos el mismo grado de polinomio indicado, así como la misma representación de la componente estacional.

(2) Los acrónimos usados en descomposición y loess significan lo siguiente:

- **DLL(AICC)**: filtro de descomposición (aditiva o multiplicativa, según el caso) y LOESS lineal usando criterio AICC para parámetro de suavizamiento loess
- **DLL(GCV)**: filtro de descomposición (aditiva o multiplicativa, según el caso) y LOESS lineal usando criterio GCV para parámetro de suavizamiento loess.
- **DLC(GCV)**: filtro de descomposición (aditiva o multiplicativa, según el caso) y LOESS cuadrático usando criterio GCV para parámetro de suavizamiento loess.

(3) F_j : Frecuencia de las ondas a considerar en modelos con funciones trigonométricas; no cambie la asignación del índice j dado y use tal índice en los parámetros asociados al seno y coseno de la onda con frecuencia F_j .

Para las series en las cuales aparezca alguno de los siguientes símbolos, tener en cuenta lo que se indica a continuación:

* Para el Holt Winters fijar argumento `beta=1e-5` en la función de usuario `SuavizamientoEstacional()`

** Para Holt Winters se deben fijar los argumentos `beta=1e-5`, `gamma=0.99999` en la función de usuario `SuavizamientoEstacional()`

*** Para Holt Winters fijar argumentos `alpha=0.99999`, `beta=1e-5`, `gamma=0.99999` en la función de usuario `SuavizamientoEstacional()`

Referencias

- [1] Bowerman, B. L, O'Connell, R. T y Koehler, A. B. (2009) *Pronósticos, Series de Tiempo y Regresión. Un Enfoque Aplicado. 4 ed.* CENGAGE Learning
- [2] Chatfield, C. (2019) *The Analysis of Time Series. An Introduction with R, Seventh edition.* CRC Press-USA.
- [3] Diebold, F. (2001) *Elementos de Pronósticos.* International Thomson Editores, México.
- [4] Cryer, J. D. and Chan, K-S. (2008) *Time Series Analysis With Applications in R.* Springer.
- [5] González, N. G. (2013) *Notas de Clase Estadística III 3009137.* Escuela de Estadística, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- [6] Shumway, R. H. and Stoffer, D. S. (2017) *Time Series Analysis and Its Applications. With R Examples.* Fourth ed. Springer

Apéndice

A. Grupos de Trabajo

Grupos de trabajo ma-ju		
Apellidos y nombres	email	Grupo
Cardona Moscote, Carlos Mario	ccardonamo@unal.edu.co	1
Gutierrez Sabogal, Johan Manuel	jogutierrez@unal.edu.co	1
Jiménez Rendón, Mateo	majimenezre@unal.edu.co	1
Osorio Macías, Yuliana	yosorio@unal.edu.co	1
Rodriguez Ramirez, Carolina	carrodriguezra@unal.edu.co	1
Cardona Lopez, Emanuel	ecardonal@unal.edu.co	2
Castro Velasco, Maria Paula	macastrov@unal.edu.co	2
Figueroa Chaverra, Hector Daniel	hfigueroa@unal.edu.co	2
Montes Otero, Ivanna Lucia	imontes@unal.edu.co	2
Romero Ruiz, Joaquin Eduardo	jromeroru@unal.edu.co	2
Carriazo Manchego, Zuleima Beatriz	zcarriazo@unal.edu.co	3
Herrera Baquero, Jeisson Steven	jesherrerabaq@unal.edu.co	3
Latorre Bohórquez, Raquel Juliana	rlatorre@unal.edu.co	3
Ruiz Herrera, Julián David	jruizhe@unal.edu.co	3
Úsuga Montoya, Andrés Camilo	anusugam@unal.edu.co	3
Agudelo Goez, Maryory	magudelogo@unal.edu.co	4
Alvarez Quijano, Sergio Alejandro	salvarezqu@unal.edu.co	4
Meneses Carmona, Roger Albeiro	romenesesc@unal.edu.co	4
Oquendo Romero, Lizeth Tatiana	loquendor@unal.edu.co	4
Peña Jiménez, Kilmer Alejandro	kpenaj@unal.edu.co	4
Cruz Mateus, Margy Karina	mmateusc@unal.edu.co	5
Hernandez Gomez, Daniel	danhernandezgom@unal.edu.co	5
Ortiz Rodriguez, Jhonatan Efren	jhortiz@unal.edu.co	5
Ruiz Herrera, Juan Camilo	jruizh@unal.edu.co	5
Saavedra Echavarría, Julián	jsaavedrae@unal.edu.co	5
Cardenas Mendoza, Ramiro Augusto	racardenas@unal.edu.co	6
Castro Montoya, Alejandro	acastromo@unal.edu.co	6
Flórez Ospina, Juan José	juflorezo@unal.edu.co	6
Lopez Taborda, Juan Jose	julopezt@unal.edu.co	6

Apellidos y nombres	email	Grupo
Upegui Pajarito, Jenny Alejandra	jupeguip@unal.edu.co	6
Ballesteros Osorio, Diego Mauricio	dballesteroso@unal.edu.co	7
Picon Vargas, Santiago Alejandro	spicon@unal.edu.co	7
Quiroz Garcia, David	dquirozg@unal.edu.co	7
Toro Alvarez, Federico	ftoroa@unal.edu.co	7
Vargas Moreno, María José	mvargasmor@unal.edu.co	7
Carmona Alzate, Isabel	icarmonaa@unal.edu.co	8
Castaño Caraballo, Isabella	icastanoc@unal.edu.co	8
López De Mesa Acevedo, María Camila	marlopezd@unal.edu.co	8
Rojas Moreno, Nelly Alexandra	narojasm@unal.edu.co	8
Vergara Baquero, Andrea Carolina	acvergarab@unal.edu.co	8
Angulo Cortes, German Andres	ganguloc@unal.edu.co	9
Arenilla Ramirez, Byron Andrés	barenilla@unal.edu.co	9
Cruel Rodriguez, Eidy Janeth	ecruel@unal.edu.co	9
Daza Garcia, Jose David	jddazag@unal.edu.co	9
Rengifo Jaramillo, Sebastian	srengifo@unal.edu.co	9
Gomez Oviedo, Eric Mauricio	emgomezo@unal.edu.co	10
Hurtado Jimenez, Maria Alejandra	mahurtadoj@unal.edu.co	10
Marin Montoya, Juan Pablo	juamarinmo@unal.edu.co	10
Solano Arteaga, Rafael Eduardo	raesolanoar@unal.edu.co	10
Soto Gonzalez, Felipe	fsotog@unal.edu.co	10
Calero Angulo, Sebastian	scalero@unal.edu.co	11
Giraldo Correa, Valentina	vagiraldoc@unal.edu.co	11
Gracia Tamayo, Maria Angelica	mgraciat@unal.edu.co	11
Mendoza Luna, Leonardo Jesus	lemendozal@unal.edu.co	11
Pérez Arrubla, Juan Pablo	juperezar@unal.edu.co	11
Cardenas Chacon, Julian Felipe	jcardenasch@unal.edu.co	12
Jurado Perenguez, Dennis Gabriel	dgjuradop@unal.edu.co	12
Le Coz , Pierre Emmanuel Paul	ple@unal.edu.co	12
Lopez Santander, Julio Cesar	celopezsa@unal.edu.co	12
Mejia Arango, Emmanuel Alberto	emmejiaa@unal.edu.co	12
Grupos de trabajo mi-vi		
Apellidos y nombres	email	Grupo
Cárdenas Restrepo, David Alejandro	dacardenasr@unal.edu.co	1
Galeano Borja, Alison Sofía	agaleano@unal.edu.co	1
González Espinosa, Raquel	rgonzaleze@unal.edu.co	1
Muñoz Restrepo, Maria Isabel	marmunozre@unal.edu.co	1
Rincon Restrepo, Manuel Santiago	mrinconre@unal.edu.co	1
Hernandez Ibarguen, Sara	sahernandezib@unal.edu.co	2
Calle Gallego, Juan David	jcalleg@unal.edu.co	2
Diaz Ortega, José Calazáns	jocdiazor@unal.edu.co	2
Ruiz Piñeros, Liliana Marcela	liruizp@unal.edu.co	2
Vasquez Cano, Cristian Camilo	cvasquezc@unal.edu.co	2
Carmona Monsalve, David	dcarmonam@unal.edu.co	3
Howard Hudgson, Jalan	jhowardh@unal.edu.co	3
Rangel Julio, Arturo De Jesús	ajrangelj@unal.edu.co	3
Soto Taborda, Cristian Camilo	csotot@unal.edu.co	3
Villa Machado, Tomás	tvilla@unal.edu.co	3
Cortes Camacho, Maribel	marcortasca@unal.edu.co	4
Giraldo Betancur, Laura Manuela	lgiraldobe@unal.edu.co	4
Granados Sarmiento, Brayan Stiven	bgranados@unal.edu.co	4
Jaramillo Arroyave, Maria Alejandra	mjaramilloar@unal.edu.co	4
Vizcaino Bolivar, Miguel Angel	mvizcainob@unal.edu.co	4
Arango Urrea, Sebastian	searangou@unal.edu.co	5
Díaz Montoya, Juan José	jjdiazmo@unal.edu.co	5
Pacheco Bohorquez, Pedro Alejandro	ppachecob@unal.edu.co	5

Apellidos y nombres	email	Grupo
Villa Arias, Andres Felipe	anvillaa@unal.edu.co	5
Garro Arboleda, Juan David	jgarro@unal.edu.co	6
Hincapie Lopez, Julian Camilo	juhincapiel@unal.edu.co	6
Lopera Jaramillo, Samuel	sloperaj@unal.edu.co	6
Morales Zuleta, Camilo	cmoralesz@unal.edu.co	6
Ruiz Arteaga, Diana Sofia	diruizar@unal.edu.co	6
Aguirre Restrepo, Sara Paulina	saguirrer@unal.edu.co	7
Hincapié Uribe, Valeria	vhincapie@unal.edu.co	7
Montero Romero, John Mario	jmonteror@unal.edu.co	7
Palomá Villa, Jorge Alexander	jpaloma@unal.edu.co	7
Andrade Cortes, Maria Paola	maandradec@unal.edu.co	8
Gutierrez Ruiz, Maria Camila	mcgutierrezr@unal.edu.co	8
Tupue Puenayan, Diana Karolina	dktupuep@unal.edu.co	8
Villa Vasquez, Susana	svillav@unal.edu.co	8
Zambrano Peña, Andrés Mauricio	amzambranop@unal.edu.co	8
Colorado Moreno, Mariana	mcoloradom@unal.edu.co	9
Delbarre Rojas, Melissa Andrea	mdelbarre@unal.edu.co	9
Montoya Torres, Daniel	dmontoyat@unal.edu.co	9
Ramirez Alvarez, Brian Alejandro	brramireza@unal.edu.co	9
Correa Duque, Mateo	mcorread@unal.edu.co	10
Duque Garcia, Sebastian	sduqueg@unal.edu.co	10
Londono Hincapie, Laura Andrea	lalondonohi@unal.edu.co	10
Duque Rendon, Andres	anduquer@unal.edu.co	11
Hincapie Morales, Juan Esteban	juahincapie@unal.edu.co	11
Molina Muñoz, Santiago	smolinam@unal.edu.co	11
Restrepo Castaño, Yezenia	yrestrepo@unal.edu.co	11
Vanegas Moreno, Juan Pablo	juvanegas@unal.edu.co	11

B. Instrucciones para Leer y Graficar La Serie Asignada

1. Según número de grupo asignado a su equipo de trabajo en el curso matriculado, identifique en la Tabla 1 el número de la serie (Datos#) y el archivo .csv donde están los datos correspondientes. Descargue este último **y no modifique de ninguna manera su contenido**.
2. Guarde el archivo R: "PROGRAMA-R-LECTURA-DATOS ASIGNADOS-022023.R", ingrese al programa R y por menú Archivo-Abrir Script, acceda a este archivo; busque en éste según el número de la serie asignada, las líneas de programación para leer y graficar el conjunto de datos correspondiente (busque por Datos#), cópielas en un nuevo script de R y guarde con extensión .R.
3. Ejecute las líneas de programación correspondientes para que verifique que no obtiene errores y para que pueda visualizar los datos. Tal como está la programación usando la función `read.table()`, se habilita la navegación en su sistema de archivos para ubicar el archivo de datos .csv. No cambie de ninguna manera la programación suministrada ni el archivo csv.

Por ejemplo, si su serie es la No. 2 (Datos2), debe usar el archivo “anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas nominales lineas mercancia-may2023.csv”, del cual deberá leer su columna 4: “Total comercio minorista sin vehículos”, siguiendo la programación R para el objeto Datos2, como aparece en el archivo "PROGRAMA-R-LECTURA-DATOS ASIGNADOS-022023.R", y al que corresponde las siguientes líneas de programa:

```
rm(list=ls(all=TRUE))
#Leer anex-EMC-SeriesIndiceEmpalmados-vtas nominales lineas mercancia-may2023.csv, column 4: Total comercio minorista sin vehiculos
Datos2=read.table(file.choose(),header=T,sep=";",skip=10,dec=".",colClasses=c(rep("NULL",3),"numeric",rep("NULL",18)))
Datos2=ts(Datos2,freq=12,start=c(2013,1))
plot(Datos2)
```

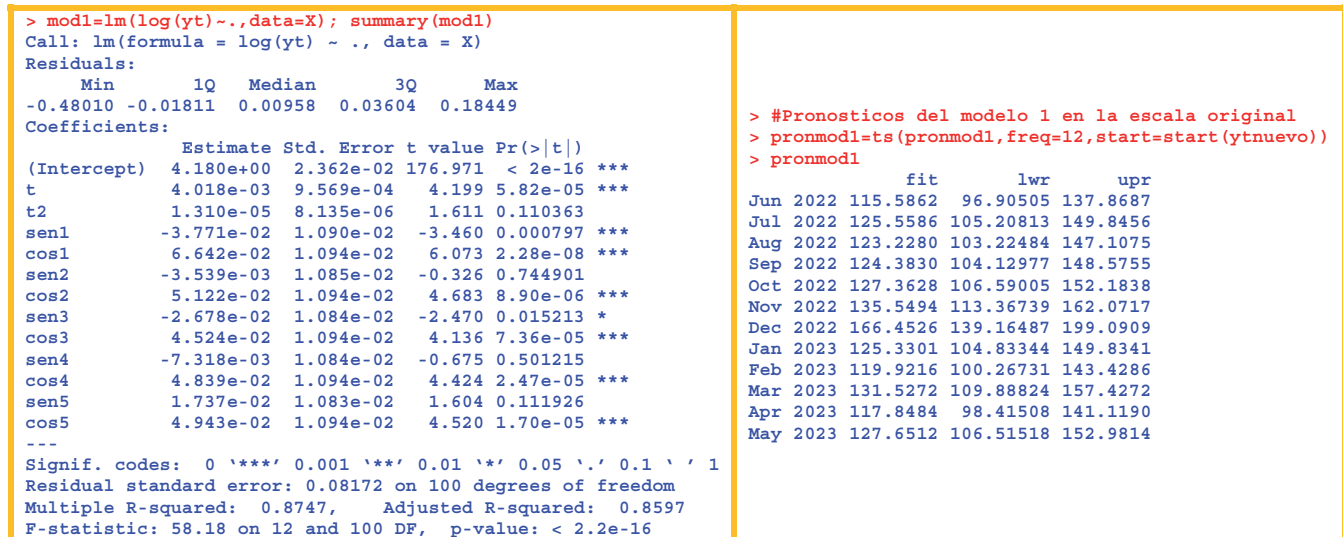
C. Cómo Exportar Algunos Resultados a Archivos .csv

A continuación se ilustra la exportación a excel, con formato .csv, de las tablas de parámetros estimados y de pronósticos de los modelos globales. También se ilustra la exportación a excel de los pronósticos de los dos modelos locales. Lleve los resultados a Word y edite cifras, nombres de filas y columnas como se muestra en la plantilla de los informes.

C.1. Tabla de parámetros estimados y de pronósticos de modelos ajustados con función

R lm()

Suponga que desea exportar la tabla de parámetros estimados de un modelo ajustado por mínimos cuadrados ordinarios, guardado en un objeto R de nombre `mod1`, y sus pronósticos guardados en un objeto R de nombre `pronmod1`, como se muestra en la Figura 1,



```
> mod1=lm(log(yt)~.,data=X); summary(mod1)
Call: lm(formula = log(yt) ~ ., data = X)
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.48010 -0.01811  0.00958  0.03604  0.18449
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  4.180e+00  2.362e-02  176.971 < 2e-16 ***
t            4.018e-03  9.569e-04   4.199 5.82e-05 ***
t2           1.310e-05  8.135e-06   1.611 0.110363
sen1        -3.771e-02  1.090e-02  -3.460 0.000797 ***
cos1         6.642e-02  1.094e-02   6.073 2.28e-08 ***
sen2        -3.539e-03  1.085e-02  -0.326 0.744901
cos2         5.122e-02  1.094e-02   4.683 8.90e-06 ***
sen3        -2.678e-02  1.084e-02  -2.470 0.015213 *
cos3         4.524e-02  1.094e-02   4.136 7.36e-05 ***
sen4        -7.318e-03  1.084e-02  -0.675 0.501215
cos4         4.839e-02  1.094e-02   4.424 2.47e-05 ***
sen5         1.737e-02  1.083e-02   1.604 0.111926
cos5         4.943e-02  1.094e-02   4.520 1.70e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 0.08172 on 100 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8747,    Adjusted R-squared:  0.8597
F-statistic: 58.18 on 12 and 100 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

```
> #Pronosticos del modelo 1 en la escala original
> pronmod1=ts(pronmod1,freq=12,start=start(ytnuevo))
> pronmod1
              fit      lwr      upr
Jun 2022 115.5862  96.90505 137.8687
Jul 2022 125.5586 105.20813 149.8456
Aug 2022 123.2280 103.22484 147.1075
Sep 2022 124.3830 104.12977 148.5755
Oct 2022 127.3628 106.59005 152.1838
Nov 2022 135.5494 113.36739 162.0717
Dec 2022 166.4526 139.16487 199.0909
Jan 2023 125.3301 104.83344 149.8341
Feb 2023 119.9216 100.26731 143.4286
Mar 2023 131.5272 109.88824 157.4272
Apr 2023 117.8484  98.41508 141.1190
May 2023 127.6512 106.51518 152.9814
```

Figura 1: Vista salidas R de la tabla de parámetros estimados y de los pronósticos de un modelo de regresión lineal

Proceda como se ilustra a continuación usando la función R `write.csv2()`,

```
#Exportación tabla de parámetros estimados
write.csv2(summary(mod1)$coefficients,file="C:/Users/Nelfi_Gonzalez/Documents/trabajo1/tablamoditrabajo1.csv",row.names = TRUE)
#Exportación tabla de pronósticos
write.csv2(pronmod1,file="C:/Users/Nelfi_Gonzalez/Documents/trabajo1/pronosmoditrabi1.csv",
           row.names = paste(trunc(time(pronmod1)),cycle(pronmod1),sep="-"))
```

donde se ha especificado guardar la tabla de parámetros estimados en un archivo de nombre `tablamod1trabajo1.csv` y la tabla de pronósticos en un archivo de nombre `pronosmod1trab1.csv`, ambos en la ruta de archivos `C:/Users/Nelfi_Gonzalez/Documents/trabajo1/`. Adapte ruta y nombre de archivo como sea necesario. Los archivos resultantes se ilustran en la la Figura 2.

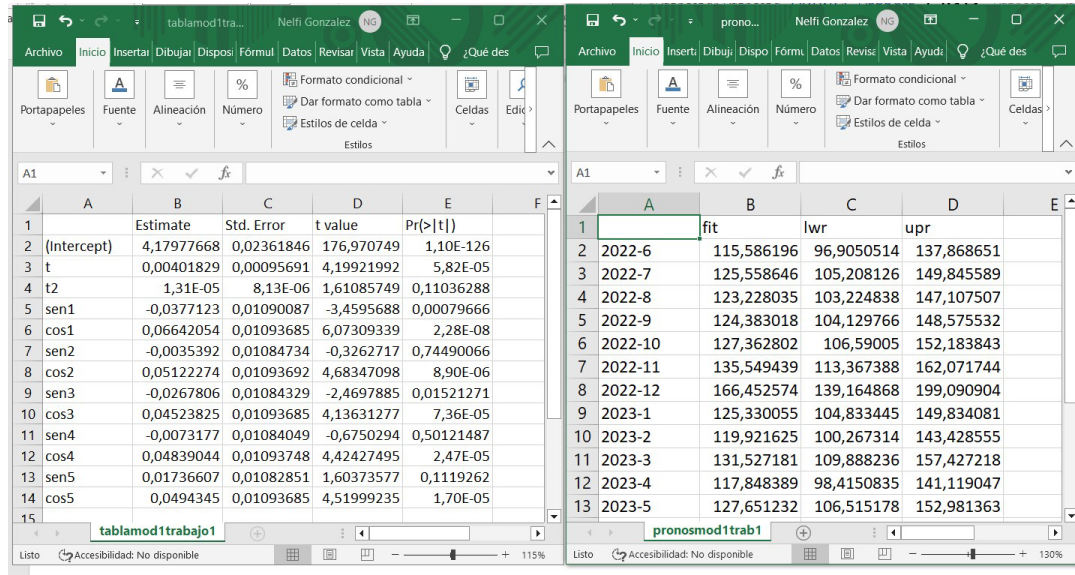


Figura 2: Vista archivos `tablamod1trabajo1.csv`, `pronosmod1trab1.csv`

C.2. Tabla de parámetros estimados de modelos ajustados con la función de usuario `regexponencial()`

Suponga ahora que se desea exportar la tabla de parámetros estimados y los pronósticos puntuales de un modelo de regresión exponencial ajustado por mínimos cuadrados no lineales mediante la función de usuario `regexponencial()`, como se muestra en la Figura 3. Proceda como se ilustra a continuación usando la función R `write.csv2()`,

```
#Exportación tabla de parámetros estimados
write.csv2(summary(mod2)$coefficients,file="C:/Users/Nelfi_Gonzalez/Documents/trabajo1/tablamod2trabajo1.csv",row.names = TRUE)

#Exportando a excel pronosticos
write.csv2(as.numeric(pronmod2),file="C:/Users/Nelfi_Gonzalez/Documents/trabajo1/pronosmod2trab1.csv",
           row.names = paste(trunc(time(pronmod2)),cycle(pronmod2),sep="-"))
```

donde se ha especificado guardar la tabla de parámetros estimados en un archivo de nombre `tablamod2trabajo1.csv` y la tabla de pronósticos en un archivo de nombre `pronosmod2trab1.csv`, ambos en la ruta de archivos `C:/Users/Nelfi_Gonzalez/Documents/trabajo1/`. Adapte ruta y nombre de archivo como sea necesario. Los archivos resultantes se ilustran en la la Figura 4.

```

> param2=c(paste0("beta",0:2),"alfa1","gamma1","alfa2","gamma2","alfa3","gamma3","alfa4","gamma4","alfa5","gamma5")
> mod2=regexponencial(respuesta=yt,data=X,names.param=param2);
summary(mod2)
Formula: yt ~ exp(beta0 * 1 + beta1 * t + beta2 * t2 + alfa1 * sen1 +
  gamma1 * cos1 + alfa2 * sen2 + gamma2 * cos2 + alfa3 * sen3 +
  gamma3 * cos3 + alfa4 * sen4 + gamma4 * cos4 + alfa5 * sen5 +
  gamma5 * cos5)
Parameters:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
beta0  4.207e+00  2.904e-02 144.856 < 2e-16 ***
beta1  2.619e-03  1.048e-03   2.500  0.01405 *
beta2  2.587e-05  8.262e-06   3.131  0.00229 **
alfa1  -3.591e-02  1.108e-02  -3.240  0.00162 **
gamma1  7.064e-02  1.070e-02   6.601  1.98e-09 ***
alfa2  -4.993e-03  1.102e-02  -0.453  0.65150
gamma2  4.746e-02  1.072e-02   4.429  2.42e-05 ***
alfa3  -2.875e-02  1.075e-02  -2.676  0.00871 **
gamma3  4.419e-02  1.097e-02   4.027  0.00011 ***
alfa4  -7.252e-03  1.101e-02  -0.659  0.51165
gamma4  4.928e-02  1.072e-02   4.598  1.25e-05 ***
alfa5  1.830e-02  1.101e-02   1.662  0.09957 .
gamma5  5.054e-02  1.068e-02   4.734  7.27e-06 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 7.308 on 100 degrees of freedom
Number of iterations to convergence: 4
Achieved convergence tolerance: 8.159e-07

> #Pronosticos del modelo 2
> pronmod2=ts(pronmod2,freq=12,start=start(ytnuevo))
> pronmod2
      Jan      Feb      Mar      Apr      May      Jun      Jul      Aug      Sep      Oct      Nov      Dec
2022  118.2576 128.8522 126.8172 128.7591 132.8187 141.0876 173.4048
2023  130.4137 125.7539 138.8232 123.4180 133.3581

```

Figura 3: Vista salidas R de la tabla de parámetros estimados y de los pronósticos de un modelo de regresión exponencial

	A	B	C	D	E
		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
1					
2	beta0	4,2066862	0,02904044	144,856146	5,07E-118
3	beta1	0,00261946	0,0010478	2,49996822	0,01404697
4	beta2	2,59E-05	8,26E-06	3,13082948	0,00228571
5	alfa1	-0,0359052	0,01108203	-3,23995	0,00162368
6	gamma1	0,0706389	0,01070059	6,60140366	1,98E-09
7	alfa2	-0,0049935	0,01102197	-0,4530464	0,65149677
8	gamma2	0,0474627	0,01071668	4,4288622	2,42E-05
9	alfa3	-0,0287538	0,01074623	-2,6757081	0,00871436
10	gamma3	0,04418652	0,01097267	4,02696268	0,00011014
11	alfa4	-0,0072518	0,01101052	-0,6586214	0,51165253
12	gamma4	0,04928036	0,01071804	4,59788744	1,25E-05
13	alfa5	0,01829688	0,01100661	1,66235303	0,09957359
14	gamma5	0,05053839	0,01067561	4,73400616	7,27E-06

	A	B	C	D	E
1		x			
2	2022-6	118,257623			
3	2022-7	128,852249			
4	2022-8	126,817237			
5	2022-9	128,759128			
6	2022-10	132,818683			
7	2022-11	141,087631			
8	2022-12	173,404782			
9	2023-1	130,413676			
10	2023-2	125,753892			
11	2023-3	138,82318			
12	2023-4	123,418007			
13	2023-5	133,358073			

Figura 4: Vista archivos tablamod2trabajo1.csv, pronosmod2trab1.csv

C.3. Tablas de pronósticos de modelo ajustados con funciones de usuario `SuavizamientoEstacional()` y `Descomp.Loess()`

Suponga que se desea exportar la tabla de los pronósticos del modelo de ajuste local mediante suavizamiento exponencial Holt-Winters, ajustado con la función de usuario `SuavizamientoEstacional()` y guardado bajo un objeto R de nombre `modelo3` y del modelo de ajuste local mediante el método combinando filtro de la descomposición (aditiva o multiplicativa) con LOESS, este último ajustado con la función de usuario `Descomp.Loess()` y guardado bajo el nombre `modelo4`, como muestra la Figura 5.


```

> #Modelo 3: SEHW
> modelo3=SuavizamientoEstacional(yt,seasonal="multiplicative",
                                   h=12)

> #Pronosticos del modelo 3
> predicciones3=modelo3$forecast
> predicciones3
      fit      lwr      upr
Jun 2022 131.1976 121.1576 141.2376
Jul 2022 141.2391 126.7834 155.6947
Aug 2022 138.6041 121.4549 155.7533
Sep 2022 133.9300 114.7696 153.0904
Oct 2022 137.6998 115.8146 159.5850
Nov 2022 142.8010 118.2050 167.3970
Dec 2022 178.6333 146.5375 210.7291
Jan 2023 133.9221 108.0014 159.8428
Feb 2023 130.0728 103.1701 156.9755
Mar 2023 141.0338 110.4114 171.6563
Apr 2023 133.8788 103.3212 164.4364
May 2023 142.5027 104.6542 180.3512

> #Modelo 4: DLL(AICC)
> modelo4=Descomp.Loess(serie.ajuste=yt,h=m,
                        tipo.descomp="multiplicative",grado=1,criterio="aicc")

> #Pronosticos de la tendencia, la estacionalidad y de la serie
> modelo4$tablapron
      Pron_Tt  Pron_St  Pron_serie
Jun 2022 145.4323 0.9476995 137.8261
Jul 2022 148.3271 1.0033259 148.8205
Aug 2022 151.2521 0.9972876 150.8418
Sep 2022 154.2038 0.9781155 150.8292
Oct 2022 157.1792 1.0135790 159.3136
Nov 2022 160.1758 1.0486338 167.9657
Dec 2022 163.1911 1.3093050 213.6669
Jan 2023 166.2232 0.9626554 160.0157
Feb 2023 169.2704 0.9317910 157.7246
Mar 2023 172.3311 0.9857423 169.8741
Apr 2023 175.4041 0.8871892 155.6166
May 2023 178.4881 0.9346757 166.8285

```

Figura 5: Vista ejecución del ajuste y obtención de pronósticos de los modelos locales

Para la exportación a excel de los pronósticos de estos dos modelos locales, se procede como se indica a continuación usando la función R `write.csv2()`,

```

#Exportación tabla de pronósticos del modelo 3 (el SEHW)
write.csv2(modelo3$forecast,file="C:/Users/Nelfi_Gonzalez/Documents/trabajo1/pronostmod3trab1.csv",
           row.names=paste(trunc(time(modelo3$forecast)),cycle(modelo3$forecast),sep="-"))

#Exportación tabla de pronósticos del modelo 4 (DLL(AICC))
write.csv2(modelo4$tablapron,file="C:/Users/Nelfi_Gonzalez/Documents/trabajo1/pronostmod4trab1.csv",
           row.names=paste(trunc(time(modelo4$tablapron)),cycle(modelo4$tablapron),sep="-"))

```

donde se ha especificado guardar la tabla de pronósticos del modelo3 en un archivo de nombre `pronostmod3trab1.csv` y la tabla de pronósticos del modelo4 en un archivo de nombre `pronostmod4trab1.csv`, ambos en la ruta de archivos `C:/Users/Nelfi_Gonzalez/Documents/trabajo1/`. Adapte ruta y nombre de archivo como sea necesario. Los archivos generados se ilustran en la Figura 6.

	fit	lwr	upr
2022-6	131,197601	121,157642	141,23756
2022-7	141,239056	126,783406	155,694707
2022-8	138,60411	121,4549	155,75332
2022-9	133,930013	114,769631	153,090396
2022-10	137,699804	115,81461	159,584999
2022-11	142,80103	118,205023	167,397038
2022-12	178,633283	146,537492	210,729075
2023-1	133,922084	108,001394	159,842774
2023-2	130,07281	103,170084	156,975535
2023-3	141,033847	110,411424	171,65627
2023-4	133,878781	103,321176	164,436386
2023-5	142,502704	104,654198	180,35121

	Pron_Tt	Pron_St	Pron_serie
2022-6	145,432318	0,94769952	137,826139
2022-7	148,327129	1,00332591	148,820452
2022-8	151,25211	0,99728756	150,841849
2022-9	154,203821	0,97811552	150,829151
2022-10	157,17925	1,01357902	159,31359
2022-11	160,175768	1,04863377	167,965719
2022-12	163,191086	1,30930497	213,666901
2023-1	166,223211	0,96265542	160,015674
2023-2	169,2704	0,93179105	157,724644
2023-3	172,331133	0,98574228	169,874085
2023-4	175,404075	0,88718924	155,616608
2023-5	178,488053	0,93467573	166,828451

Figura 6: Vista archivos `pronostmod3trab1.csv`, `pronostmod4trab1.csv`