**3.5 Pronósticos para la validación cruzada**

Para cada modelo ajustado presente la ecuación general de los pronósticos usando los valores estimados para los parámetros, y proporcione los pronósticos puntuales para la validación cruzada junto con sus intervalos del 95% de confianza, debidamente tabulados y fechados. Interprete las cifras obtenidas según los datos, calcule y compare las medidas de precisión de los pronósticos puntuales (MAE, MAPE y RMSE de pronóstico) y las medidas de precisión para los intervalos de pronóstico (amplitud media y cobertura alcanzada); Presente una gráfica comparativa de los pronósticos y valores reales dejados para la validación cruzada. Dé una conclusión respecto a cuál modelo pronostica mejor para el horizonte de pronóstico seleccionado, teniendo en cuenta tanto la precisión de los pronósticos puntuales como la de sus intervalos de predicción.

A continuación, se verán los pronósticos realizados para el periodo ex post para llevar a cabo validación cruzada, lo cual se hace

teniendo en cuenta que el origen ocurre en n = 239. Además, para los intervalos de pronóstico se usará una confianza del 95 % y se

presentará la gráfica de los pronósticos contra los datos reales en los tiempos de pronóstico ex post.

| **Tabla 2.** Pronósticos puntuales y por I.P del 95% de confianza | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Modelo 1 | | | Modelo 2 | | | Modelo 3 | | | Modelo 4 | | |
| Período | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup |
| Dec 2020 | 125.004 | 116.960 | 133.600 | 125.912 | 117.839 | 134.538 | 125.877 | 117.754 | 134.560 | 126.074 | 117.920 | 134.791 |
| En 2021 | 104.026 | 97.088 | 111.461 | 104.564 | 97.546 | 112.086 | 104.015 | 97.091 | 111.433 | 103.913 | 97.006 | 111.313 |
| Feb 2021 | 107.034 | 99.232 | 115.449 | 107.980 | 100.005 | 116.591 | 106.799 | 99.030 | 112.177 | 106.827 | 99.104 | 115.152 |
| Mar 2021 | 113.871 | 104.628 | 123.931 | 114.277 | 104.834 | 124.570 | 113.601 | 104.401 | 123.612 | 113.495 | 104.331 | 123.464 |
| Abr 2021 | 11.305 | 101.784 | 121.716 | 112.172 | 102.520 | 122.732 | 111.057 | 101.603 | 121.390 | 111.115 | 101.716 | 121.382 |
| May 2021 | 116.444 | 105.854 | 128.093 | 116.870 | 106.057 | 120.785 | 116.142 | 105.631 | 127.700 | 115.996 | 105.574 | 127.447 |
| Jun 2021 | 114.782 | 103.765 | 126.968 | 115.432 | 104.201 | 127.874 | 114.568 | 103.388 | 126.957 | 114.580 | 103.723 | 126.575 |
| Jul 2021 | 117.292 | 105.522 | 130.375 | 116.968 | 105.097 | 130.179 | 117.014 | 105.202 | 130.152 | 117.041 | 105.471 | 129.881 |
| Ago 2021 | 119.176 | 106.690 | 133.124 | 120.196 | 107.415 | 134.498 | 119.584 | 106.894 | 133.781 | 119.632 | 107.292 | 133.392 |
| Sep 2021 | 121.367 | 108.148 | 136.201 | 121.901 | 108.461 | 137.007 | 121.101 | 107.690 | 136.181 | 121.133 | 107.884 | 136.009 |
| Oct 2021 | 123.385 | 109.461 | 139.081 | 123.752 | 109.608 | 139.720 | 123.262 | 108.991 | 139.403 | 123.295 | 109.165 | 139.255 |
| Nov 2021 | 127.263 | 112.415 | 144.073 | 127.839 | 112.729 | 144.975 | 126.865 | 111.600 | 144.219 | 126.819 | 111.640 | 144.062 |

Teniendo los pronósticos que se muestran en la tabla 2 para todos los modelos propuestos, vale la pena interpretar el resultado con algún periodo particular, como lo puede ser el mes de febrero de 2021, para el cual el modelo uno pronostica que el índice de ventas nominales será de 107.034 puntos y se situará entre los 99.232 y los 115.449 puntos con una confianza del 95 %. Por su parte, el modelo dos pronostica que el índice de ventas nominales de febrero de 2021 será de 107.980 y se ubicará entre los 100.005 y 116.591 puntos, mientras que el modelo tres proyecta que será de 106.799 puntos y se situará entre los 99.030 y los 112.177 puntos con una confianza del 95 %. Por último, el modelo cuatro pronostica que el índice de ventas nominales de febrero de 2021 será de 106.827 puntos y con una confianza del 95% el índice de ventas nominales estará entre 99.104 y 115.152 puntos. Ahora bien, es importante comparar los cuatro modelos a partir de la tabla de diferentes medidas de error gracias al conocimiento de los valores reales para el periodo ex post, para lo que se presenta la tabla 3.

| **Tabla 3.** Precisión de los Pronósticos puntuales y de los I.P del 95% | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Medidas | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 |
| RMSE | 0.5962 | 0.1083 | 0.6586 | 0.6737 |
| MAE | 0.5462 | 0.1019 | 0.5886 | 0.6174 |
| MAPE (%) | 0.4683 | 0.0874 | 0.5091 | 0.5338 |
| Amplitud. Media I.P | 22.7103 | 23.1035 | 22.9409 | 22.6579 |
| Cobertura (%) I.P | 100% | 100% | 100% | 100% |

Vemos que el modelo dos presenta el menor valor tanto como en RMSE, MAE y MAPE, siguiendo con esta idea según el RMSE el modelo dos se equivocó en promedio en cada pronóstico del periodo ex post en 0.1083 puntos del índice de ventas nominales y según MAE este mismo modelo se equivoca en promedio 0.1019 puntos del índice mientras que según MAPE el modelo dos se equivocó en promedio en cada pronóstico en un 0.0874% respecto al valor real del índice de ventas nominales, en general los cuatro modelos presentan buenos resultados en cuanto pronóstico según las medidas mencionadas anteriormente; en tanto a los intervalos de predicción vemos que todos contienen el valor real de la serie para cada uno de los periodos ex post en este caso el modelo con un intervalo de predicción más estrecho es el modelo cuatro seguido por el modelo uno; para ver más fácilmente la calidad de la predicción se presenta en la figura 1 las predicciones puntuales de cada modelo y los valores reales del índice de ventas para el periodo ex post

|  |
| --- |
| **Figura 13:** Comparación de los pronósticos. |

Podemos concluir con la gráfica que no hay diferencias prácticas de importancia entre los pronósticos puntuales y los valores reales. Como estamos interesados en escoger el modelo que mejor pronóstica sin dejar de lado la validez de supuestos de dicho modelo y teniendo en cuenta que no hay diferencias importantes se preferirá los modelos más parsimoniosos

**3.6 Conclusiones**

A Partir del análisis descriptivo se evidencia que la serie tiene tanto componente de tendencia como componente de estacionalidad adicionalmente su varianza no es constante y aumenta en la misma dirección de la tendencia, por lo que se procede a modelar el logaritmo de la serie, a partir de esto obtenemos que la varianza se estabiliza pero la serie sigue sin ser estacionaria por que aún se mantiene la componente de tendencia y la componente estacional, estas mismas conclusiones se reflejan en la respectiva gráfica ACF , por tanto es pertinente analizar el comportamiento del logaritmo natural de la serie cuando se le aplica la primera diferencia regular, aunque con esto logramos deshacernos de la tendencia, en la respectiva ACF existe un decaimiento lento para 𝑘 = 12, 24, 36, es decir, indica necesidad de aplicar también la diferencia estacional, con esto concluimos que este proceso no es estacionario en sentido débil; al aplicar solo la diferencia estacional sobre el logaritmo de la serie obtenemos que aunque para la gráfica ACF en los k múltiplos de 12 ya no se encuentran correlaciones significativas no podemos considerar el proceso como estacionario en covarianza porque se encontraron evidencias en contra de los supuestos media constante y homocedasticidad; ahora al aplicar el filtro mixto podemos comentar de la gráfica ACF que aunque se encuentran tanto como para la parte regular como para la parte estacional autocorrelaciones muestrales estadísticamente significativas podemos considerar ambas partes como ergódicas además no se encuentran evidencias graficas en contra de los supuestos varianza constante y media constante así concluimos que el logaritmo natural de la serie diferenciado por tendencia y estacionalidad es un proceso ergódico, lo cual muestra además que ya no hay evidencia de existencia de raíces unitarias regulares y estacionales, por lo que no es necesario diferenciar más por tendencia o estacionalidad; según el test HEGY, la serie log(Yt) tiene tanto raíz unitaria regular como estacional, luego, es apropiado diferenciar regular y estacionalmente a esta serie, y con ello se confirma lo que se vio a partir del análisis gráfico sobre la serie de logaritmos y sus diferencias: regular, estacional y combinado. Para empezar con la identificación de modelos comenzamos por identificar los patrones de las gráficas ACF y PACF para la serie log(Yt) diferenciada por tendencia y estacionalidad en la respectiva gráfica ACF para la parte regular identificamos un patrón tipo cola exponencial sinusoidal mientras que la PACF se identifica un patrón tipo corte donde el último rezago estadísticamente diferente de cero es el segundo, por lo que para la parte regular se identifica un AR(2), lo que implica que para la parte regular de log(Yt) se tiene un ARIMA(2,1,0); pasando a la parte estacional en la ACF identificamos un patrón tipo corte con último rezago estacional significativo en k = 24 y en la gráfica PACF un patrón tipo cola por lo que los modelos propuestos deben cumplir la condición de que la parte estacional se modela con un MA(2)[12] y en el caso de log(Yt) un ARMA(0,1,2)[12], mezclando ambos análisis se proponer el **Modelo 1. ARIMA(2,1,0)(0,1,2)[12]** para log(Yt); pasando a la identificación de modelos SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)[s] con ayuda de métodos automáticos, con el método auto.arima() solo se consideraron aquellos que contemplaban tanto la diferencia regular como la estacional, también se descartó aquel modelo que proponía un proceso de medias móviles para la parte regular esto debido a que no concuerda con las evidencias gráficas que mencionamos anteriormente, finalmente el modelo candidato resultante de auto.arima() es: **Modelo 2.** **ARIMA(4,1,0)(1,1,2)[12]** sin deriva para log(Yt); pasando a la identificación con armasubsets con el primer renglón del tablero 12

12 s sobre ∇∇12 𝑙𝑜𝑔 𝑌𝑡 usando el método “ols” y agregando al parámetro

obtenemos el **Modelo 3. ARIMA(6, 1, 10)(0, 1, 1)[12]**, con únicos parámetros no nulos

; ahora con el primer renglón del tablero 18 × 18 de armasubsets sobre ∇∇12 𝑙𝑜𝑔 𝑌𝑡 usando el método “ols” se identifica el **Modelo 4. ARIMA(9, 1, 10)(0, 1, 1)[12]** que solo emplea los términos

.

Pasando al ajuste de estos modelos podemos comentar sobre la significancia de sus parámetros , de la gráfica de la serie real y el modelo ajustado se observa que sigue adecuadamente la tendencia y la estacionalidad presente en la serie además para los cuatro modelos no se observan diferencias significativas en cuanto al ajuste teniendo también en cuenta las medidas de ajuste AIC y BIC, aun así, no está de más comentar que el modelo 1 es el que cuenta con un menor AIC y BIC. Pasando a la validación de supuestos

Para ninguno de los cuatro modelos se encontraron evidencias gráficas en contra de media igual a cero, varianza constante o que los errores sean un proceso ergódico, con el test Ljung-Box confirmamos que no hay evidencia suficiente en contra de que los errores están incorrelacionados, como para todos los modelos obtuvimos que los errores eran un proceso ruido ahora pasaremos a probar si para todos los modelos ellos son un proceso ruido blanco en gráficos Q-Q plot

Comentar problemas enfrentados en la modelación

el modelo explica la dinámica de la serie

confiabilidad pronósticos

Ahora vale la pena hacer un repaso sobre algunos de los modelos obtenidos a lo largo de los tres trabajos: mejor modelo de regresión global del trabajo 1, mejor modelo de regresión global con errores ARMA en el trabajo 2, mejor modelo SARIMA del trabajo 3 y el mejor de los modelos locales (descomposición & loess y Holt-Winters) que en nuestro caso son:

| **Tabla .** Ecuaciones de los modelos a comparar |
| --- |
| **Mejor modelo global.** Logpolinomial de grado seis estacional con funciones trigonométricas en cinco frecuencias Fj =j/12 , j = 1, 2, 3, 4, 5. |
| **Mejor modelo local.** Descomposición multiplicativa y loess lineal  En la vecindad de un tiempo donde se quiere el ajuste  con para todo t en la vecindad de , y con parámetros de la recta local. |
| **Mejor modelo con errores ARMA .**  Logpolinomial de grado seis estacional con funciones trigonométricas en cinco frecuencias Fj =j/12 , j = 1, 2, 3, 4, 5; con error estructural ARMA: ARMA(12,10) con 𝜙7 y 𝜃10.  donde |
| **Mejor modelo SARIMA**  **,** |

En cuanto los ajustes de estos, resalta de la la figura 14 (b) el mal ajuste que obtiene el mejor modelo local, también vale la pena comentar que el mejor modelo global obtiene unos resultados aceptables en cuanto ajuste y para los otros modelos consideramos que se tienen unos buenos resultados en este aspecto, resulta curioso que contrario a lo esperado en cuanto el criterio AIC y BIC los valores que se muestran en la tabla son mayores para el modelo global que para el modelo local además notamos que entre el modelo con errores ARMA y el modelo SARIMA tienen valores similares en estas medidas.

| (a) | (b) |
| --- | --- |
| (c) | (d) |

**Figura 14:** Gráficas de los ajustes. (a) En mejor modelo global (modelo uno trabajo uno); (b) En mejor modelo local; (c) En mejor modelo con errores ARMA(modelo cuatro trabajo dos); (d) En modelo 2b

**Tabla 3.** Valores criterios AIC y BIC

| Medidas | AIC | BIC |
| --- | --- | --- |
| Mejor modelo global | 9.11703 | 11.674705 |
| Mejor modelo local | 4.241348 | 7.265074 |
| Mejor modelo con errores ARMA | 5.303542 | 7.629496 |
| Mejor modelo SARIMA | 5.622459 | 6.046614 |

En cuanto a los pronósticos puntuales de estos modelos, vemos que los pronósticos del modelo global son los que más se alejan de los valores reales que toma la serie en el periodo ex post, en cuanto a el resto de modelos estos alcanzan una predicción aceptable pero destaca la buena predicción del modelo SARIMA para el periodo ex post, para respaldar estas evidencias gráficas recurrimos a los criterios para la precisión de los Pronósticos puntuales y de los I.P del 95% que se muestran en la tabla vemos a excepción del modelo global los modelos tienen valores similares y resulta interesante que el modelo local es el cuenta con menor MAE y MAPE.

|  |
| --- |
| **Figura 1:** Comparación de los pronósticos puntuales. |

| **Tabla 3.** Precisión de los Pronósticos puntuales y de los I.P del 95% | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Medidas | **Mejor modelo global** | Mejor modelo local | Mejor modelo con errores ARMA | Mejor modelo SARIMA |
| RMSE | 2.906349 | 0.6728501 | 0.7601474 | 0.6586 |
| MAE | 2.510166 | 0.5283713 | 0.6555441 | 0.5886 |
| MAPE (%) | 2.108491 | 0.4439505 | 0.5586861 | 0.5091 |
| Amplitud. Media I.P | 26.42722 | NA | NA | 22.9409 |
| Cobertura (%) I.P | 100% | NA | NA | 100% |

Como siempre elegimos el mejor modelo con base a el cumplimiento de los supuestos, pronósticos y ajuste en ese orden vale la pena recordar cuáles modelos si cumplen con la validez de sus supuestos, esto se resume en la siguiente tabla:

|  |  |  | **Tabla 3.** Resumen de métricas relacionadas con el cumplimiento de los supuestos. | | | | | |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Modelo | Supuestos  Sobre | | ¿Hay evidencia fuerte en contra de? | | | | | | | | | | Modelo  Válido | |
| Media cero | | Varianza cte | | Independ | | | Normalidad | | |
|  |  |  | Si | No | Si | No | Si | No | NA | Si | No | NA | Si | No |
| Mejor modelo global | ✘ |  | ✘ |  | ✘ |  |  |  | ✘ |  |  | ✘ |  | ✘ |
| Mejor modelo local | ✘ |  |  | ✘ |  | ✘ | ✘ |  |  |  |  | ✘ |  | ✘ |
| Mejor modelo con errores ARMA |  | ✘ |  | ✘ |  | ✘ |  | ✘ |  | ✘ |  |  |  | ✘ |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

aunque el modelo global hubiera cumplido con los supuestos aún no seria recomendable para modelar nuestra serie ya que los modelos globales asumen que las relaciones establecidas por el modelo son estables en el tiempo lo que no es un hecho viable para un índice de ventas nominales ya que las relaciones comerciales, industriales y económicas evolucionan con el paso del tiempo, una solución a esto serian los modelos locales que son precisamente aquellos que admiten cambios en los parámetros aunque un modelo local nos proporciona un buen ajuste, con el se obtienen malos pronósticos a largo plazo ya que para los pronósticos este busca la última estimación del modelo esto es peligroso ya que nada asegura que el último patrón local y el patrón futura van a coincidir

**4. Referencias y citaciones**

Toda figura, tabla, ecuación, sección, bibliografía, dirección electrónica, etcétera, debe ser referenciada, como se ejemplifica en este documento.

**4.1 Ejemplo (Citaciones y referencias bibliográficas).** Las citaciones bibliográficas deben estar acompañadas por un número en el texto empleando el ambiente “insertar” seguido de “nota al pie…” Las referencias bibliográficas deben ir al final del documento[[[1]](#footnote-0), [[2]](#footnote-1), [[3]](#footnote-2)] y su formato es como se muestra en la Sección Referencias de este documento.

**5. Objetos**

Toda figura, tabla y ecuación es un objeto. Los objetos deben ser colocados lo más cerca posible del párrafo donde son referenciados por primera vez y no se admite que floten en el texto.

**5.1 Tablas**

Se deben colocar en una sola tabla, los resultados de todos los modelos que sean de la misma naturaleza (por ejemplo, tablas de parámetros estimados, tablas de predicciones) y que su colocación sea centrada. Las tablas deben ser tituladas y numeradas en su parte superior, como muestran las Tablas [1](#2et92p0), 2 y 3 del Ejemplo en [5.4.1.](#3znysh7)

**5.2 Figuras**

Las figuras deberán titularse y numerarse en su parte inferior como se muestra en el Ejemplo en 5.4.2. Se deberá dejar en el texto el espacio suficiente para ubicar la figura en el sitio que le corresponde. Las dimensiones de las figuras deberán ser de 5cm x 5cm excepto para aquellas en las que sea necesario un tamaño mayor, pero no deberán ser excesivas al punto de ocupar cada una media página o más.

**5.3 Ecuaciones**

Si se escriben como párrafo, deben ser centradas y con la numeración a la derecha y entre paréntesis. También puede presentarlas dentro de una tabla como se ilustra en la sección 5.4.3. Si se colocan individualmente, en ese caso forman parte de un párrafo y observan las reglas de puntuación. Solo enumere las ecuaciones a las que se refiera en el texto. Para referirse a las ecuaciones utilice la palabra ecuación seguida de su número como se ilustra en el Ejemplo en Sección 5.4.3 Las ecuaciones deben ser escritas en el editor de ecuaciones de Word, no pegadas como imagen capturada de otros documentos.

**5.4 Ejemplos de tablas, figuras y ecuaciones**

**5.4.1 Ejemplo Tablas**. Si las tablas tienen el mismo tipo de información deben colocarse juntas y además si tienen mismo número de filas pueden colocarse una al lado de la otra. En caso contrario se colocan una debajo de la otra, por ejemplo como se ilustra a continuación.

| **Tabla 1:** Parámetros estimados Modelos de regresión global | |
| --- | --- |
| **Tabla 1a.** Parámetros estimados en Modelo 1   | Parámetros | Estimación | Error Std |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 6.25081 | 0.02487 | 251.34474 | 0.00000 | |  | 0.01988 | 0.00129 | 15.39242 | 0.00000 | |  | -1.290×10-4 | 0.00002 | -6.54274 | 0.00000 | |  | 3.168×10-7 | 8.526×10-8 | 3.71609 | 0.00029 | |  | -0.13167 | 0.01574 | -8.36568 | 0.00000 | |  | -0.01853 | 0.01574 | -1.17723 | 0.24105 | |  | 0.01446 | 0.01574 | 0.91883 | 0.35972 | | (escala log); AIC= 8995.101 BIC= 10345.524 | | | | | | **Tabla 1c.** Parámetros estimados en Modelo 2   | Parámetros | Estimación | Error Std |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 6.25467 | 0.04752 | 131.63476 | 0.00000 | |  | 0.02015 | 0.00209 | 9.62945 | 0.00000 | |  | -1.323×10-4 | 0.00003 | -4.75668 | 0.00000 | |  | 3.301×10-7 | 1.101×10-7 | 2.99833 | 0.00320 | |  | -0.14307 | 0.01832 | -7.80790 | 0.00000 | |  | -0.02956 | 0.01719 | -1.71946 | 0.08768 | |  | 0.00512 | 0.01686 | 0.30392 | 0.76163 | | , AIC= 8956.667, BIC= 10301.320 | | | | | |
| **Tabla 1b.** Parámetros estimados en Modelo 1b   | Parámetros | Estimación | Error Std |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 6.21688 | 0.02275 | 273.28662 | 0.00000 | |  | 0.01988 | 0.00129 | 15.39242 | 0.00000 | |  | -1.290×10-4 | 0.00002 | -6.54274 | 0.00000 | |  | 3.168×10-7 | 8.526×10-8 | 3.71609 | 0.00029 | |  | -0.07307 | 7.818e-03 | -9.34583 | 0.00000 | |  | 0.00926 | 0.00787 | 1.17723 | 0.24105 | |  | 0.02467 | 0.00555 | 4.44922 | 0.00002 | | (escala log); AIC= 8995.101 BIC= 10345.524 | | | | | | **Tabla 1d.** Parámetros estimados en Modelo 2b   | Parámetros | Estimación | Error Std |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 6.21279 | 0.04641 | 133.85500 | 0.00000 | |  | 0.02015 | 0.00209 | 9.62945 | 0.00000 | |  | -1.323×10-4 | 0.00003 | -4.75668 | 0.00000 | |  | 3.301×10-7 | 1.101×10-7 | 2.99832 | 0.00320 | |  | -0.07410 | 0.00907 | -8.16517 | 0.00000 | |  | 0.01478 | 0.00860 | 1.71946 | 0.08768 | |  | 0.02709 | 0.00625 | 4.33595 | 0.00003 | | , AIC= 8956.667, BIC= 10301.320 | | | | | |

| **Tabla 2.** Pronósticos puntuales y por I.P del 95% de confianza | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Modelo 1 | | | Modelo 1b | | | Modelo 2 | | | Modelo 2b | | |
| Período | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup |
| 1993 Q4 | 1649.702 | 1429.387 | 1903.976 | 1649.702 | 1429.387 | 1903.976 | 1668.857 | --- | --- | 1668.857 | --- | --- |
| 1994 Q1 | 1450.015 | 1255.496 | 1674.671 | 1450.015 | 1255.496 | 1674.671 | 1450.493 | --- | --- | 1450.493 | --- | --- |
| 1994 Q2 | 1628.089 | 1408.739 | 1881.594 | 1628.089 | 1408.739 | 1881.594 | 1629.504 | --- | --- | 1629.504 | --- | --- |
| 1994 Q3 | 1687.280 | 1458.900 | 1951.411 | 1687.280 | 1458.900 | 1951.411 | 1691.936 | --- | --- | 1691.935 | --- | --- |

| **Tabla 3.** Precisión de los Pronósticos puntuales y de los I.P del 95% | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Medidas | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 |
| RMSE | 0.5962 | 0.1083 | 0.6586 | 0.6737 |
| MAE | 0.5462 | 0.1019 | 0.5886 | 0.6174 |
| MAPE (%) | 0.4683 | 0.0874 | 0.5091 | 0.5338 |
| Amplitud. Media I.P | 22.7103 | 23.1035 | 22.9409 | 22.6579 |
| Cobertura (%) I.P | 100% | 100% | 100% | 100% |

**5.4.2 Ejemplo Figuras**. Figuras del mismo tipo deben colocarse juntas como se ilustra a continuación.

| (a) | (b) |
| --- | --- |
| (c) | (d) |
| **Figura 1:** Gráficas de los ajustes. (a) En modelo 1; (b) En modelo 1b; (c) En modelo 2; (d) En modelo 2b | |

**5.4.3 Ejemplo ecuaciones**

**5.4.3.1 Ecuaciones cada una en un párrafo independiente**

Las ecuaciones (1) a (4) corresponden a los modelos 1 (log-cúbico estacional con indicadoras, nivel de referencia Q4), modelo 1b (log-cubico estacional usando variables trigonométricas en la representación de la componente estacional, en frecuencias , ), modelo 2 (exponencial –cúbico estacional con variables indicadoras, trimestre de referencia Q4 (se usan las indicadoras, nivel de referencia Q4) y modelo 2b (exponencial – cúbico estacional usando variables trigonométricas en la representación de la componente estacional, en frecuencias , ), respectivamente,

**,** . (1)

**,** . (2)

**,** . (3)

**,** . (4)

**5.4.3.2 Ecuaciones como parte de una tabla**

| **Tabla 4.** Ecuaciones de los modelos propuestos |
| --- |
| **Modelo 1**  **,** |
| **Modelo 1b**  **,** |
| **Modelo 2**  **,** |
| **Modelo 2b**  **,** |

1. **Referencias**

   [] Chuang, I. L. and Nielsen, M. A. (2000), “Quantum computation and quantum information”, Cambridge: Cambridge University Press. [↑](#footnote-ref-0)
2. [] Moreno, L. F. (2004), “Factorización cuántica de números enteros. Una introspectiva al algoritmo de Shor”, Universidad EAFIT. [↑](#footnote-ref-1)
3. [] Shor, P. W. (1994), “Algorithms for quantum computation. Discrete logarithms and factoring,” In 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science, pp. 124–134, IEEE. [↑](#footnote-ref-2)