

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA CALIDAD
Y PRODUCTIVIDAD”**

TEMA:

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DEL PROCESO DE DESPACHO DE
IMPORTACIÓN EN UNA INSTITUCIÓN ADUANERA.

AUTOR:

MARIELA IVONNE ORELLANA PONCE

Guayaquil - Ecuador

2018

DEDICATORIA

A Dios!

Por darme la oportunidad de despertar cada día y por guiarme en cada paso que doy. Gracias al nuestro Creador por permitirme alcanzar esta meta.

A mis padres!

Gracias a mis padres por su apoyo incondicional y por el esfuerzo que hacen en su día a día de trabajo, gracias a ellos puedo concluir esta meta y por ellos son quien soy, orgullosamente y con la cara muy en alto agradezco a Carlos Orellana Lino y Brígida Ponce Villacreses, mi mayor inspiración.

A mis amigos!

Gracias a mis amigos y amigas que llegaron a mi vida a brindarme su apoyo, a través de sus consejos, de su amor y de su paciencia me ayudaron a seguir adelante y poder concluir exitosamente esta meta.

,

AGRADECIMIENTO

La vida está llena de retos y uno de los principales motivos para perseverar y cumplirlos satisfactoriamente es Dios y el apoyo de la familia, mediante este agradecimiento de tesis, quiero exaltar la labor de mis padres, amigos, de todos aquellos que estuvieron presentes durante toda o la mayor parte de la realización y el desarrollo de esta tesis, gracias por todas sus aportaciones.

Gracias a Dios, por mi vida y por la de mis padres, y porque cada día bendice mi vida, sin su bendición hubiese sido imposible cumplir esta meta.

Gracias a mis padres, por su apoyo incondicional y porque sin duda fueron mi motor y ejemplo a seguir.

Gracias a mis amigos, por su ayuda desinteresada en estos dos años de estudio.

Muchas gracias a todos.

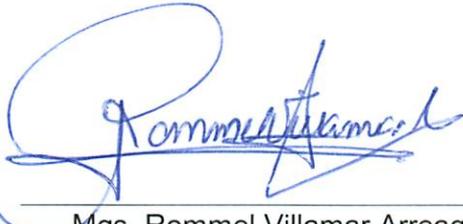
DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Postgrados** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



Autor: Mariela Ivonne Orellana Ponce

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Mgs. Rommel Villamar Arreaga

Presidente



PhD. Sandra García Bustos

Director



Mgs. Mónica Mite León

Vocal



PhD. MaríaNela Pastuizaca

Fernández

Vocal

Análisis de la variabilidad del proceso de despacho de importación en una institución aduanera.

*Magister en Estadística con
Mención en Gestión de la
Calidad y Productividad*

AUTOR DEL PROYECTO



Autor: Mariela Ivonne Orellana Ponce

ABREVIATURAS O SIGLAS

SENAE	Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
CUSUM	Suma Acumulada (por su nombre en inglés)
ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average
DAI	Declaración Aduanera de Importación
DEPÓSITO TEMPORAL	Local donde se ingresan y/o almacenan temporalmente mercancías pendientes de la autorización de levante por la autoridad aduanera.
DEPÓSITO ADUANERO	Local donde se ingresan y almacenan mercancías solicitadas al régimen de depósito aduanero. Pueden ser privados o públicos.
OPERADOR DE COMERCIO EXTERIOR	Persona natural o jurídica que participa de manera directa o indirecta en las operaciones de ingresos y salidas de las mercancías.
CONSIGNATARIO	Persona natural o jurídica autorizada por la Administración Aduanera a operar como despachador de aduana en el despacho aduanero de las mercancías de su propiedad o consignadas a su nombre.

RESUMEN

El presente trabajo realiza un análisis de variabilidad del proceso de Despacho de Importación en una Institución Aduanera desde el punto de vista de los tiempos de nacionalización de mercancías de cada una de las 5 etapas que intervienen en el proceso, mediante el desarrollo del modelo CUSUM para buscar los cambios significativos en las etapas del proceso, aplicando las técnicas de puntos de quiebre que permita verificar los cambios estructurales que se dan en determinados periodos de tiempos.

En el primer capítulo, se describe los orígenes de las actividades aduaneras y los actores que intervienen en el proceso de nacionalización de mercancías, además, describe cada una de sus etapas y justifica la razón del análisis efectuado a este proceso de Aduana.

El segundo capítulo, desarrolla el análisis de situación actual del proceso de nacionalización de mercancías que se efectúa a través del procedimiento para gestión de las Declaraciones Aduaneras de Importación y se presente el cálculo que se realiza para obtener los resultados de cada una de sus etapas en términos de tiempos.

El tercer capítulo, desarrolla un análisis de variabilidad para el proceso de despacho de importación, considerando los tiempos de nacionalización de mercancías de cada una de las 5 etapas que intervienen en el proceso, para lo cual se utiliza el modelo CUSUM para buscar los cambios significativos en las etapas del proceso en un determinado período de tiempo y se realiza un enfoque cuantitativo de pronóstico en los tiempos de nacionalización de las mercancías.

En el cuarto capítulo se explican los resultados obtenidos de los procedimientos estadísticos utilizados en el análisis de variabilidad para cada una de las 5 etapas establecidas y se determinan los valores pronosticados para el año 2018. Y por último, el quinto capítulo se presentan las conclusiones a las que se llegaron con el análisis de variabilidad y se responde el objetivo general y los objetivos específicos planteados; enunciando las recomendaciones para futuros análisis.

ÍNDICE GENERAL

Índice de contenidos

Pág. 1

CAPÍTULO I	
ANTECEDENTES, PROBLEMA, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación	4
1.4. Alcance	5
1.5. Objetivos del Proyecto	5
1.5.1. Objetivo General	5
1.5.2. Objetivos Específicos:.....	6
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO, ESTADO DEL ARTE Y ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL.....	7
2.1. Marco Teórico	7
2.2. Estado del Arte	11
2.3. Análisis de situación actual	13
2.3.1. Procedimiento para Gestión de las Declaraciones Aduaneras de Importación	13
2.3.2. Procedimiento para el cálculo de Tiempos de Nacionalización	17
CAPÍTULO III	
MARCO METODOLÓGICO	20
3.1. Metodología	20
3.2. Método	21
3.3. Gestión de Datos	25
3.3.1. Análisis de los Tiempos de Nacionalización	25
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS	33
4.1. Modelo ETAPA 1.....	33
4.2. Modelo ETAPA 2.....	38
4.3. Modelo ETAPA 3.....	43
4.4. Modelo ETAPA 4.....	48
4.5. Modelo ETAPA 5.....	53
4.6. Modelo TIEMPO TOTAL	58
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. Conclusiones	64
5.2. Recomendaciones	68

BIBLIOGRAFÍA..... 69
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Pág. 3

Tabla 1. Procedimiento de Actividades.....	14
Tabla 2. Estadísticos de Tiempos.....	25
Tabla 3. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA1.....	34
Tabla 3. Pronóstico vs valor observado 2018, modelo ETAPA1.....	38
Tabla 5. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 2.....	39
Tabla 6. Pronóstico vs valor observado 2018, modelo ETAPA.....	43
Tabla 7. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 3.....	44
Tabla 8. Pronóstico vs valor observado 2018, modelo ETAPA 3.....	48
Tabla 9. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 4.....	49
Tabla 10. Pronóstico vs valor observado 2018, modelo ETAPA 4.....	52
Tabla 11. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 5.....	54
Tabla 12. Pronóstico vs valor observado 2018, modelo ETAPA 5.....	58
Tabla 13. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo TIEMPO TOTAL.....	59
Tabla 14. Pronóstico vs valor observado 2018, modelo TIEMPO TOTAL.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.4
Figura 1. Etapas del proceso de nacionalización.....	3
Figura 2. Flujograma de Actividades	17
Figura 3. Región de rechazo de la Prueba CUSUM	23
Figura 4. Tiempos por Etapa	27
Figura 5. Tiempo Etapa 1	27
Figura 6. Tiempo Etapa 2	28
Figura 7. Tiempo Etapa 3	29
Figura 8. Tiempo Etapa 4	30
Figura 9. Tiempo Etapa 5	30
Figura 10. Tiempo Total	31
Figura 11. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 1	33
Figura 12. Punto de Quiebre en los residuos (diciembre 2015), modelo ETAPA 1	34
Figura 13. Punto de Quiebre en la serie (diciembre 2015), modelo ETAPA 1.....	35
Figura 14. Pronóstico Tiempos de Nacionalización, ETAPA 1.....	36
Figura 15. Diagnóstico del modelo ARIMA (0,1,0), ETAPA 1	37
Figura 16. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 2	39
Figura 17. Punto de Quiebre en los residuos (diciembre 2015), modelo ETAPA 2	40
Figura 18. Punto de Quiebre en la serie (diciembre 2015), modelo ETAPA 2.....	40
Figura 19. Pronóstico Tiempos de Nacionalización, ETAPA 2.....	41
Figura 20. Diagnóstico del modelo ARIMA (1,1,0)(1,0,1)[12], ETAPA 2	42
Figura 21. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 3	44
Figura 22. Punto de Quiebre en los residuos (septiembre 2015), modelo ETAPA 3	45
Figura 23. Punto de Quiebre en la serie (septiembre 2015), modelo ETAPA 3	45
Figura 24. Pronóstico Tiempos de Nacionalización, ETAPA 3.....	46
Figura 25. Diagnóstico del modelo ARIMA (3,1,0), ETAPA 3	47
Figura 26. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 4	49
Figura 27. Punto de Quiebre en los residuos (mayo 2015), modelo ETAPA 4.....	50
Figura 28. Punto de Quiebre en la serie (mayo 2015), modelo ETAPA 4	50
Figura 29. Pronóstico Tiempos de Nacionalización, ETAPA 4.....	51
Figura 30. Diagnóstico del modelo ARIMA (0,1,0), ETAPA 4	52
Figura 31. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 5	53
Figura 32. Punto de Quiebre en los residuos (febrero 2016), modelo ETAPA 5	54
Figura 33. Punto de Quiebre en la serie (febrero 2016), modelo ETAPA 5.....	55
Figura 34. Pronóstico Tiempos de Nacionalización, ETAPA 5.....	56

Figura 35. Diagnóstico del modelo ARIMA (1,1,0)(0,1,0)[12], ETAPA 5	57
Figura 36. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo TIEMPO TOTAL	59
Figura 37. Punto de Quiebre en los residuos (dic 2015), modelo TIEMPO TOTAL.....	60
Figura 38. Punto de Quiebre en la serie (dic 2015), modelo TIEMPO TOTAL	60
Figura 39. Pronóstico Tiempos de Nacionalización, TIEMPO TOTAL	61
Figura 40. Diagnóstico del modelo ARIMA (1,1,0)(1,0,1)[12], TIEMPO TOTAL	62

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES, PROBLEMA, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

1.1. Antecedentes

Uno de los mayores impactos de la globalización ha estado relacionado a los flujos comerciales a nivel mundial. El acceso a mercados que en el pasado simplemente eran improbables han cambiado, y cada vez el movimiento comercial a través del intercambio de mercaderías de los países desarrollados y en desarrollo ha incrementado paulatinamente.

La expansión del comercio mundial ha sido dos veces más rápida que el Producto Interno Bruto (PIB) mundial durante la última década, la apertura comercial de los países en desarrollo ha sido uno de los factores que ha permitido esta expansión. Sin embargo, la apertura comercial debe ir acompañada de políticas públicas que fomenten la integración comercial.

La globalización en general y la liberalización del comercio en particular, tienen importancia internacional sobre las políticas nacionales (Grindle, 2010). Una de estas políticas guarda jerarquía con la administración de las aduanas, que promueva la transparencia de comerciantes, predictibilidad y rapidez en el despacho de mercaderías (Zamora Torres & Navarro Chávez, 2015). Así como, facilitar el comercio exterior a través de la simplificación tributaria y reglamentaria.

En relación a los organismos multilaterales, según CEPAL a través de la Organización Mundial de Aduanas (OMA), antes Consejo de Cooperación Aduanera, se promueve la seguridad comercial a través del mejoramiento institucional y operativo en toda la cadena de actividades comerciales (Rosales, 2009). Por otro lado, es importante conocer que la Convención Internacional sobre la Simplificación y Armonización de los Regímenes Aduaneros (Convenio de Kioto) es la principal norma legal que regula los procedimientos aduaneros y data desde septiembre de 1974 (Duarte, 2015).

En Ecuador, una vez instituida la Primera Asamblea Constituyente, el 14 de agosto de 1830 en Riobamba, nace la República del Ecuador y, así mismo, nace el nuevo quehacer aduanero. A partir de ese momento, se empieza a institucionalizar las actividades aduaneras mediante la creación de oficinas en las ciudades más importantes a nivel nacional. En 1998, a través de la aprobación de la Ley Orgánica de Aduanas, se dio origen a la Corporación Aduanera Ecuatoriana (CAE) y al Servicio de Vigilancia Aduanera. Sin embargo, años más tarde mediante Suplemento del Registro Oficial 351 de 29 diciembre de 2010, se publicó el "Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones" que crea el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE) como sucesora de todos los derechos y obligaciones de la CAE (SENAE, 2014).

Uno de los principales objetivos de SENAE es incrementar la eficiencia y eficacia en los procesos de comercio exterior, relacionados al ingreso y salida de mercancías, medios de transportes y personas, por lo que su enfoque estructural conlleva a puntualizar la medición de los tiempos en el proceso de nacionalización de mercancías importadas.

El tiempo en el proceso de nacionalización, comienza con la llegada del medio de transporte y finaliza con la salida de las mercaderías del depósito, e intervienen varios actores como agentes de aduana, importadores, consolidadoras de carga, depósitos temporales, de los cuales la aduana es tan sólo uno de ellos.

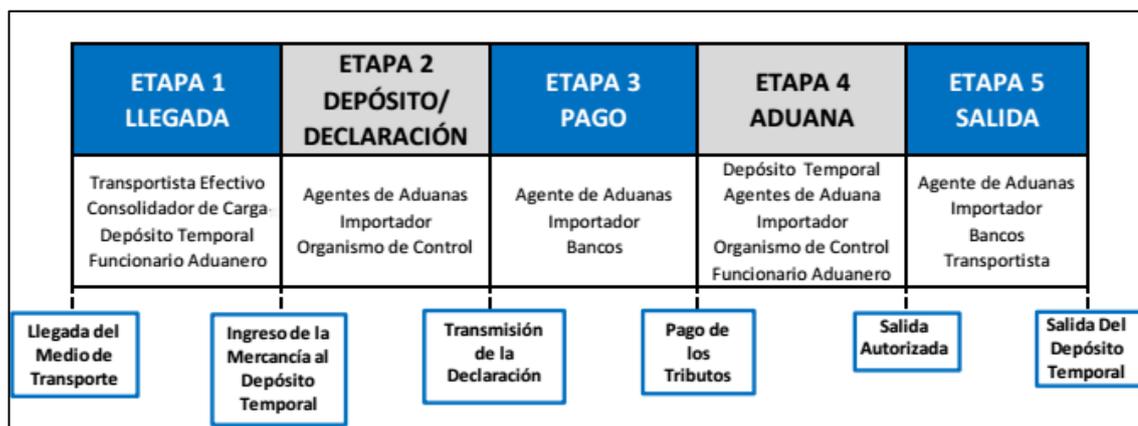
La finalidad del presente trabajo de investigación es el análisis de los tiempos de nacionalización de las mercancías que ingresan al país bajo el régimen a Consumo, el mismo que contribuirá a conocer las diferentes variantes que ocasionarían que los tiempos sean elevados y poder mejorar la entrega oportuna en la nacionalización y de esta manera reducir los costos de la logística.

1.2. Planteamiento del problema

El proceso de nacionalización de mercancías del SENAE se enfoca en 5 etapas, la etapa 1 (Llegada) inicia desde la llegada del medio de transporte que incluye la intervención de transportista efectivo, consolidador de carga, depósito temporal y funcionario aduanero y culmina con el ingreso de la mercancía al

depósito aduanero, posteriormente la etapa 2 inicia con el ingreso de la mercancía al depósito temporal en la que intervienen los agentes de aduana, el importador y los organismos de control y finaliza con la transmisión de la declaración aduanera de importación, luego de esto se registra la etapa 3 que inicia con el pago cuyos actores son agente de Aduanas, importador y bancos, le sigue la etapa 4 de aduana en la que intervienen depósito temporal, agente de aduana, importador, organismo de control y funcionario, esta etapa culmina con la salida autorizada. Finalmente, la etapa 5 de salida cuyos intervinientes son agentes de aduana, importador, bancos y transportistas hasta la salida del depósito temporal de mercadería. Las etapas en mayor detalle pueden visualizarse en la Figura 1.

Figura 1. Etapas del proceso de nacionalización



Fuente: SENAE, 2016.

Basado en el último reporte de SENAE a diciembre 2017, el tiempo de nacionalización toma 4,95 días. Este tiempo total desglosado por etapa se divide de la siguiente manera: la etapa de llegada toma 0,77 días, la etapa de depósito/declaración toma 2,17 días; la etapa de pago toma 0,58 días, etapa de aduana toma 0,39 días y etapa de salida 1,04 días.

En este sentido, se puede identificar que, del total del tiempo de despacho a la Aduana le corresponde aproximadamente 7%, que es el tiempo transcurrido desde el pago de la liquidación hasta la salida autorizada. El 93% restante del tiempo de nacionalización representa a las demás etapas que no dependen directamente de la Aduana.

La mejoría en tiempos de nacionalización se ha observado desde la implementación en SENAE de Ecuapass en 2012, a partir de este sistema el aforo físico de mercadería se desarrolla de manera automática en base al buen historial del importador. Esta situación ha permitido una mejoría en la eficiencia de la etapa 4. Previa a la implementación del sistema, los tiempos de nacionalización sumaban en promedio 12 días; en la actualidad se registran en promedio 5 días.

Bajo este contexto, evaluar los tiempos de nacionalización de mercancías permitirá diagnosticar la variabilidad de cada una de las cinco etapas del proceso de despacho de importación de mercancías bajo el régimen de importación a consumo a nivel nacional, identificando los diferentes puntos de quiebre que influyen en el incremento de los tiempos de las etapas del proceso de despacho de mercancías en un determinado período y así beneficiar a los importadores para que la nacionalización de su mercancía cumpla con todas las formalidades aduaneras en el menor tiempo posible.

1.3. Justificación

La justificación del presente trabajo de investigación se basa en tres factores: los costos logísticos originados por una potencial demora en el tiempo de nacionalización, motivación de actores en el caso de aceleración en los tiempos de nacionalización y el desarrollo de insumos para la emisión de políticas públicas.

En primer lugar, la importancia de los tiempos que toma cada etapa en el proceso de nacionalización de bienes al Ecuador, obedece a las repercusiones en comercio exterior del país. Es indispensable reconocer como los costos logísticos que dependen de los tiempos de esta actividad son muy sensibles a los incrementos o decrementos temporales estudiados, una de las principales repercusiones económicas se puede visualizar en los costos de almacenaje o bodegaje ocasionado por la demora en la nacionalización.

Por otro lado, una mejoría de tiempos de nacionalización vuelve atractiva la comercialización entre países. Es decir, al reducir los tiempos, los exportadores de países con mercadería de uso ecuatoriano incrementan su interés para establecer relaciones comerciales con Ecuador y de esta manera, tomar provecho

de los tiempos de nacionalización en relación a otros países en los que probablemente les tomaría mucho más tiempo hacer llegar sus productos.

El último justificativo se obtiene a partir del accionar gubernamental, debido a que los hallazgos encontrados producto de los resultados del presente trabajo investigativo permitirán tomar decisiones en materia de política pública que encaminen acciones en post de la mejora relacionada al comercio exterior del Ecuador.

1.4. Alcance

El alcance del trabajo a desarrollar se basa en la disponibilidad de información en relación a los tiempos de nacionalización de las importaciones a consumo del Ecuador por etapa a partir de los datos facilitados por el SENA E.

En este sentido, se analizará la variabilidad de cada una de las cinco etapas del proceso de despacho, considerando datos de tiempo de nacionalización de mercancías a nivel nacional, bajo el régimen de importación a consumo en los 5 últimos años, específicamente los datos del periodo 2013 a 2017.

Es importante destacar que los datos a analizar se encuentran facilitados en períodos de tiempo promedio mensuales y su computo se lo realiza a través de los distritos aduaneros de SENA E en los territorios que se lleva a cabo operaciones de comercio exterior tanto terrestre (Huaquillas, Tulcán, entre otros), aéreo (Guayaquil y Quito) y marítimo (Guayaquil, Manta, Puerto Bolívar y Esmeraldas).

De esta manera, se puede estimar la relevancia de la información provista guarda los criterios básicos para permitir llegar a conclusiones

1.5. Objetivos del Proyecto

1.5.1. Objetivo General

Medir la variabilidad del proceso de despacho de importación, desde el punto de vista de cada etapa, en términos de tiempo, a fin de determinar los puntos de quiebre que influyen en el incremento del tiempo de duración del proceso de despacho aduanero.

1.5.2. Objetivos Específicos:

- Desarrollar un análisis de variabilidad para el proceso de despacho de importación, considerando los tiempos de nacionalización de mercancías de cada una de las 5 etapas que intervienen en el proceso.
- Crear el modelo CUSUM para buscar los cambios significativos en las etapas del proceso en un determinado período de tiempo.
- Aplicar las técnicas de puntos de quiebre para identificar los cambios que existen en la tendencia de la serie de tiempos de nacionalización.
- Realizar un enfoque cuantitativo de pronóstico en los tiempos de nacionalización de las mercancías.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, ESTADO DEL ARTE Y ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Marco Teórico

La historia del inicio de las aduanas se atribuye a la época del imperio en Egipto en los siglos XV y XVI A.C., a través del inicio del comercio, regulado con la creación de aduanas en los puertos y zonas fronterizas; en estos lugares se gravaban las mercancías exceptuando a los bienes de la corona (reinado).

Por otro lado, históricamente la creación de aduanas en el mundo está combinada a la comercialización a nuevos mercados, desde este punto de vista el descubrimiento de América a través de la expansión colonial de España, ha sido un hito clave en el desarrollo de la transferencia de mercancías y la creación de aduanas. Poner referencia

El comercio entre la metrópoli y sus posesiones se fundó en Sevilla, cuyo puerto era entonces el último habilitado para el comercio con las Indias, la Casa de Contratación, en tráfico comercial entre Europa y América sólo podía hacerse en aquella época en dos flotas que anualmente debían salir de los puertos habilitados en la península. Inicialmente fue el puerto de Sevilla, le siguió el puerto de Cádiz y posteriormente otros puertos de otras provincias de España. *Poner referencia si es la misma se debe colocar todo en cursiva y con comillas*

Desde el punto de vista etimológico, la palabra aduana proviene de una etimología variada, unos toman del árabe "Al Diovan" casa o lugar donde se reunía los administradores de finanzas para la percepción de derechos o impuestos, y otros mencionan que proviene del italiano "Dogona" (del lux) ambas del persa "Diván", lugar o local de reunión de los administradores financieros (Prado, 2018). Sin duda alguna, obedece a una institución que permite administrar y regular facultades, prohibiciones, gravámenes, entre otros, para las personas naturales y jurídicas que realicen actividades de comercio exterior.

Con el pasar del tiempo, las regulaciones han permitido institucionalizar las políticas públicas en materia de comercio exterior a través de la creación de servicios de aduanas que facilitan la nacionalización de mercaderías. Así como la creación de otras instituciones públicas y privadas que colaboran en este ecosistema aduanero.

Actualmente, el término “aduanas” se refiere a una autoridad u organismo en un país que tiene la responsabilidad de recaudar aranceles y controlar el flujo de bienes, incluidos animales, transportes, artículos personales y peligrosos, desde y hacia un país. Cada país tiene sus propias leyes y reglamentos para la importación y exportación de mercancías que su autoridad aduanera aplique y algunos productos pueden ser de carácter restrictivo o prohibitivo. En la mayoría de los países, los entes aduaneros nacen a través de acuerdos gubernamentales y leyes internacionales.

Shujie & Shilu (2009) recomiendan que los roles principales en la administración de las aduanas son: asesor de políticas, implementador de políticas, facilitador comercial y proveedor de seguridad.

Desde el punto de vista integral en el funcionamiento de un país, la aduana es parte de una de las tres funciones básicas de un gobierno (recaudación de ingresos). Sin embargo, como mitigación de la corrupción, muchos países han optado por privatizar parcialmente los servicios de aduana.

Definitivamente al ser un ente captador de recursos su administración es relevante para la economía de un país. La importancia de las aduanas es tan alta que hay propuestas de integración económica global que incluyen este componente desde hace muchos años atrás. El-Agraa (1997) plantea una integración económica que incluye áreas de libre comercio, una aduana unida, mercados comunes, unión económica y una completa integración económica.

Desde el punto de vista asociativo, en 1952, se establece el Consejo de Cooperación Aduanera (CCC) que años más tarde se llamaría Organización Mundial de Aduanas (OMA), como organismo intergubernamental independiente cuya misión es mejorar la eficacia y la eficiencia de las administraciones aduaneras. Hoy, la OMA representa a 182 administraciones de aduanas de todo

el mundo que procesan colectivamente aproximadamente el 98% del comercio mundial¹.

En 2005 el Banco Mundial proponía estrategias para la modernización de las aduanas en base a los problemas identificados en diversos diagnósticos realizados. Los temas potenciales que requerían solución eran relacionados a recursos humanos, aspectos legales, integración y administración de riesgo (World Bank Group, 2005).

Por otro lado, la Organización Mundial del Comercio (OMC) habla de un término más amplio que jerárquicamente deja por debajo a las aduanas, ésta institución habla de que la logística comercial no consiste únicamente en la expedición de mercancías a través de las fronteras, sino que abarca una amplia gama de servicios, desde la recogida de los productos, el envío integrado de las mercancías, la adquisición del transporte, el despacho de aduanas, el almacenamiento y la distribución, hasta la entrega de los productos a los consumidores finales.

Basado en un término integral como logística comercial, la competitividad internacional no solo debe ser medido a través del mejor producto. Al realizar procesos de comercialización internacional, las mercancías pasan por distintos procesos. (Amora Torres & Navarro Chávez (2015) aseguran que la competitividad de las aduanas está ligada estrictamente con esos procesos: tiempos del paso por aduanas, procesos de carga y descarga, los servicios de transporte y otros servicios logísticos.

Hausman, Lee, & Subramanian (2005) concluyen que las organizaciones que tienen poder directo o indirecto sobre el desempeño logístico en las operaciones portuarias deben centrar su atención en reducir las fuentes de fricción logística como una forma de aumentar la capacidad de su país para competir en la economía global actual.

Hummels (2000) identifica sensibilidad en los precios de las tarifas de productos en relación con el tiempo de demora en la exportación, conduciendo a la creación de una barrera de entrada para esta operación comercial. Por otro lado, incluso en tiempos de la liberalización del comercio internacional, las

¹ <http://www.wcoomd.org/en/about-us/what-is-the-wco.aspx>

restricciones y los controles son necesarios para dar efecto al comercio y los objetivos de política industrial (Gordhan, 2012).

Según Verwaal & Donkers (2001) los costos de transacción relacionados con las aduanas reprimen internacionalmente las actividades comerciales de las empresas, incluso a bajos niveles. Las principales transacciones relacionadas como: economías de escala, procedimientos aduaneros simplificados e información avanzada y tecnología de la comunicación son determinantes en los costos de transacción relacionados con las aduanas. Cuando estos factores se tienen en cuenta, el tamaño de la empresa no tiene ningún efecto en las transacciones relacionadas con costos de aduana.

Esta situación se complementa al identificar cuáles son las razones por las que los países deciden incrementar su volumen de comercio internacional. Para Wilson, Mann, & Tsunehiro (2004) tanto las importaciones como las exportaciones de un país aumentarán con mejoras en las siguientes medidas de facilitación al comercio: eficiencia portuaria, entorno aduanero, entorno normativo y sector de servicios infraestructura.

De la misma manera, tanto los reglamentos técnicos como los procedimientos aduaneros constituyen una fuente creciente de conflictos comerciales que pueden ser particularmente ásperos y perjudiciales para el sistema de comercio mundial (Messerlin & Zarrouk, 2000).

En este sentido, los países deben buscar facilidades para que el comercio mundial fluya. Pero ¿qué es la facilitación al comercio?, la facilitación al comercio es la simplificación, la armonización, la normalización y la modernización de los procedimientos comerciales que busca reducir los costos de transacción comercial en la interfaz entre negocios y gobierno, y es un tema de agenda dentro de muchas actividades relacionadas con las aduanas (Grainger, 2012).

Debido a la importancia de los tiempos y procedimientos en el quehacer comercial que según la estimación realizada por Djankov et al. en 2006 en promedio, cada día adicional que un producto se retrasa antes de enviarse, se reduce el comercio en al menos 1 por ciento. Dicho de otra manera, cada día es equivalente a un país que se distancia de sus socios comerciales en 70 km en promedio (Djankov, Freund, & Pham, 1818). La ayuda para la facilitación al

comercio reduce el tiempo necesario para el despacho de aduana y también los costos del despacho de aduana (Fujimitsu, 2012).

Sin embargo, en caso de existir servicios de despacho de aduana más eficientes, esta situación no reduce el tiempo de entrega si los servicios locales de transporte y logística siguen siendo ineficientes y no competitivos (Nordas & Pinali, 2006).

Los modelos estadísticos, con sus simulaciones correspondientes, muestran que todos los países pueden beneficiarse de procedimientos administrativos y aduaneros más eficientes para obtener el mayor beneficio de la mejora de costumbres y procedimientos administrativos, ambos socios comerciales deben hacer esfuerzos, incluso si estos esfuerzos no son equivalentes (N. Wilson, 2009)

Para el caso Ecuador, existen algunas iniciativas para mejorar los niveles de tránsito y logística en el comercio de mercancías. Desde el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE) se han desarrollado algunos pilotos, proyectos y programas que permiten dinamizar la comercialización internacional con la mejora de procedimientos y tiempos.

Romero Martínez (2016) planteó la propuesta de mejorar y armonizar procedimientos aduaneros logísticos en la frontera colombo-ecuadoriano para el uso del sistema de Tránsito Internacional de Mercancías (TIM), en este sentido el SENAE y la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia (DIAN) han colocado sus mayores esfuerzos en el desarrollo del plan piloto que recomienda el uso de softwares entre las facilidades a desarrollarse en la logística aduanera entre ambos países.

Otra línea analizada por Noblecila (2015) en relación con el SENAE, son las medidas preventivas desarrolladas en los últimos años que resultan en un mejoramiento en los tiempos de desaduanamiento o nacionalización de las mercancías sometidas al control de la aduana, de conformidad con las leyes y reglamentos, según la naturaleza y objetivos de la operación comercial.

2.2. Estado del Arte

Los trabajos realizados a nivel mundial en relación con suma acumulada (CUSUM) son variados y enfocados en distintas áreas de estudio. Brown, Durbin,

& M. (1975) postulaban al modelo CUSUM como una de las técnicas para probar la constancia de las relaciones de regresión a lo largo del tiempo. De esta manera el modelo fue divulgado para su aplicación en distintos sectores hasta la actualidad.

Kahya, 1999 aplicó CUSUM para predecir las dificultades financieras corporativas. El modelo desarrollado tenía la capacidad de distinguir entre los cambios en las variables financieras de una firma y los cambios estructurales debido a dificultades financieras.

También se han realizado estudios del modelo CUSUM en procesos autocorrelacionados como parte de una serie de tiempo, este trabajo fue realizado por Lee, Ha, Na, & Na (2003) y métodos CUSUM relacionados a la salud, investigado por Yang, Cunnold, Newchurch, & Salawitch (2005) y Tekkis, Senagore, Delaney, & Fazio (2005).

Martillo et al (2018) a través de diversas herramientas estadísticas, entre ellas las pruebas CUSUM y CUSUM R, confirmaron que en la última década en el Ecuador han existido muchos cambios estructurales, mejorando la recaudación tributaria y evitando la evasión fiscal.

Por otro lado, los trabajos de investigación relacionados a las diferentes aplicaciones de regresión de punto de quiebre, dan noción a las variedades de análisis que se han realizado, como el de los cambios en el ámbito de la salud, que fue desarrollado por López-Campos, Ruiz-Ramos, & Soriano (2013) y otras aplicaciones de la regresión elaborado por Dehkordi, Tazhibi, & Babazade (2014).

Actualmente, en Ecuador no se han realizado estudios de investigación sobre el proceso de despacho de importación en términos de tiempos de nacionalización de mercancías, sin embargo el enfoque que se plantea para medirlos ha sido objeto de verificación por parte de otras aduanas del mundo, a través de reportes de estudios sobre el tiempo necesario para la liberación (TRS), como el que elaboró el Ministerio de Finanzas del Gobierno de Nepal (2017), por ser una herramienta especial desarrollada por la Organización Mundial de Aduanas para medir los aspectos pertinentes de la efectividad de los procedimientos operativos llevados a cabo por las aduanas, otros organismos

reguladores y partes interesadas del sector privado en el procesamiento estándar de importaciones, exportaciones, transfronterizos y tránsito (Kimtai, Aduwi, Kipro, & Ojwang, 2004). El TRS tiene como objetivo conocer el tiempo medio empleado para el despacho de los envíos de entrada a salida en el área aduanera y prescribir posibles medidas correctivas para que las aduanas y otras agencias fronterizas mejoren su desempeño.

También se han realizado trabajos investigativos relacionados a los procedimientos para importación y despacho de mercancías, como lo sugiere la Guía para la medición del tiempo que se requiere para el despacho de las mercancías, elaborada por la Organización Mundial de Aduanas, 2011.

2.3. Análisis de situación actual

2.3.1. Procedimiento para Gestión de las Declaraciones Aduaneras de Importación

La Declaración Aduanera de Importación tiene como objeto uniformizar la presentación de la declaración de mercancías de importación, además son un instrumento para la aplicación armonizada de los procedimientos aduaneros. La transmisión de la Declaración Aduanera (DAI) se la debe efectuar dentro del plazo establecido en el Art. 66 del Reglamento al Título de la Facilitación Aduanera para el Comercio, del libro V del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones.

La modalidad de despacho (canal de aforo) de las mercancías se determina una vez numerada la Declaración Aduanera (DAI). Cuando se trate de la DAI, además de conocer la modalidad de despacho, el declarante puede saber la identificación del servidor aduanero encargado del trámite, según sea el caso.

En el caso de controversia, la Declaración Aduanera (DAI y DAS) junto con los documentos de soporte y acompañamiento transmitidos por el declarante según corresponda, serán aportados como prueba por parte del SENA E ante la autoridad competente.

El envío electrónico de la Declaración Aduanera (DAI) se podrán realizar las 24 horas del día, los 365 días del año, sin embargo, la atención de las mismas se la

realizará en los horarios que dicte para el efecto el Director General o su delegado.

2.3.1.1. Procedimiento de Actividades

En la tabla 1 se muestra el procedimiento de actividades para la transmisión de las declaraciones aduaneras de importación, que describe paso a paso el flujo que sigue una declaración como parte primordial del cálculo de tiempos de nacionalización de mercancías.

Tabla 1. Procedimiento de Actividades

No	Actividad	Producto de Entrada	Descripción de Actividad	Responsable	Producto de Salida
1.	Llena la DAI/DAS	Información de la mercancía	Realiza el llenado de la DAI/DAS y adjunta los documentos de soporte y acompañamiento que se requieran.	Declarante	DAI en espera de ser enviada.
2.	Envía la DAI/DAS	DAI en espera de ser enviada.	Procede a firmar electrónicamente la DAI/DAS y realizar la transmisión.	Declarante	DAI/DAS enviada.
3.	Recepta DAI/DAS	DAI/DAS enviada.	Recepta los datos consignados en la DAI/DAS.	Ecuapass	Número de entrega generado por el Ecuapass.
4.	Valida datos	Número de entrega generado por el Ecuapass.	Valida la información de la DAI/DAS, documentos de soporte y de acompañamiento, según el caso.	Ecuapass	DAI/DAS validada por el Ecuapass.
5.	¿Error?	DAI/DAS validada por el Ecuapass.	Si se detectaron errores en la validación de datos, se procede con la actividad 5.1 caso contrario a la 5.2	Ecuapass	Información con errores y sin errores.
5.1.	Notifica error	Información con errores	De encontrarse errores en la validación de datos, el Ecuapass genera la notificación de error, a fin de que el declarante proceda a corregir. Para revisar esta notificación utilice la siguiente ruta: <u>portal externo > Trámites operativos > 1.8 Integración de estados del trámite.</u>	Ecuapass	Notificación de error recibida por el declarante.

5.1.1.	Corrige la DAI/DAS	Notificación de error recibida por el declarante.	Recibe la notificación de error, corrige y vuelve a transmitir la DAI/DAS. Continúa con la actividad 2.	Declarante	DAI/DAS transmitida nuevamente.
5.2.	DAI/DAS estado liquidada	Información sin errores	Procesa la información de la DAI/DAS y genera internamente el Número de liquidación y de declaración; para su posterior notificación.	Ecuapass	Número de liquidación y de declaración generada internamente por el Ecuapass.
6.	Asigna canal de aforo	Número de liquidación y de declaración generada internamente por el Ecuapass.	Procede a la asignación del canal de aforo, según el perfilador de riesgos.	Ecuapass	DAI/DAS con canal de aforo asignado.
7.	Comunica al declarante	DAI/DAS con canal de aforo asignado.	Procede a realizar el envío de la notificación de aceptación. Para revisar esta notificación el declarante debe utilizar la siguiente ruta: portal externo > Trámites operativos > 1.8 Integración de estados del trámite.	Ecuapass	Notificación de aceptación recibida por el declarante.
8.	Realiza pago de tributos al comercio ext.	Notificación de aceptación recibida por el declarante.	En el caso de la DAI el pago debe ser realizado previo al acto de aforo, mientras que en la DAS puede ser realizado previo o posterior al aforo, sin perjuicio a lo establecido en el art. 116 del Copci.	Consignatario	DAI/DAS en espera de ser aforada.
9.	Subproceso de aforo	DAI/DAS en espera de ser aforada.	Procede a realizar el aforo respectivo. Para conocer detalladamente este subproceso remitirse al "SENAE-GOE- 2-2-003 Guía de operadores de comercio exterior para la modalidad de despacho con canal de aforo automático", "SENAE-MEE-2-2-011 Manual específico para las mercancías amparadas bajo la modalidad de despacho con canal de aforo documental o	Técnico operador del área de aforo.	Cierre de aforo sin novedades o novedades subsanadas.

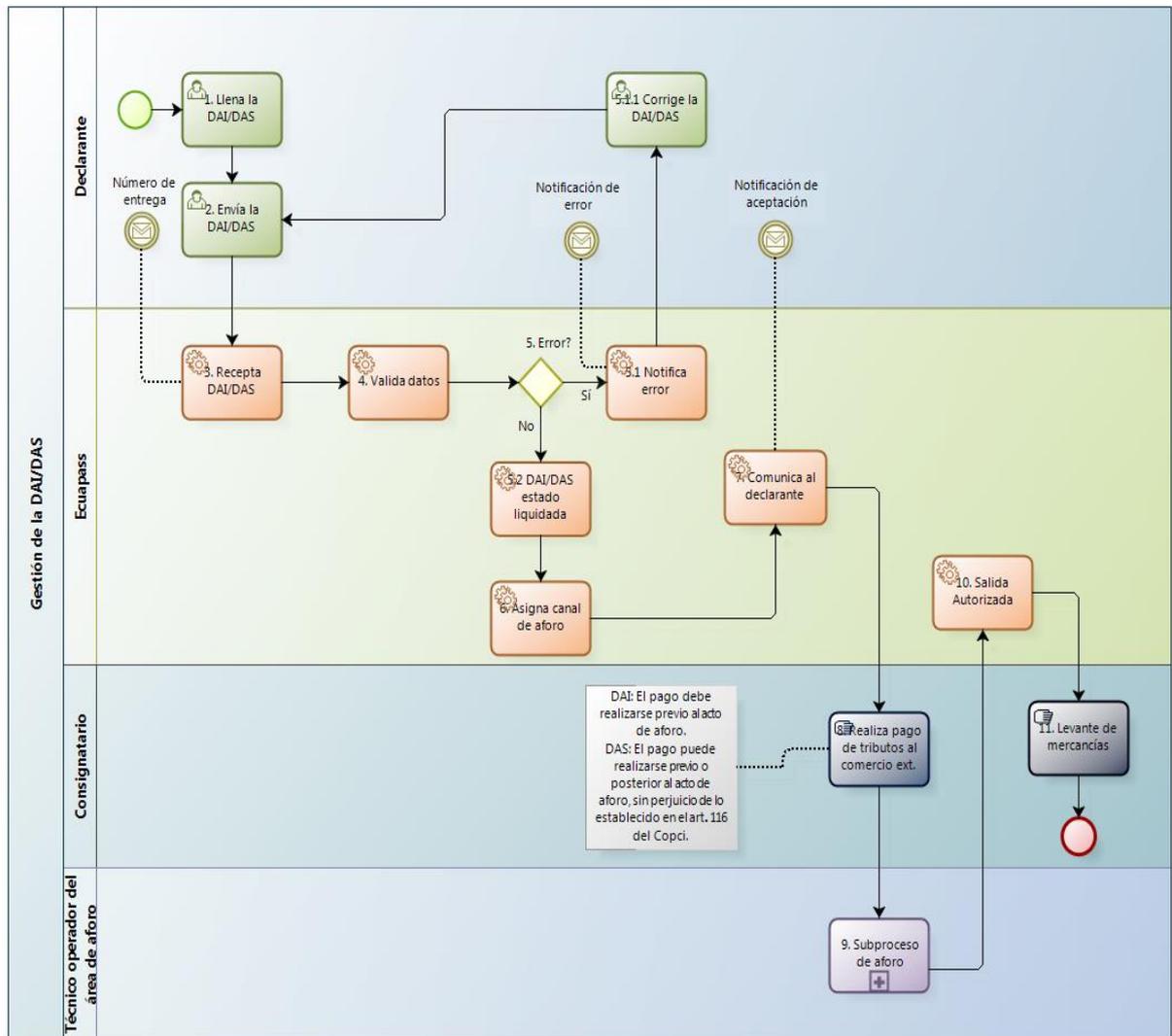
			<i>electrónico” o “SENAE-MEE-2-2-004 Manual específico para las mercancías amparadas bajo la modalidad de despacho con canal de aforo físico”.</i>		
10.	Salida Autorizada	Cierre de aforo sin novedades o novedades subsanadas.	Notifica al declarante de que la DAI/DAS tiene estado de “Salida autorizada”, por lo que puede realizar el levante.	Ecuapass	Mercancía en espera de ser retirada del depósito temporal.
11.	Levante de mercancías	Mercancía en espera de ser retirada del depósito temporal.	Realiza el levante de las mercancías del depósito temporal.	Consignatario	Mercancías a disposición de su consignatario . Fin del proceso

Fuente: SENAE, 2013

2.3.1.2. Flujograma de Actividades

En la Figura 2 se muestra el flujo de actividades para la gestión de la declaración aduanera de importación con los respectivos actores que participan en el proceso.

Figura 2. Flujograma de Actividades



Fuente: SENA, 2013

2.3.2. Procedimiento para el cálculo de Tiempos de Nacionalización

El propósito que se ha dado al proceso para el cálculo de los tiempos de nacionalización es medir el tiempo entre la llegada y la liberación de las mercancías y examinar los procedimientos y organismos involucrados. Los datos de referencia pueden ser utilizados para determinar la eficiencia del despacho aduanero y agilizar el proceso. El resultado constante que se espera es la reducción general del tiempo de despacho.

Los objetivos se basan en:

- Medir el tiempo promedio de despacho de la mercancía desde la llegada del medio de transporte hasta la salida del Depósito Temporal

- Medir los aspectos pertinentes de la eficacia de los procedimientos operativos que se llevan a cabo por la Aduana y otros actores dentro de la cadena logística
- Medir los elementos del flujo comercial con exactitud para que las decisiones conexas encaminadas a mejorar dicho desempeño, puedan ser implementadas.
- Identificar oportunidades para mejorar los procedimientos relacionados con los procedimientos de cruce de frontera a fin de lograr mayor eficacia y eficiencia.
- Medir la gestión en frontera
- Medir la éxito de la modernización aduanera

El proceso de desaduanización de mercancías importadas está compuesto de 5 etapas que se describen a continuación:

ETAPA 1 LLEGADA: Desde la llegada del medio de transporte hasta el ingreso de la mercancía al depósito temporal

ETAPA 2 DEPÓSITO: Desde el ingreso de las mercancías al depósito temporal hasta la transmisión de la declaración

ETAPA 3 PAGO: Desde la transmisión de la declaración hasta el pago de los tributos al comercio exterior

ETAPA 4 ADUANA: Desde el pago de los tributos al comercio exterior hasta la autorización de salida

ETAPA 5 SALIDA: Desde la autorización de salida de la mercancía hasta el retiro efectivo de las mercancías del depósito temporal.

El Tiempo de Nacionalización o de Liberación de la mercancía es calculado sobre el total de los trámites del régimen de importación a consumo que hayan concluido su proceso de desaduanización, excluyendo aquellas declaraciones que hayan sido observadas en el control concurrente y las que tengan un régimen precedente. Adicionalmente, se calcula un percentil estadístico de 80% sobre la base depurada. Esta consideración adicional excluye el 20% de las declaraciones aduaneras cuyo proceso ha tardado más, por razones propias de la casuística de

esa importación. Ejemplos claros son las importaciones de vehículos, cuya tramitología incluye la espera de la venta propia del vehículo al consumidor final.

Los resultados que se obtiene producto del análisis se monitorean mensualmente, evaluando los tiempos por etapas e identificando procedimientos que se han convertido en cuellos de botella en el proceso de nacionalización.

En cada etapa del proceso de nacionalización, el monitoreo constante ha llevado a tomar acciones correctivas y de mejora en los procedimientos, incluyendo cambios en los procesos, fortalecimiento de la gestión de riesgo, diseños de consultas de información de control concurrente, ampliación de horarios de atención, promoción de beneficios del nuevo sistema ECUAPASS, entre otras.

Uno de los principales logros ha sido el acercamiento al sector privado, representados por los agentes de aduana y los importadores, mediante capacitaciones, exposiciones y reuniones, creando un compromiso con los objetivos de eficiencia operativa de la aduana, al sentirse completamente involucrados en la mejora de los procesos aduaneros y en la cadena logística internacional.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Metodología

Para el desarrollo del caso de estudio la metodología tendrá un Enfoque Cuantitativo. Según Sampieri et al. (2010) el enfoque cuantitativo realiza la recolección de información mediante la medición y el análisis de datos a través de procedimientos estadísticos, donde se busca generalizar los resultados encontrados a una colectividad lo que se conoce como razonamiento deductivo (Baena, 2014). En el presente estudio se aplicará las investigaciones de tipo descriptivo, documental y de campo durante el levantamiento de información.

Se considera como una investigación descriptiva debido a que la misma permite la caracterización del problema y de sus elementos, por lo que consiste en ampliar el conocimiento que se tiene sobre el objeto de estudio y todo lo relacionado a la problemática citada. Por otra parte, se utilizó la investigación de campo debido a que se aplicó la recolección de datos directamente al objeto de estudio.

Para el procesamiento de la información se utilizará el modelo Cusum (sumas acumuladas por sus siglas en inglés) se aplicará para los datos temporales de tiempos de nacionalización de mercancías, con la finalidad de medir la variabilidad del proceso en un determinado período de tiempo, desconociendo además el momento en que se produce algún cambio estructural.

La variabilidad del proceso a través del tiempo crea franjas como parte del indicador de capacidad de proceso en el tiempo, lo que se analizará a través de dos técnicas:

- Verificando si efectivamente el tiempo se ha mantenido estable o de cierto modo se ha reducido, ya que lo que interesa es que el proceso se encuentre dentro de los límites de especificación.
- Buscando en la serie, cambios estructurales con la técnica de puntos múltiples de quiebre, Joint point regression, (regresión de punto de

quiebre), la cual plantea que pueden existir un cierto número de cambios significativos en la estructura de una serie, lo que implicaría variaciones en su tendencia o en su variabilidad.

- Realizar un pronóstico de los tiempos de desaduanización de mercancías por medio de los modelos ARIMA, con lo cual permitirá establecer un modelo dinámica que se explique por datos históricos y no por variables explicativas.

Analizar por etapa a través del modelo Cusum, es de gran importancia para constatar la estabilidad de una etapa en particular, ya que como el sistema se refleja en series de tiempos, una etapa podría ocasionar que todo el proceso no sea estable.

La regresión de puntos de quiebre busca puntos en particular en los que el quiebre sea significativo, como mejoramiento del tiempo o empeoramiento del mismo, para identificar de tal forma, en esos puntos, las situaciones que repercutieron al cambio como ajustes de las normas o cambios en el sistema.

Por otro lado, el enfoque de la estabilidad del proceso permite verificar si el proceso se mantiene estable y lo menor variable posible, siendo así consistente a través del tiempo. Demostrar que no existen cambios significativos en la variabilidad, pero sí en la tendencia, lo que significaría estimar que el proceso de desaduanización es bueno ya que ha ido mejorando consistentemente a lo largo del tiempo, determinando de esta manera la predicción por medio de un modelo ARIMA por etapas.

3.2. Método

El método a utilizar para determinar la estabilidad estructural de la serie corresponde al modelo de CUSUM (o gráfico de control de suma acumulativo) se utiliza como un sistema de control estadístico de la calidad, es una técnica de análisis secuencial desarrollada por la Universidad de Cambridge. Usualmente es utilizado para monitorear la detección de cambios. CUSUM se anunció en BiométriKa, en 1954.

Como su nombre lo indica, CUSUM implica el cálculo de una suma acumulada (que es lo que hace que sea "secuencial") de acuerdo con la fórmula SIGUIENTE:

$$S_0 = 0$$
$$S_{n+1} = \max (0, S_n + x_n - w_n)$$

Dónde:

S_n = resultado de suma acumulada

x_n = muestras del proceso

w_n = pesos asignados

El modelo CUSUM o suma acumulada de los residuos recursivos se define de la siguiente manera:

$$CUSUM_t(S) = \sum_{j=1}^t \frac{W_{i+1,1}}{\sigma_W}, \quad t = k, k + 1, \dots, T - 1$$

Dónde:

σ_W = Desviación Estándar

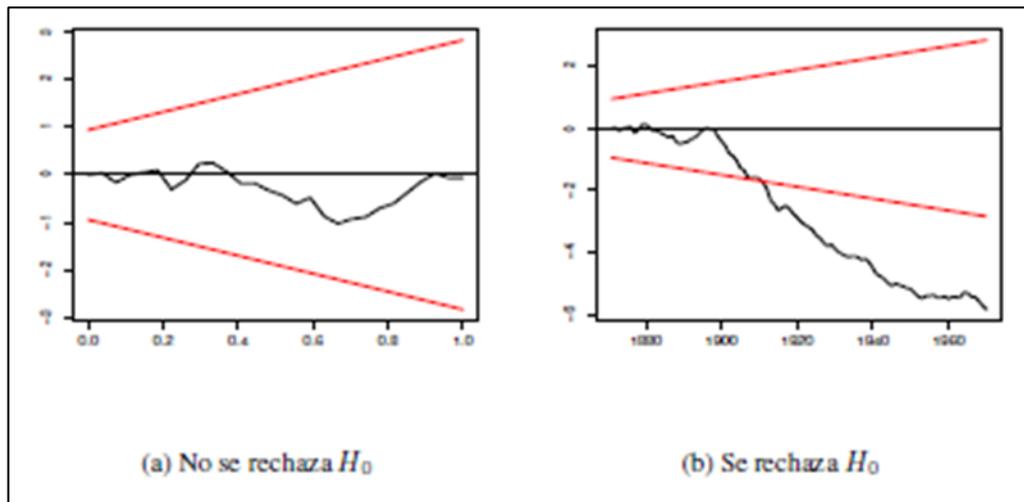
$$\sigma_W = \sqrt{\frac{\sum_{i=k}^{T-1} (W_{i+1,i} - \bar{W})^2}{T - k}}, \quad W = \frac{1}{T - k} \sum_{i=k}^{T-1} W_{i+1,i}$$

El estadístico $CUSUM_t$ es utilizado como medio de verificación sobre la estabilidad estructural del modelo. La región de aceptación es una banda formada por dos líneas rectas, la cual se obtiene de la siguiente expresión:

$$\pm \alpha(\sqrt{T - k} + 2 \frac{t - k}{\sqrt{T - k}})$$

Considerando $\alpha=0.948$ para un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$). Gráficamente la zona de rechazo o no del estadístico $CUSUM_t$ se representa de la siguiente manera:

Figura 3. Región de rechazo de la Prueba CUSUM



Punto de Quiebre

La Regresión de Punto de Quiebre es estimada a partir de la identificación de la serie de tiempo (comando “**ts**” en R) $Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t$ para cada ETAPA de los tiempos de nacionalización de las mercancías, donde T_t es la tendencia, ε_t es la componente aleatoria y componente estacional S_t .

Para la determinación del componente estacional es necesario generar las variables indicadoras $I_j(t)$ para $t = 1, 2, \dots, T$. Es decir, surge la necesidad de generar una matriz $I_j(t)$, donde al variar $j = 1, \dots, s$ se varía la columna y al variar $t = 1, 2, \dots, T$ varían las filas.

Para determinar el punto de quiebre se parte del supuesto $Y_i = X'_t\beta + \varepsilon_t$, $t = 1, \dots, T$, donde se asume m puntos de quiebre o cambio estructural, para los cuales los coeficientes varían de un valor a otro, permaneciendo constantes entre los puntos. Los puntos de quiebre son tales que:

$$Y_i = X'_t\beta + \mu_i, \quad i_{j-1} + 1 \leq i \leq i_j, \quad j = 1, \dots, m + 1$$

Los puntos de quiebre son obtenidos a través de la Regresión entre los datos de los tiempos por etapa Y_t de frecuencia s , ya va a estar en función de las variables indicadoras $I_j(t), j = 1, \dots, s, t = 1, \dots, T$, las cuales corresponden a una matriz de ceros y unos (It) de dimensiones $T * (s - 1)$, con $s - 1$ columnas.

Pronóstico, Modelos ARIMA

El modelo autorregresivo integrado de medias móviles o ARIMA se suele expresar como ARIMA (p,d,q) donde los parámetros p, d y q son números enteros no negativos que indican el orden de las distintas componentes del modelo — respectivamente, las componentes autorregresiva, integrada y de media móvil. La representación matemática del modelo corresponde de la siguiente forma:

$$Y_t = -(\Delta^d Y_t - Y_t) + \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta^d Y_{t-i} - \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t$$

Donde **d** corresponde a las diferencias que son necesarias para convertir la serie original en estacionaria, ϕ_1, \dots, ϕ_p son los parámetros pertenecientes a la parte "autorregresiva" del modelo, $\theta_1, \dots, \theta_q$ los parámetros pertenecientes a la parte "medias móviles" del modelo, ϕ_0 es una constante, y ε_t es el término de error (llamado también innovación o perturbación estocástica esta última asociada más para modelos econométricos uniecuacionales o multiecuacionales).

La prueba de Ljung-Box (llamada así por Greta M. Ljung y George Edward Pelham Box) es un tipo de prueba estadística que se realiza con el fin de realizar el contraste de autocorrelaciones distintas de cero dentro de la serie de tiempo es necesario realizar la *Prueba Q* de Ljung – Box, la cual se define de la siguiente forma:

H_0 : Los residuos del modelo ARIMA no están autocorrelacionados

H_a : Los residuos del modelo ARIMA están autocorrelacionados

El estadístico de prueba está dado por:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^h \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k}$$

Donde n es el número de observaciones dentro de la serie de tiempo, $\hat{\rho}_k$ es la autocorrelación de la serie en el retraso k y h corresponde al total de retardos que se están probando. De acuerdo con el nivel de significancia α , la región crítica para el rechazo de la hipótesis nula está dada por:

$$Q > \chi_{1-\alpha, h}^2$$

Donde $\chi_{1-\alpha, h}^2$ corresponde al α – cuantil de la distribución chi – cuadrado con m grados de libertad.

3.3. Gestión de Datos

La fuente de datos es la que se registra en la base informática del Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE), relacionada a las mercancías ingresadas bajo el régimen de importación a consumo en el periodo 2013 a 2017.

3.3.1. Análisis de los Tiempos de Nacionalización

El proceso de despacho de importación de mercancías se mide a través del tiempo de nacionalización que conlleva la salida de dichas mercancías del territorio aduanero. Para el Ecuador este procedimiento en el cual intervienen varios actores, ha sido regulada por el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE), manteniendo a lo largo del tiempo, un mejoramiento continuo que ha beneficiado a los importadores con la nacionalización de su carga en el menor tiempo posible.

Verificar la estabilidad del proceso de despacho de importación de mercancías a través de un estudio de variabilidad en el periodo 2013 a 2017, será de gran ayuda para conocer las casuísticas bajo las cuales cada etapa se debe regir para mantenerse estable, aunque actualmente el proceso presenta tiempos de nacionalización bajos, se puede analizar adicionalmente los factores que influyen a que varíen en determinados períodos y oscilen con tendencia a aumentar.

Cuando el valor de S que es el resultado de suma acumulada, descrito en la Ec. 3.1, excede un determinado valor umbral, se ha encontrado un cambio en el valor. La fórmula indicada en el modelo CUSUM solo detecta cambios en la dirección positiva. Cuando también se necesiten cambios negativos, se debe usar la operación mínima en lugar de la operación máxima, y esta vez se ha encontrado un cambio cuando el valor de S está por debajo del valor (negativo) del valor umbral.

A continuación, se presenta una tabla que resumen los principales datos descriptivos de la base de datos:

Tabla 2. Estadísticos de Tiempos

Estadísticos	Etapas 1	Etapas 2	Etapas 3	Etapas 4	Etapas 5	Tiempo
---------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	---------------

						Total
Varianza	0.02	0.25	0.02	0.01	0.04	0.77
Desviación Estándar	0.14	0.50	0.13	0.08	0.19	0.88
Coefficiente de Correlación	0.87	0.90	0.89	0.68	0.68	

Elaborado por: Autor

Los estadísticos calculados en la tabla 2 muestran la variabilidad, dispersión de cada etapa y la relación de cada etapa del tiempo de nacionalización de mercancías con el tiempo total.

La varianza es una variable aleatoria y una medida de dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media. O en pocas palabras, es la media de los residuos al cuadrado.

La varianza más alta de la base de datos se refleja en el Tiempo total con 0,77 días y la varianza más baja es representada por la Etapa 4 con 0,04 días.

La desviación típica o desviación estándar es una medida de dispersión para variables de razón (variables cuantitativas o cantidades racionales) y de intervalo.

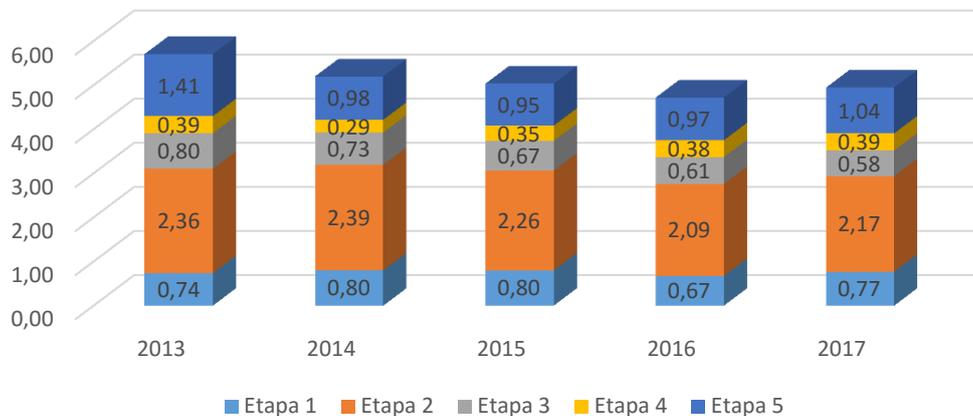
Como la desviación estándar es proporcional a la varianza, de la base de datos la mayor desviación estándar la representa el tiempo total (0,88) y la menor desviación estándar la Etapa 4 (0,08).

El coeficiente de correlación de Pearson es una medida de la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. A diferencia de la covarianza, la correlación de Pearson es independiente de la escala de medida de las variables. El valor del índice de correlación varía en el intervalo [-1,1]. Donde 1 representa un índice de correlación positiva perfecta.

En este caso, al comparar con la variable tiempo total. La etapa 2, posee el mayor coeficiente de correlación con 0,90, la etapa 3 con 0,89, la etapa 2 con 0,87 y la etapa 4 y 5 poseen el menor coeficiente de correlación con 0,68 cada una.

3.3.1.1. Tiempos por Etapa

Figura 4. Tiempos por Etapa



Elaborado por: Autor

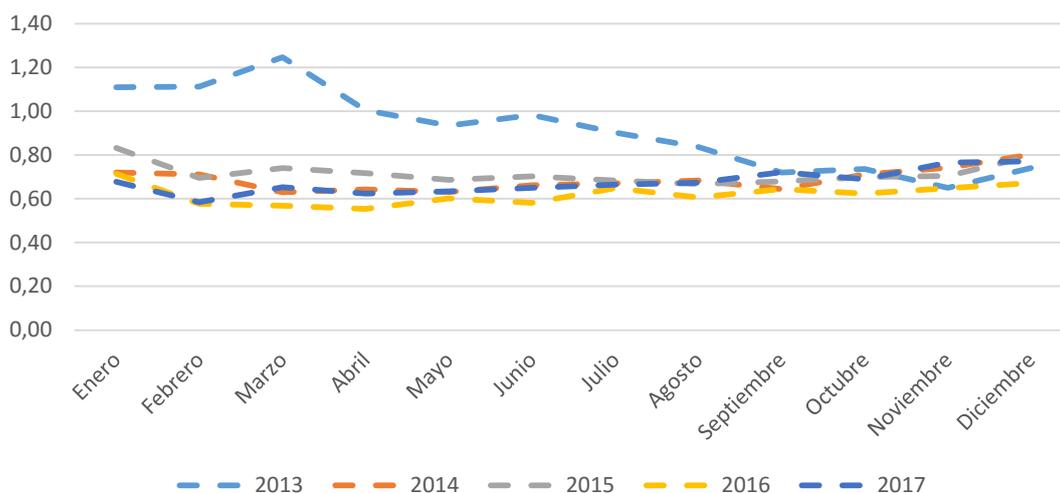
Fuente: SENAE, 2017

Tomando como referencia los datos del último mes de cada año, se tiene que en el año 2013, varias etapas tuvieron tiempos elevados en relación a los demás años, destacándose la etapa 5 de mayor influencia en ese año, ya que el tiempo total alcanzó 5,71 días. Sin embargo en el año 2016 los tiempos obtenidos en cada etapa del proceso de nacionalización de mercancías repercutieron positivamente a lograr un tiempo total de 4,72 días.

3.3.1.2. Etapa 1

La etapa 1, denominada como LLEGADA que inicia desde la llegada del medio de transporte hasta el ingreso de la mercancía al depósito temporal, muestra que en el año 2013 los tiempos eran elevados, por lo que se crea como una facilidad al comercio exterior, el despacho anticipado, con la finalidad de reducir el tiempo total de despacho suprimiendo la espera de la llegada de mercancías e ingreso al depósito temporal de las mismas para transmitir la declaración aduanera de importación, beneficiando a que en el año 2017 (diciembre) el tiempo en esta etapa alcanzara 0,77 días.

Figura 5. Tiempo Etapa 1



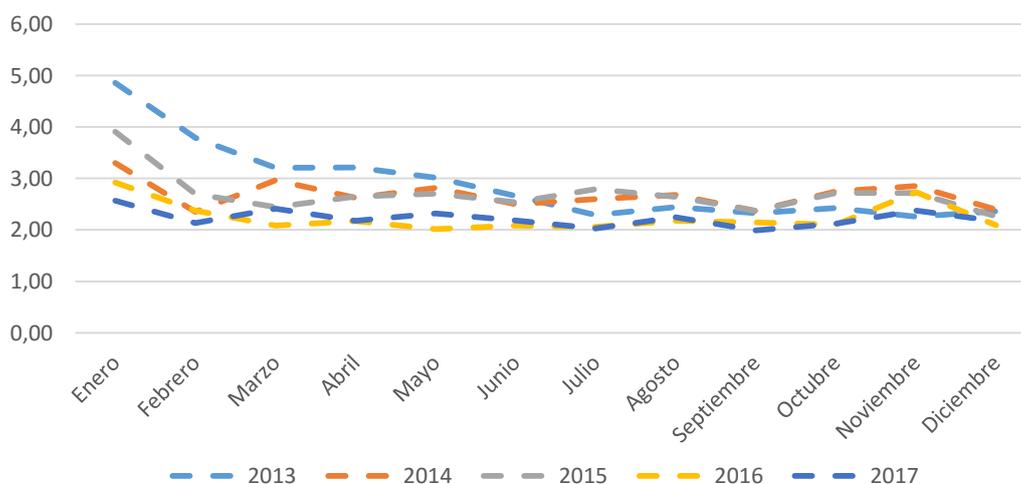
Elaborado por: Autor

Fuente: SENAE, 2017

3.3.1.3. Etapa 2

La etapa 2, denominada como DEPÓSITO que inicia desde el ingreso de las mercancías al depósito temporal hasta la transmisión de la declaración, muestra tendencia decreciente en el año 2013, sin embargo en el año 2017, su línea tendencial refleja que los tiempos obtenidos en ese año fueron menores con respecto a otros años (2015, 2014), obteniendo que para el año 2017 (diciembre) el tiempo en esta etapa alcanzó 2,17 días.

Figura 6. Tiempo Etapa 2



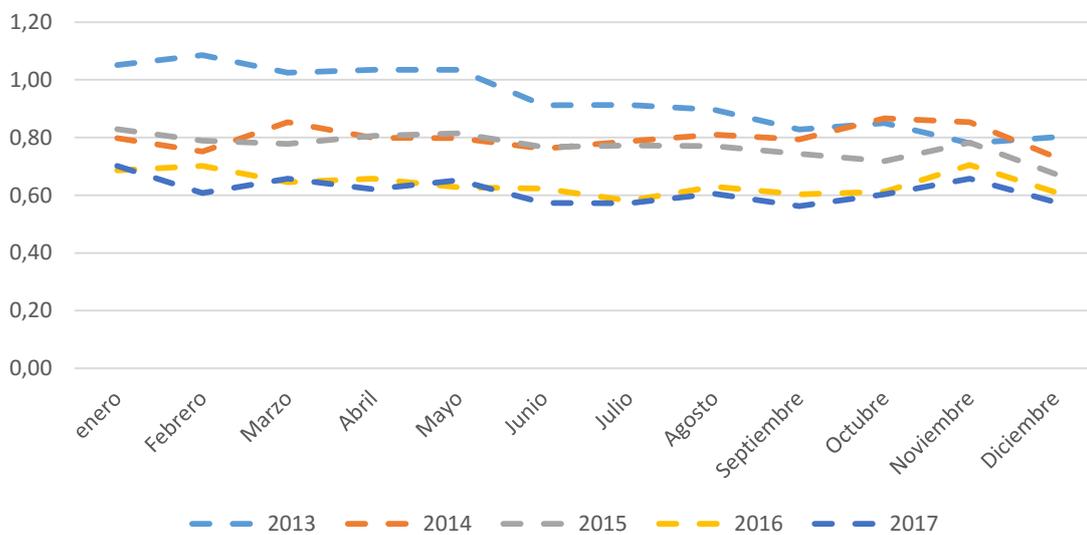
Elaborado por: Autor

Fuente: SENAE, 2017

3.3.1.4. Etapa 3

La etapa 3, denominada como PAGO que inicia desde la transmisión de la declaración hasta el pago de los tributos al comercio exterior, a inicios del año 2013 alcanzaba 1,05 días, no obstante debido a las facilidades de pago de los tributos al comercio exterior que poseen ciertos importadores, el tiempo en esta etapa se ha mantenido en menos de 1 días, llegando a 0,58 días en el año 2017 (diciembre).

Figura 7. Tiempo Etapa 3



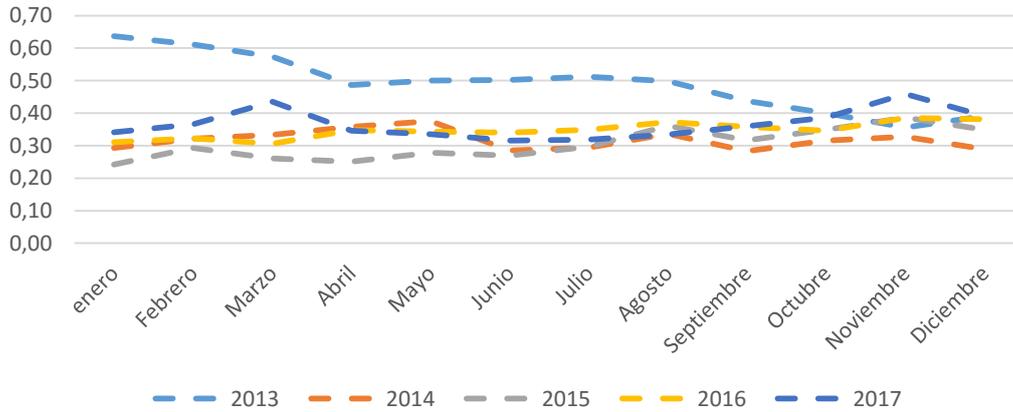
Elaborado por: Autor

Fuente: SENAE, 2017

3.3.1.5. Etapa 4

La etapa 4, denominada como ADUANA, que inicia desde el pago de los tributos al comercio exterior hasta la autorización de salida donde interviene el funcionario aduanero, a inicios del año 2013 alcanzaba 0,64 días, pero con la intervención de modalidades como el despacho con pago garantizado que permite a los operadores de comercio exterior previamente calificados, obtener el levante de las mercancías inmediatamente después de liquidada la Declaración Aduanera, sin que se autorice el respectivo pago de los tributos al comercio exterior y demás recargos, el tiempo en esta etapa se ha reducido gradualmente para el año 2017 (diciembre) que muestra 0,39 días.

Figura 8. Tiempo Etapa 4



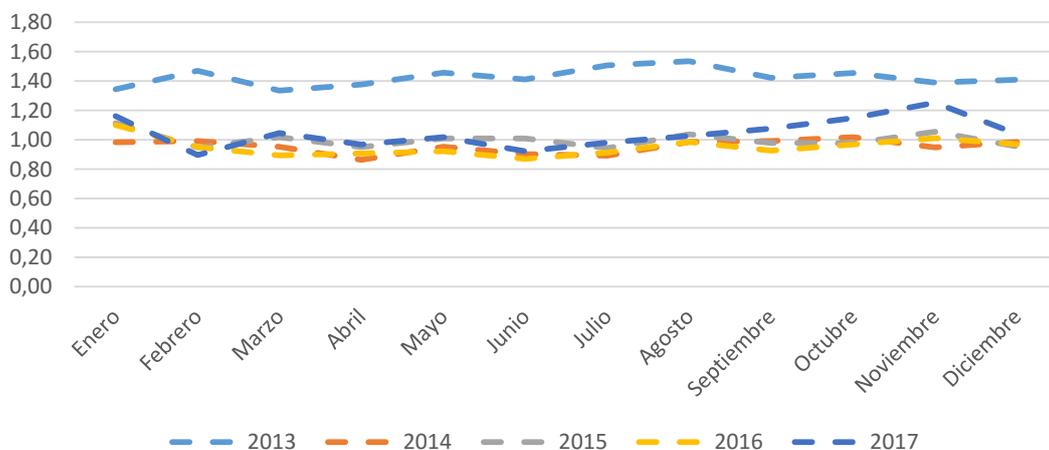
Elaborado por: Autor

Fuente: SENAE, 2017

3.3.1.6. Etapa 5

La etapa 5, denominada como SALIDA, que inicia desde la autorización de salida de la mercancía hasta el retiro efectivo de las mercancías del depósito temporal en el año 2013 el tiempo en esta etapa oscilaba entre 1,40 y 1,50, sin embargo en pro de mejorar lo tiempos en esta etapa se realizaron reuniones con las partes interesadas para que la salida de las mercancías del depósito temporal se realicen una vez se levante la mercancía con la salida autorizada, beneficiando a que los tiempos en esta etapa se reduzcan a 0,39 días en el año 2017 (diciembre).

Figura 9. Tiempo Etapa 5



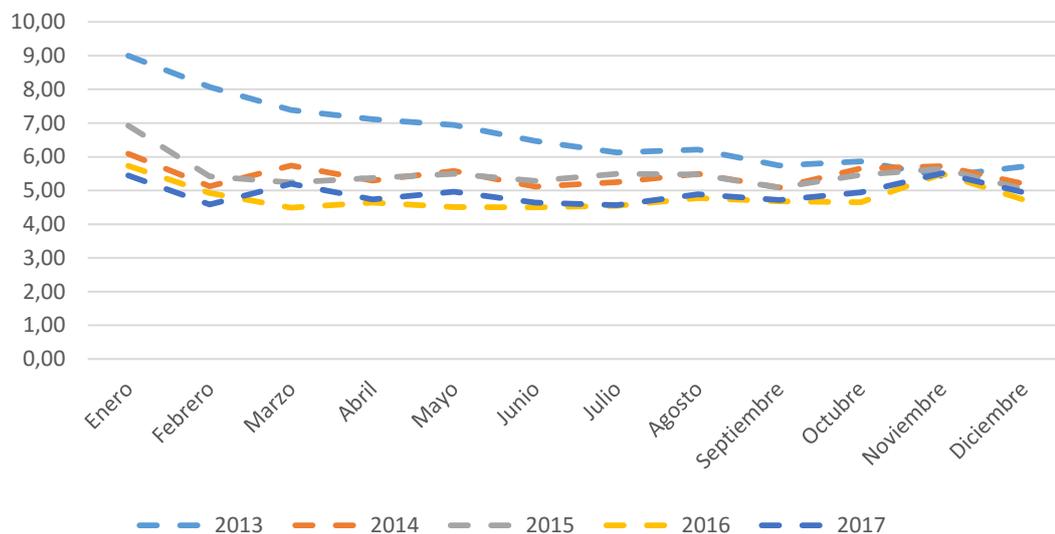
Elaborado por: Autor

Fuente: SENAE, 2017

3.3.1.7. Tiempo Total

El Tiempo Total de Nacionalización de mercancías que incluyen todas las etapas descritas anteriormente, inicialmente en enero 2013 alcanzaba 9,00 días, es decir el importador demoraba en promedio 9,00 días en desaduanizar su carga, no obstante dado los procedimientos operativos que se han llevado a cabo y la intervención pertinente y eficiente de los actores que forman parte de la cadena logística, se ha logrado optimizar tiempo total transcurrido desde la llegada del medio de transporte hasta la salida de las mercancías, logrando que al año 2017 (diciembre), el tiempo total alcance 4,95 días.

Figura 10. Tiempo Total



Elaborado por: Autor

Fuente: SENA, 2017

El presente trabajo se lo realiza por medio del software R Studio, para lo cual el modelo CUSUM y la detección de los puntos de quiebre se lo realiza por medio del paquete “**strucchange**”, el cual permite probar, monitorear y fechar cambios estructurales en modelos de regresión (lineales); los pronósticos de los tiempos de nacionalización se los realiza a partir de la función “auto.arima”, dentro del paquete “**forecast**”, el cual permite establecer métodos y herramientas para visualizar y analizar pronósticos de series de tiempo univariadas, incluido el suavizado exponencial y modelado de ARIMA automático.

La función “*auto.arima*” dentro del paquete “**forecast**”, devuelve el mejor modelo ARIMA posible, corrigiendo automáticamente las restricciones de orden establecidas, es decir, corrige la no estacionariedad de la serie, la presencia de estacionalidad y tendencia. Cabe mencionar, los “*breakpoints*” o puntos de quiebres generan que la serie no sea estacionaria, limitante que se corrige con la función “*auto.arima*”.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

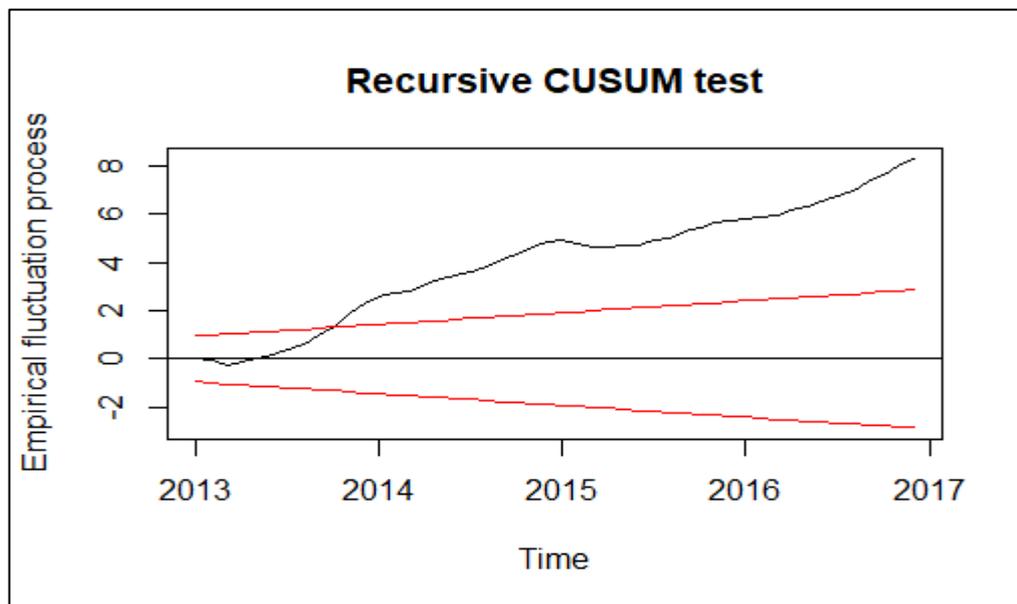
En este capítulo se verán los resultados de cada una de las 5 etapas que conforman el tiempo de nacionalización de mercancías, de acuerdo a la metodología planteada en el capítulo 4.

4.1. Modelo ETAPA 1

Cambios Estructurales

La Figura 11 muestra la suma acumulada de los residuos recursivos CUSUM para el modelo ETAPA 1 (LLEGADA), muestra un diagnóstico gráfico de cambio estructural del modelo, debido a que el estadístico CUSUM sobresale de las bandas de confianza establecidas.

Figura 11. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 1



Elaborado por: Autor

La Tabla 3 corrobora el diagnóstico gráfico realizado para el modelo ETAPA 1, ya que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de estabilidad estructural de la serie, es decir, existen cambios estructurales en la misma.

Tabla 3. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA1

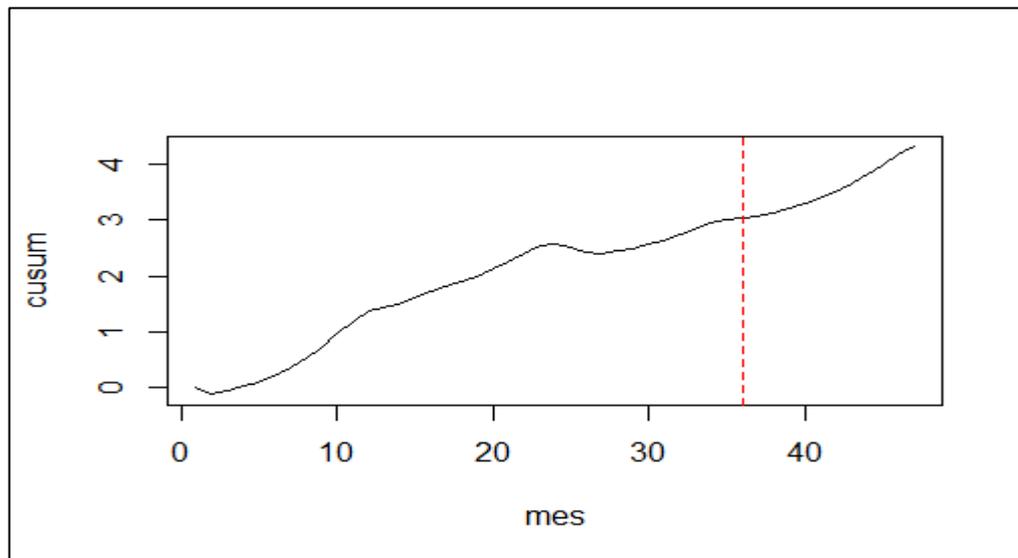
Estadístico S	P – valor
2.7459	1.593e-13

Elaborado por: Autor

Regresión con Puntos de Quiebre

La Figura 12 muestra dentro del modelo ETAPA 1 la suma acumulada de los residuos recursivos y el punto de quiebre; este último es detectado en el mes de diciembre del 2015 (mes 36) y a partir de aquí la serie presenta cambios estructurales.

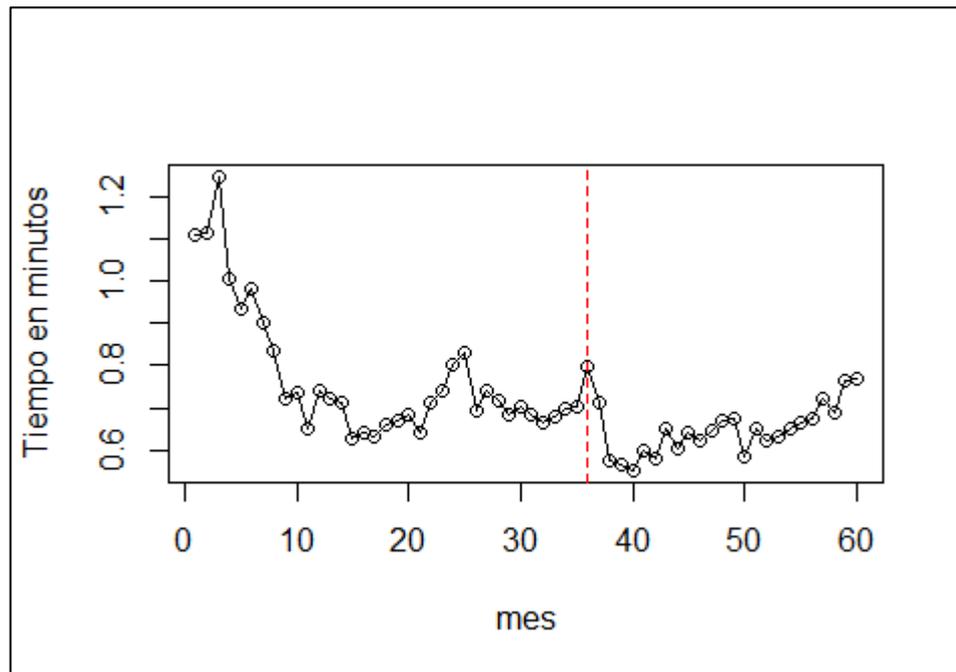
Figura 12. Punto de Quiebre en los residuos (diciembre 2015), modelo ETAPA 1



Elaborado por: Autor

La Figura 13 muestra el comportamiento de los tiempos de llegada de la mercancía y su respectivo punto de quiebre, detectado a partir del mes de diciembre 2015.

Figura 13. Punto de Quiebre en la serie (diciembre 2015), modelo ETAPA 1



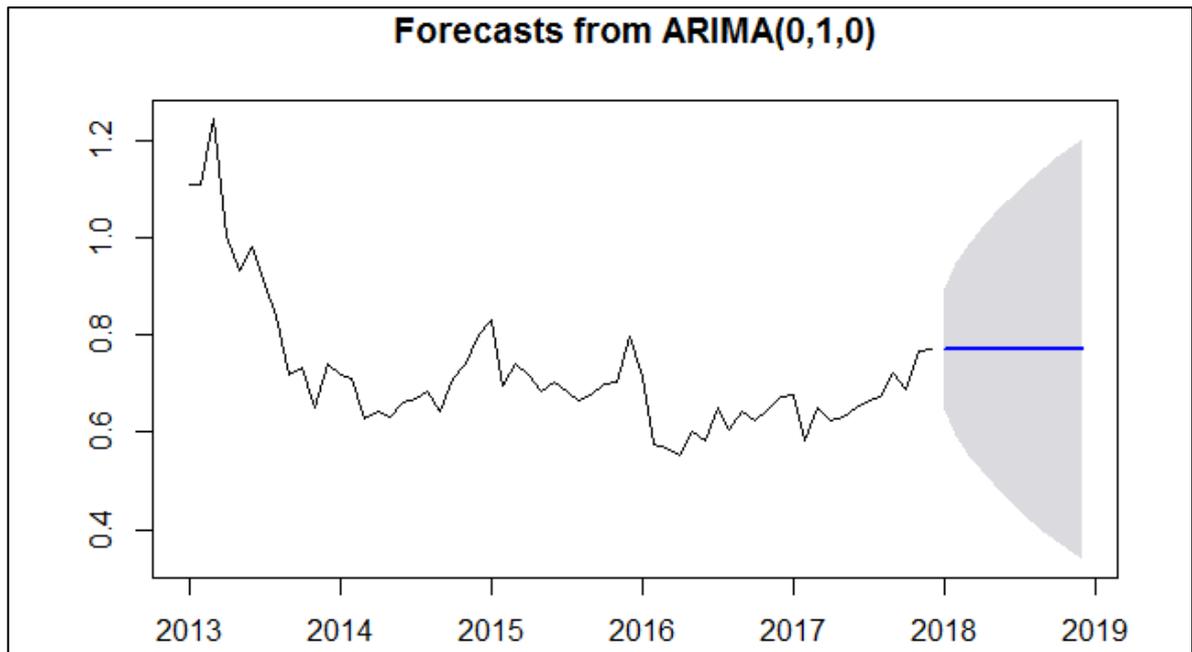
Elaborado por: Autor

Pronóstico

La Figura 14 muestra el pronóstico realizado para la serie de tiempo correspondiente a la ETAPA 1, el cual corresponde a un modelo ARIMA (0,1,0), es decir, la serie corresponde a una distribución aleatoria, donde Y (tiempos en la ETAPA 1) no es estacionaria, el coeficiente autorregresivo de este modelo es igual a 1, a partir de ahí se establece una serie con reversión a la media infinitamente lenta. La ecuación de predicción de este modelo está dada por la media:

$$\hat{Y}_t = \mu$$

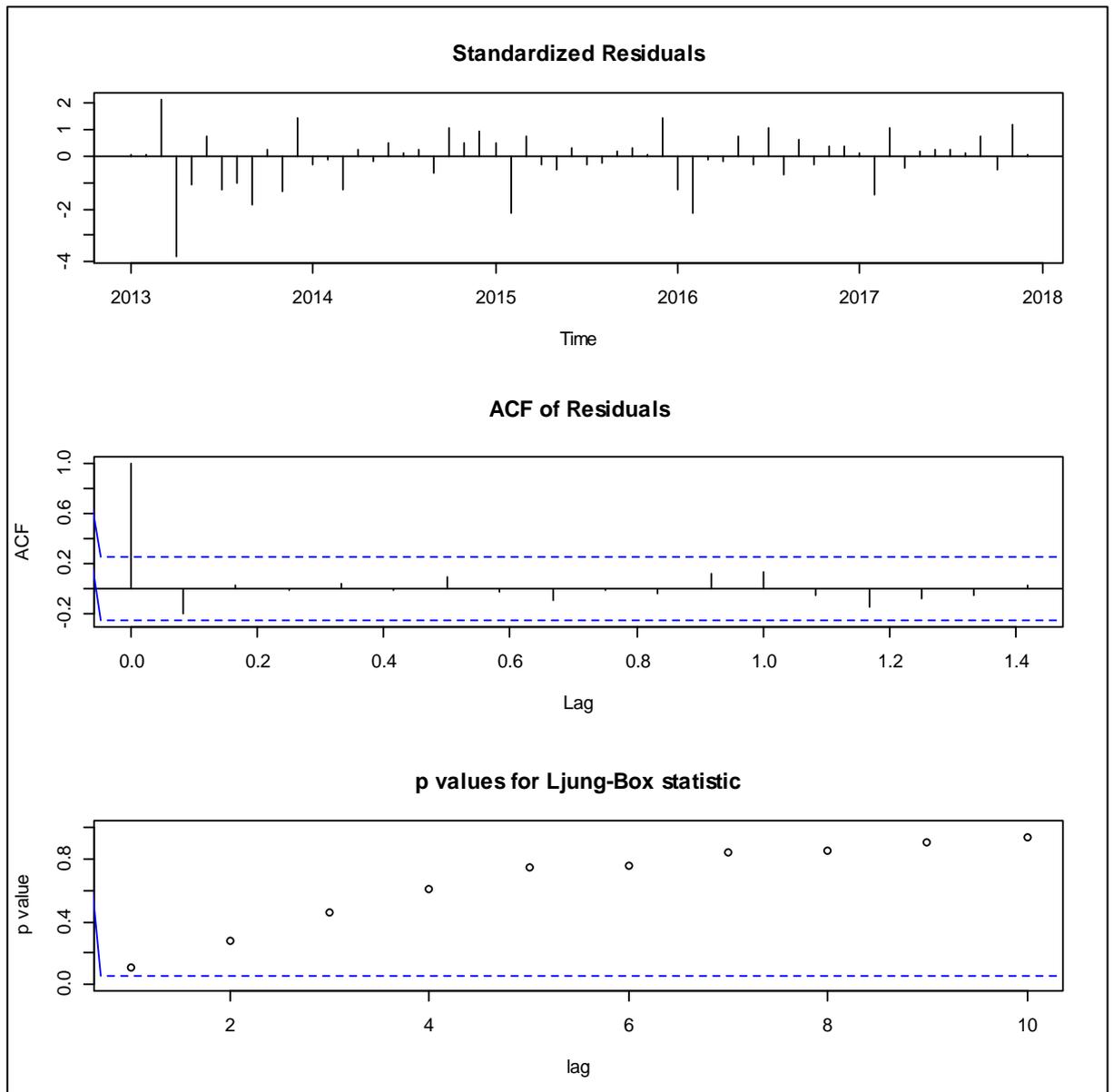
Figura 14. Pronóstico Tiempos de Nacionalización, ETAPA 1



Elaborado por: Autor

De acuerdo con la Figura 15 los residuales estandarizados del modelo son totalmente independientes, mientras que los residuales de la función de autocorrelación simple (ACF) se asemejan a los residuales de la función de autocorrelación simple de "ruido blanco", donde la media es nula y la varianza es constante. De acuerdo con el test de Ljung – Box se acepta la hipótesis nula de la independencia de los residuales ya que $p - value > 0,05$. De esta manera se comprueba la validez del modelo para el pronóstico de los tiempos de desaduanización en la ETAPA 1, correspondiente al modelo ARIMA (0,1,0).

Figura 15. Diagnóstico del modelo ARIMA (0,1,0), ETAPA 1



Elaborado por: Autor

La Tabla 3 muestra el resultado de pronóstico para el modelo de la ETAPA 1, comparado con los valores observados hasta el mes de agosto del 2018; se puede apreciar que el modelo se ha calculado de la mejor manera, tanto en su pronóstico como en sus intervalos de confianza, de esta manera los valores observados se encuentran comprendidos dentro de los intervalos establecidos.

Tabla 4. Pronóstico vs valor observado 2018, modelo ETAPA1

Mes	Pronóstico	Intervalos de confianza (95%)		Valor observado
		Inferior	Superior	
ene-18	0,7703902	0,6457093	0,8950711	0,78
feb-18	0,7703902	0,5940648	0,9467156	0,72
mar-18	0,7703902	0,5544366	0,9863438	0,76
abr-18	0,7703902	0,5210284	1,0197520	0,73
may-18	0,7703902	0,4915952	1,0491851	0,69
jun-18	0,7703902	0,4649856	1,0757948	0,68
jul-18	0,7703902	0,4405156	1,1002648	0,67
ago-18	0,7703902	0,4177394	1,1230410	0,68
sep-18	0,7703902	0,3963475	1,1444329	
oct-18	0,7703902	0,3761146	1,1646658	
nov-18	0,7703902	0,3568705	1,1839099	
dic-18	0,7703902	0,3384829	1,2022975	

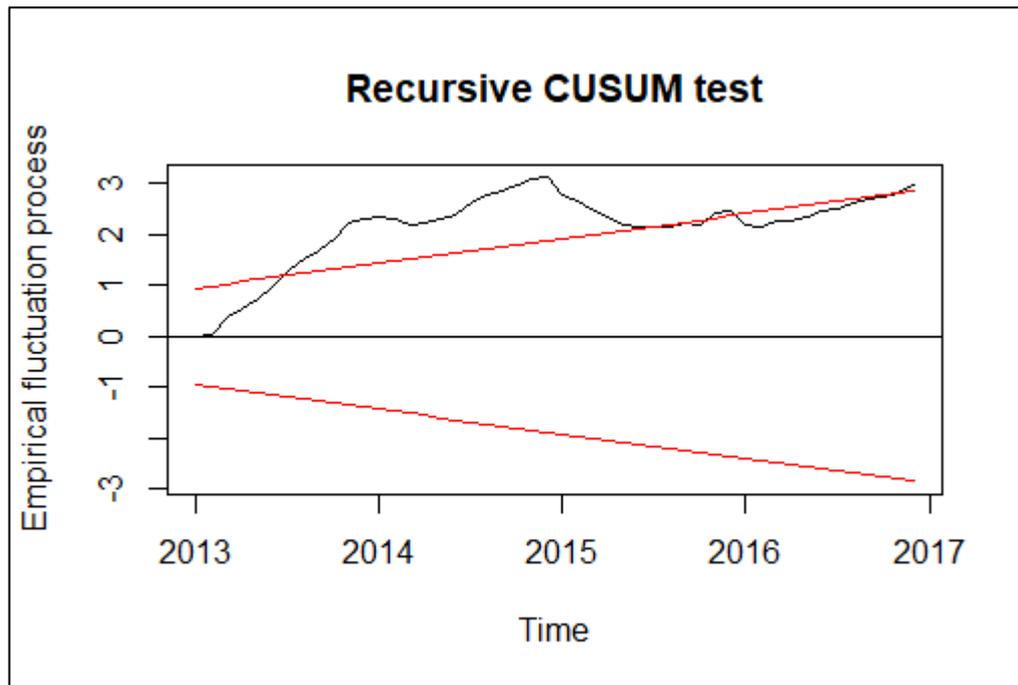
Elaborado por: Autor

4.2. Modelo ETAPA 2

Cambios Estructurales

La Figura 16 muestra la suma acumulada de los residuos recursivos CUSUM para el modelo ETAPA 2 (DEPÓSITO), muestra un diagnóstico gráfico de cambio estructural del modelo, debido a que el estadístico CUSUM sobresale de las bandas de confianza establecidas.

Figura 16. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 2



Elaborado por: Autor

La Tabla 4 corrobora el diagnóstico gráfico realizado para el modelo ETAPA 2, ya que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de estabilidad estructural de la serie, es decir, existen cambios estructurales en la misma.

Tabla 5. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 2

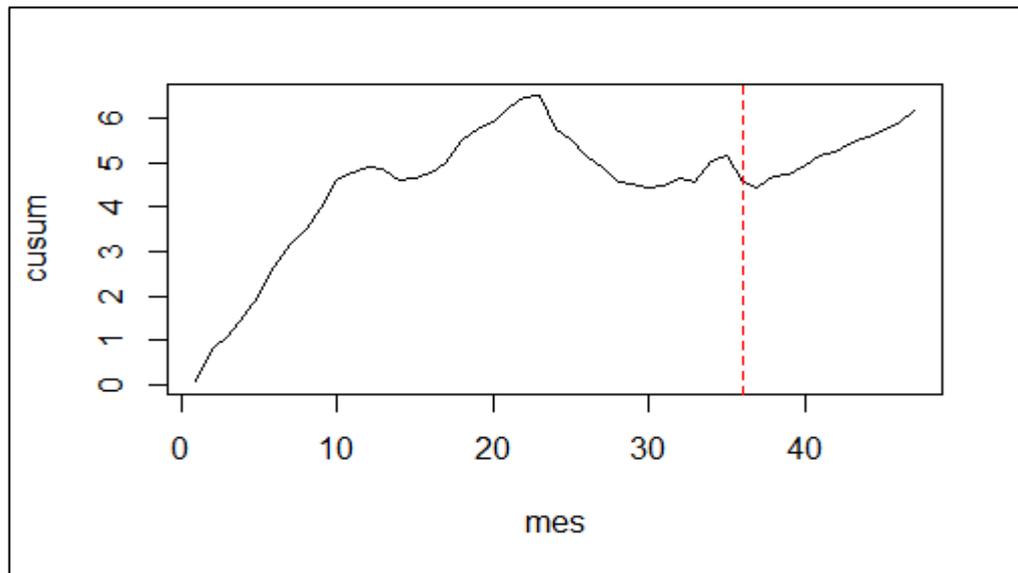
Estadístico S	P – valor
1.5985	7.039e-05

Elaborado por: Autor

Regresión con Puntos de Quiebre

La Figura 17 muestra dentro del modelo ETAPA 2 la suma acumulada de los residuos recursivos y el punto de quiebre; este último es detectado en el mes de diciembre del 2015 (mes 36) y a partir de aquí la serie presenta cambios estructurales.

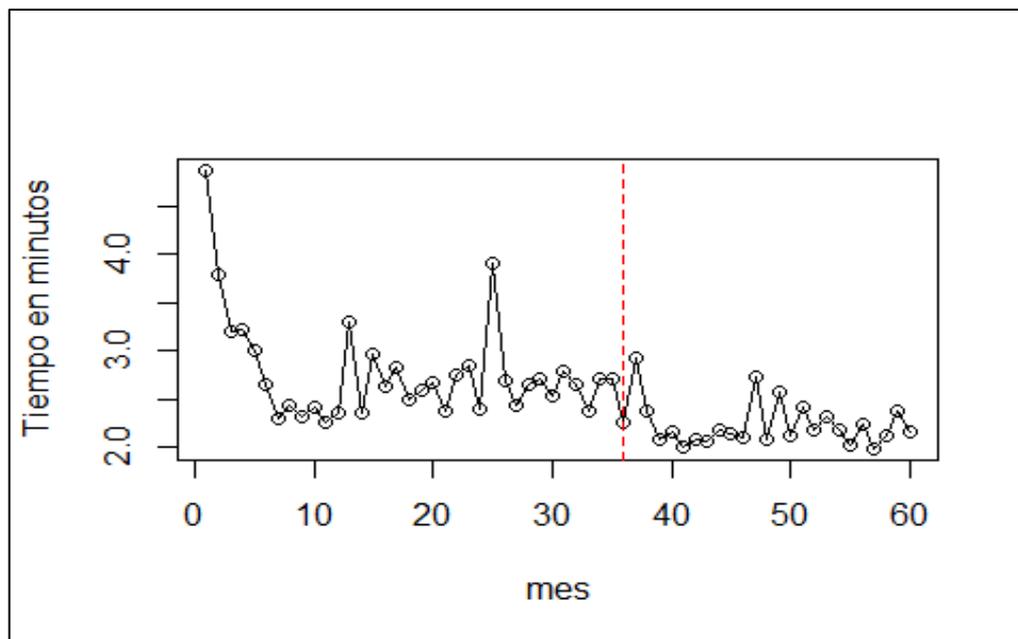
Figura 17. Punto de Quiebre en los residuos (diciembre 2015), modelo ETAPA 2



Elaborado por: Autor

La Figura 18 muestra el comportamiento de los tiempos del modelo ETAPA 2 y su respectivo punto de quiebre, detectado a partir del mes de diciembre 2015, provocando cambios estructurales en los datos.

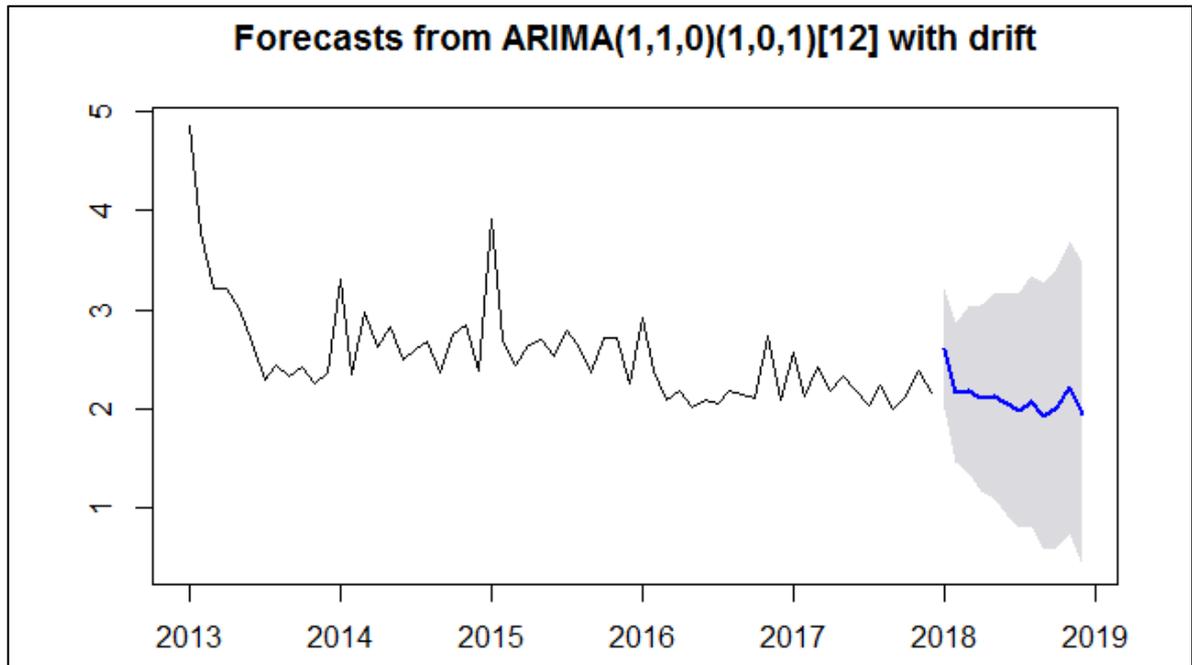
Figura 18. Punto de Quiebre en la serie (diciembre 2015), modelo ETAPA 2



Elaborado por: Autor

La Figura 19 muestra el pronóstico realizado para la serie de tiempo correspondiente a la ETAPA 2, el cual corresponde a un modelo ARIMA (1,1,0)(1,0,1)[12], es decir, la serie corresponde un modelo estocástico, donde Y (tiempos en la ETAPA 2) no es estacionaria y se tiene un componente estacional de periodicidad mensual.

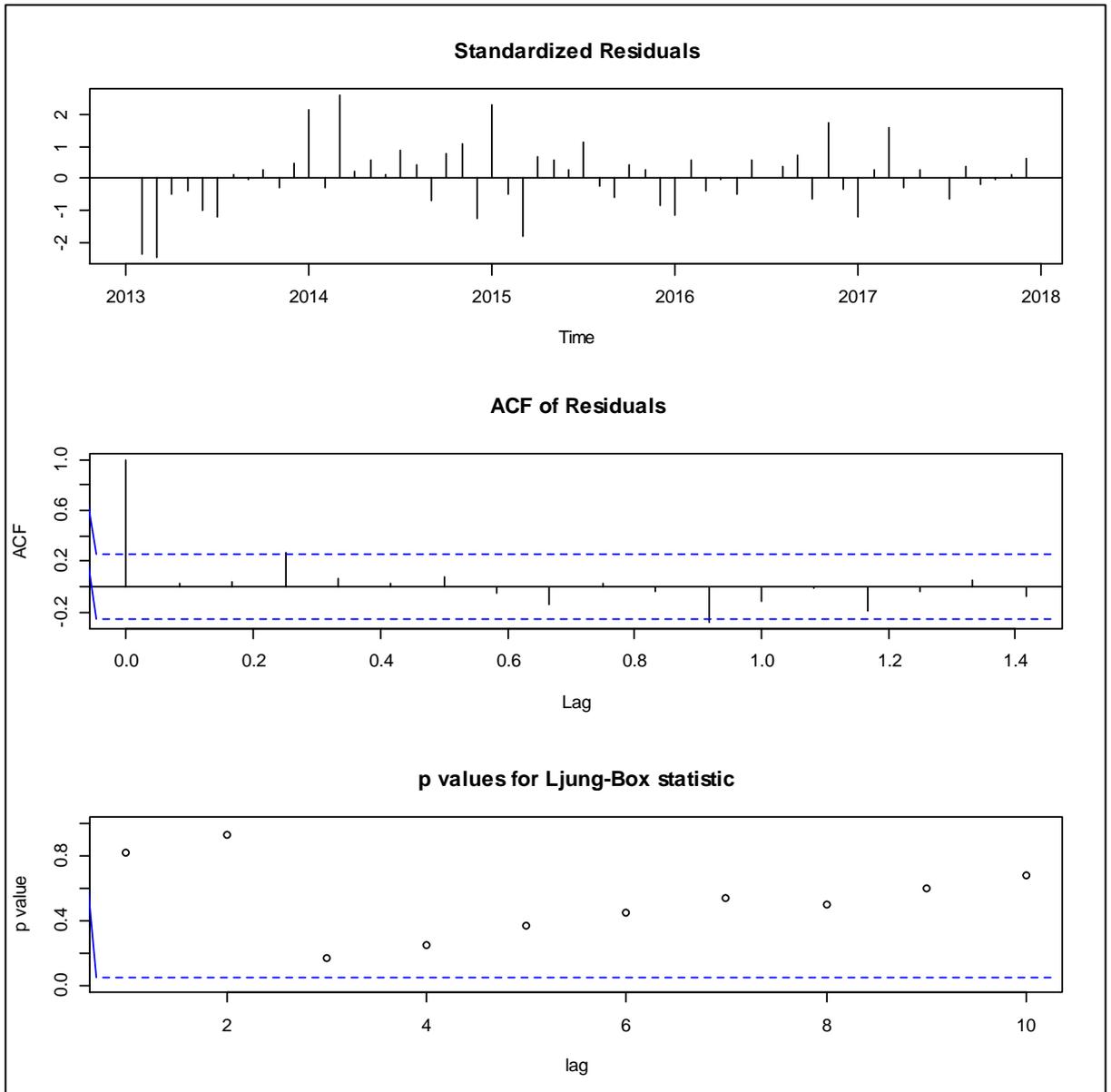
Figura 19. Pronóstico Tiempos de Nacionalización, ETAPA 2



Elaborado por: Autor

De acuerdo con la Figura 20 los residuales estandarizados del modelo son totalmente independientes, mientras que los residuales de la función de autocorrelación simple (ACF) se asemejan a los residuales de la función de autocorrelación simple de "ruido blanco", donde la media es nula y la varianza es constante. De acuerdo con el test de Ljung – Box se acepta la hipótesis nula de la independencia de los residuales ya que $p - value > 0,05$. De esta manera se comprueba la validez del modelo para el pronóstico de los tiempos de desaduanización en la ETAPA 2, correspondiente al modelo ARIMA (1,1,0)(1,0,1)[12].

Figura 20. Diagnóstico del modelo ARIMA (1,1,0)(1,0,1)[12], ETAPA 2



Elaborado por: Autor

La Tabla 5 muestra el resultado de pronóstico para el modelo de la ETAPA 2, comparado con los valores observados hasta el mes de agosto del 2018; se puede apreciar que el modelo se ha calculado de la mejor manera, tanto en su pronóstico como en sus intervalos de confianza, de esta manera los valores observados se encuentran comprendidos dentro de los intervalos establecidos.

Tabla 6. Pronóstico vs valor observado 2018, modelo ETAPA

Mes	Pronóstico	Intervalos de confianza (95%)		Valor observado
		Inferior	Superior	
ene-18	2,60518	1,99645	3,21391	2,56
feb-18	2,16783	1,46453	2,87114	2,24
mar-18	2,18639	1,34591	3,02686	1,93
abr-18	2,11070	1,17347	3,04793	2,12
may-18	2,13300	1,10022	3,16578	2,29
jun-18	2,04376	0,92664	3,16088	2,00
jul-18	1,98624	0,78951	3,18297	2,07
ago-18	2,07818	0,80730	3,34907	2,07
sep-18	1,92130	0,58016	3,26244	
oct-18	2,00581	0,59799	3,41362	
nov-18	2,21718	0,74567	3,68868	
dic-18	1,94159	0,40907	3,47412	

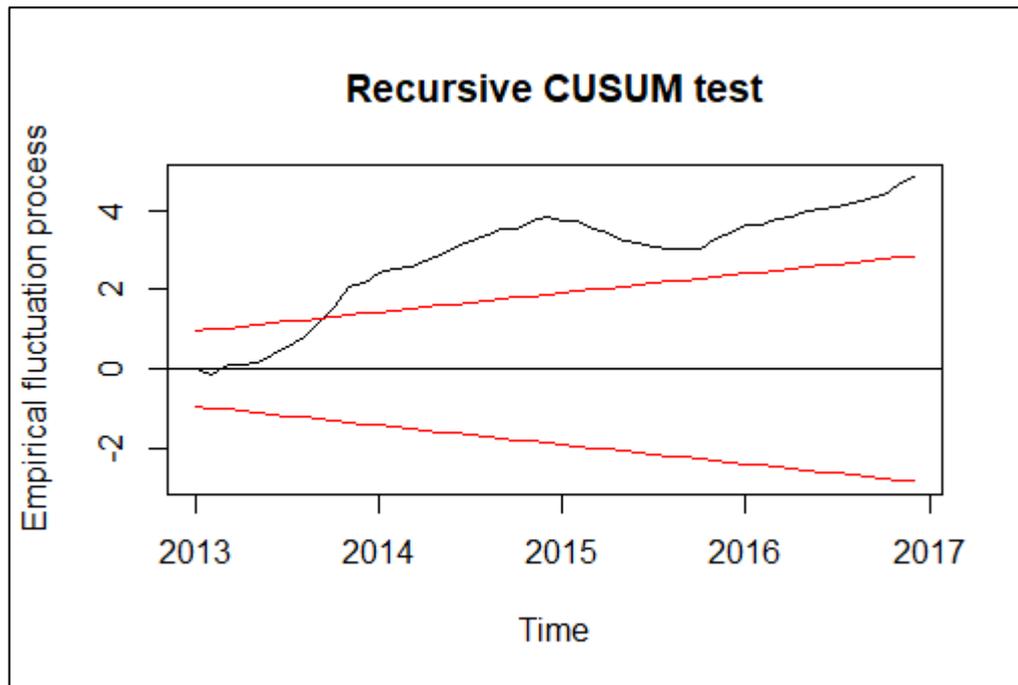
Elaborado por: Autor

4.3. Modelo ETAPA 3

Cambios estructurales

La Figura 21 muestra la suma acumulada de los residuos recursivos CUSUM para el modelo ETAPA 3 (PAGO), muestra un diagnóstico gráfico de cambio estructural del modelo, debido a que el estadístico CUSUM sobresale de las bandas de confianza establecidas.

Figura 21. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 3



Elaborado por: Autor

La Tabla 6 corrobora el diagnóstico gráfico realizado para el modelo ETAPA 3, ya que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de estabilidad estructural de la serie, es decir, existen cambios estructurales en la misma.

Tabla 7. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 3

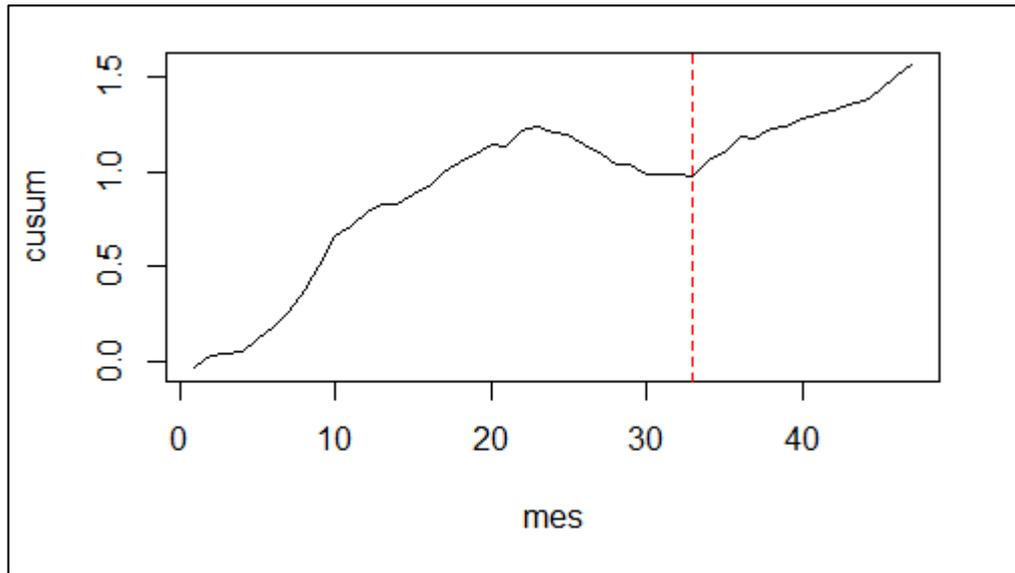
Estadístico S	P – valor
1.9383	5.849e-07

Elaborado por: Autor

Regresión con Puntos de Quiebre

La Figura 22 muestra dentro del modelo ETAPA 3 la suma acumulada de los residuos recursivos y el punto de quiebre; este último es detectado en el mes de septiembre del 2015 (mes 33) y a partir de aquí la serie presenta cambios estructurales.

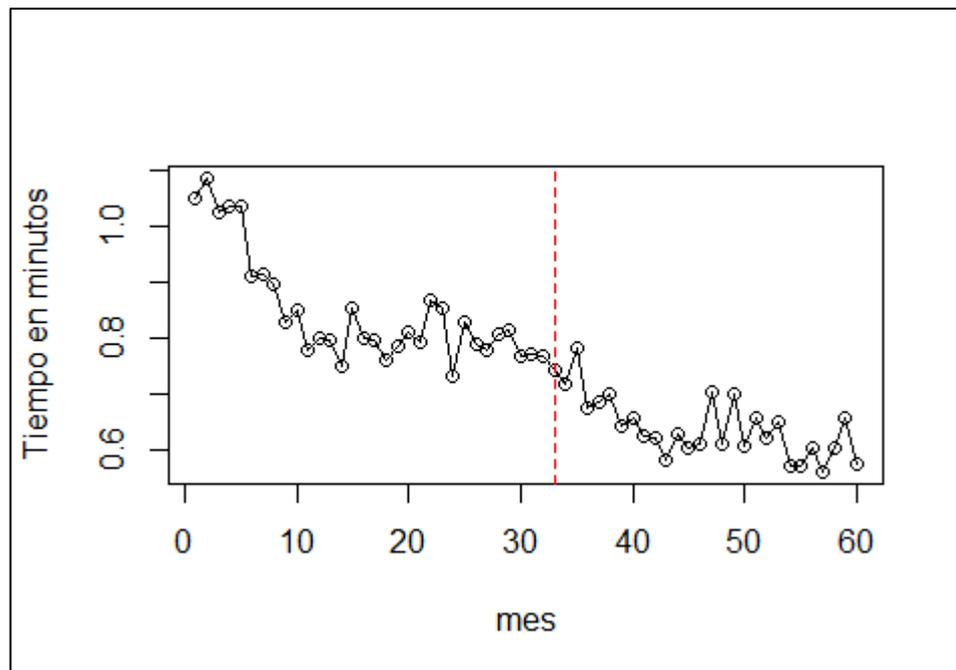
Figura 22. Punto de Quiebre en los residuos (septiembre 2015), modelo ETAPA 3



Elaborado por: Autor

La Figura 23 muestra el comportamiento de los tiempos del modelo ETAPA 3 y su respectivo punto de quiebre, detectado a partir del mes de septiembre 2015, provocando cambios estructurales en los datos.

Figura 23. Punto de Quiebre en la serie (septiembre 2015), modelo ETAPA 3

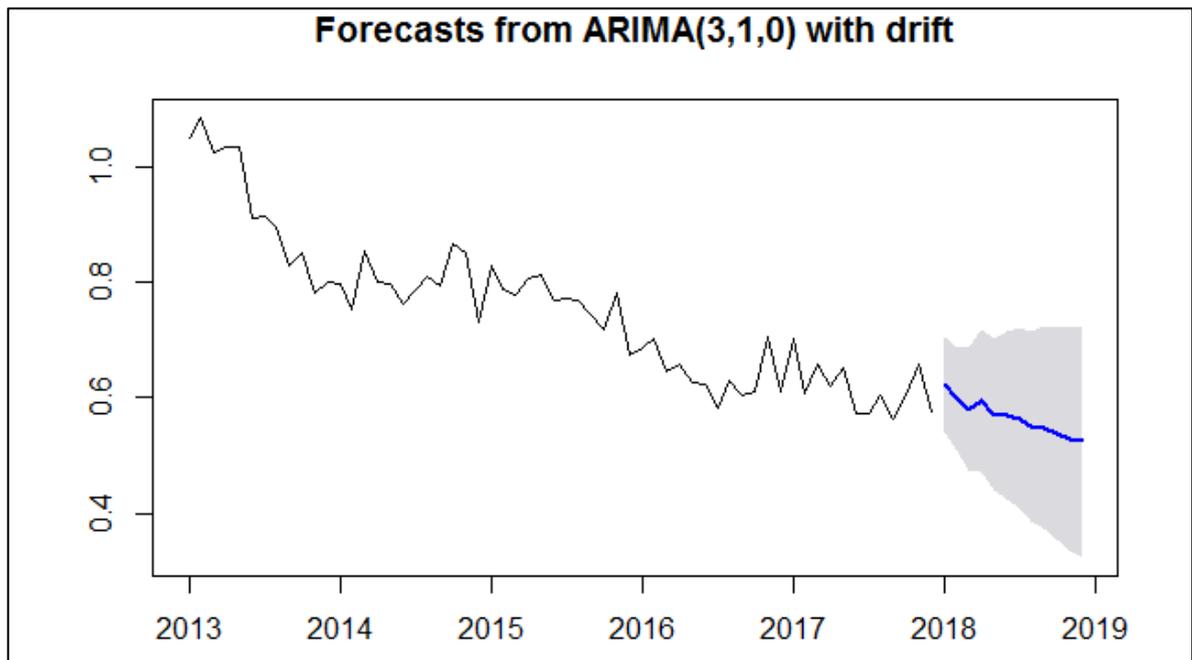


Elaborado por: Autor

Pronóstico

La Figura 24 muestra el pronóstico realizado para la serie de tiempo correspondiente a la ETAPA 3, el cual corresponde a un modelo ARIMA (3,1,0), es decir, la serie corresponde un modelo estocástico, donde Y (tiempos en la ETAPA 3) no es estacionaria, se tiene un componente estacional y además muestra tendencia.

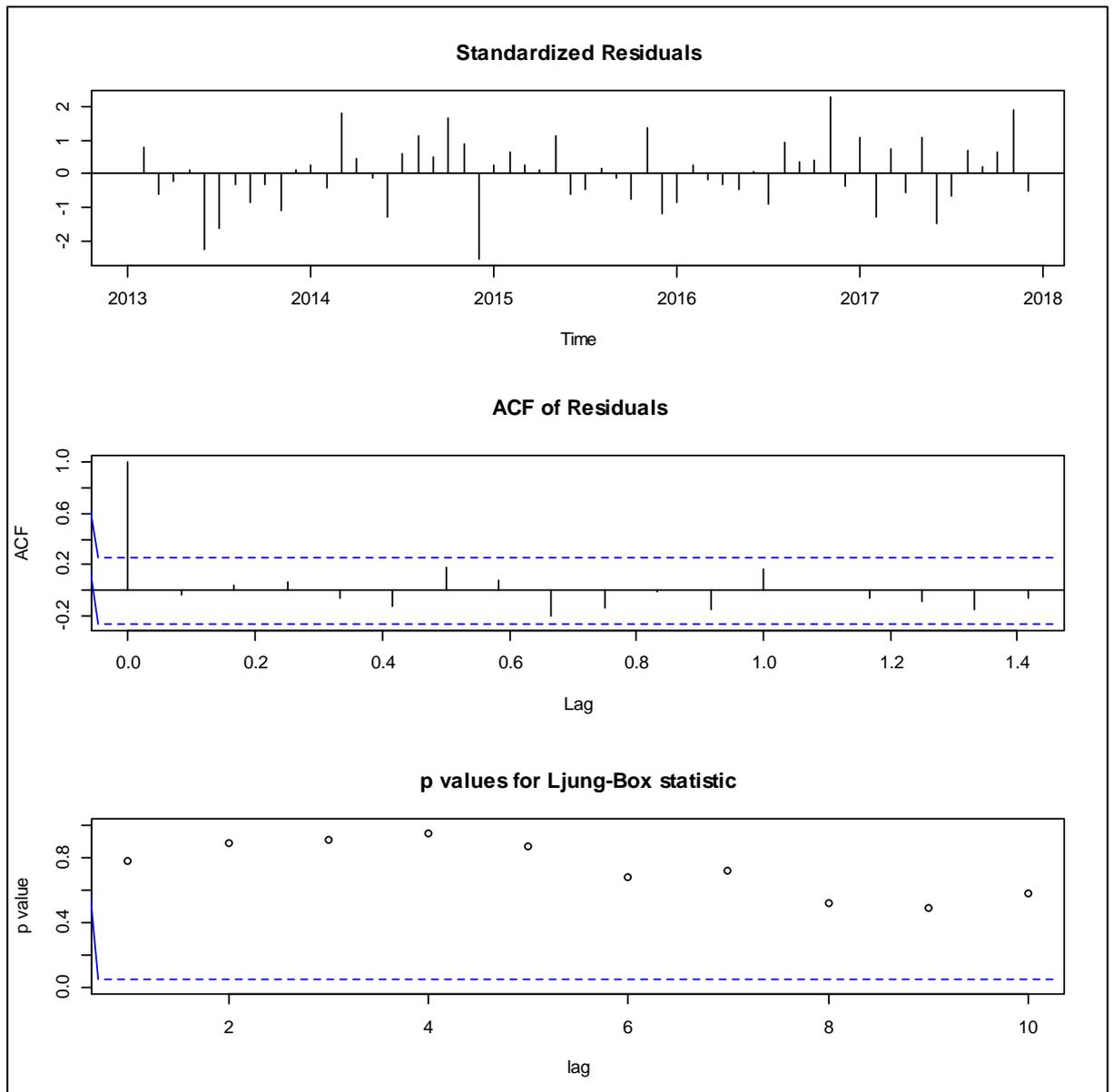
Figura 24. Pronóstico Tiempos de Nacionalización, ETAPA 3



Elaborado por: Autor

De acuerdo con la Figura 25 los residuales estandarizados del modelo son totalmente independientes, mientras que los residuales de la función de autocorrelación simple (ACF) se asemejan a los residuales de la función de autocorrelación simple de "ruido blanco", donde la media es nula y la varianza es constante. De acuerdo con el test de Ljung – Box se acepta la hipótesis nula de la independencia de los residuales ya que $p - value > 0,05$. De esta manera se comprueba la validez del modelo para el pronóstico de los tiempos de desaduanización en la ETAPA 3, correspondiente al modelo ARIMA (3,1,0).

Figura 25. Diagnóstico del modelo ARIMA (3,1,0), ETAPA 3



Elaborado por: Autor

La Tabla 7 muestra el resultado de pronóstico para el modelo de la ETAPA 3, comparado con los valores observados hasta el mes de agosto del 2018; se puede apreciar que el modelo se ha calculado de la mejor manera, tanto en su pronóstico como en sus intervalos de confianza, de esta manera los valores observados se encuentran comprendidos dentro de los intervalos establecidos.

Tabla 8. Pronóstico vs valor observado 2018, modelo ETAPA 3

Mes	Pronóstico	Intervalos de confianza (95%)		Valor observado
		Inferior	Superior	
ene-18	0,62361	0,54032	0,70691	0,67
feb-18	0,60125	0,51288	0,68962	0,62
mar-18	0,58054	0,47488	0,68620	0,55
abr-18	0,59612	0,47240	0,71984	0,59
may-18	0,57078	0,43924	0,70232	0,63
jun-18	0,56951	0,42324	0,71578	0,57
jul-18	0,56483	0,40870	0,72096	0,56
ago-18	0,55035	0,38505	0,71565	0,58
sep-18	0,54844	0,37258	0,72429	
oct-18	0,53831	0,35435	0,72227	
nov-18	0,53010	0,33740	0,72279	
dic-18	0,52440	0,32342	0,72537	

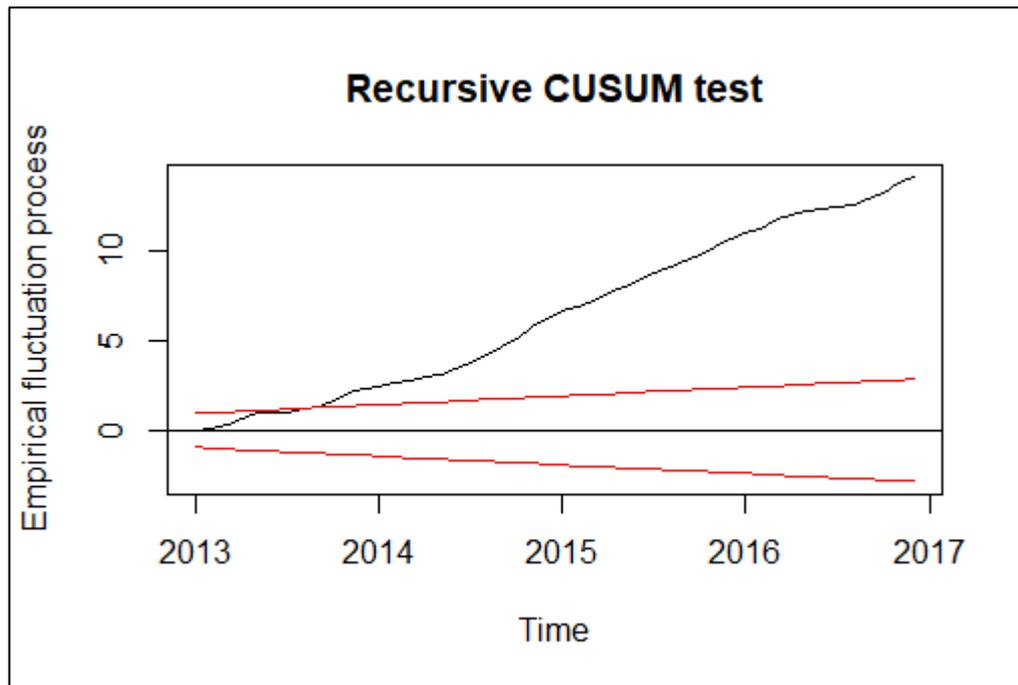
Elaborado por: Autor

4.4. Modelo ETAPA 4

Cambios estructurales

La Figura 26 muestra la suma acumulada de los residuos recursivos CUSUM para el modelo ETAPA 4 (ADUANA), muestra un diagnóstico gráfico de cambio estructural del modelo, debido a que el estadístico CUSUM sobresale de las bandas de confianza establecidas.

Figura 26. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 4



Elaborado por: Autor

La Tabla 8 corrobora el diagnóstico gráfico realizado para el modelo ETAPA 4, ya que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de estabilidad estructural de la serie, es decir, existen cambios estructurales en la misma.

Tabla 9. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 4

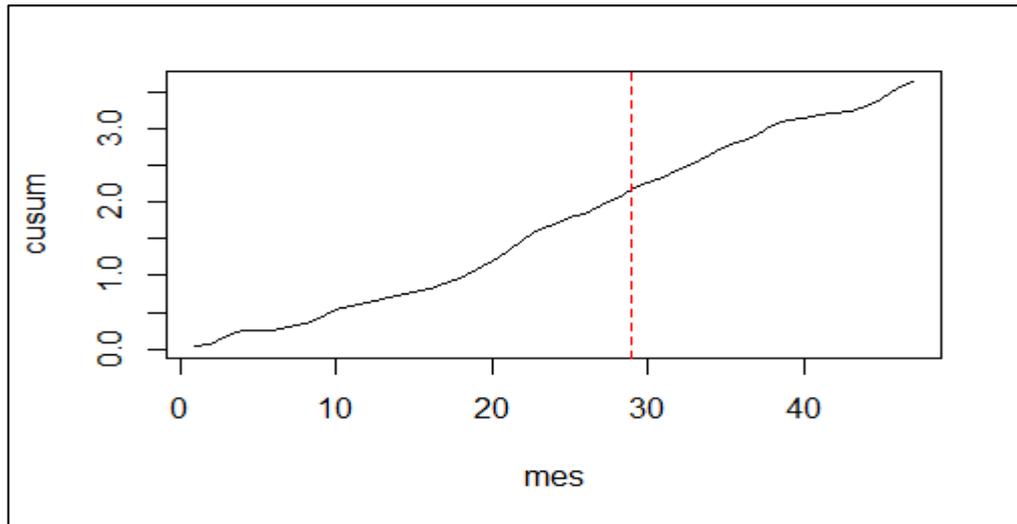
Estadístico S	P – valor
4.6868	2.2e-16

Elaborado por: Autor

Regresión con Puntos de Quiebre

La Figura 27 muestra dentro del modelo ETAPA 4 la suma acumulada de los residuos recursivos y el punto de quiebre; este último es detectado en el mes de mayo del 2015 (mes 29) y a partir de aquí la serie presenta cambios estructurales.

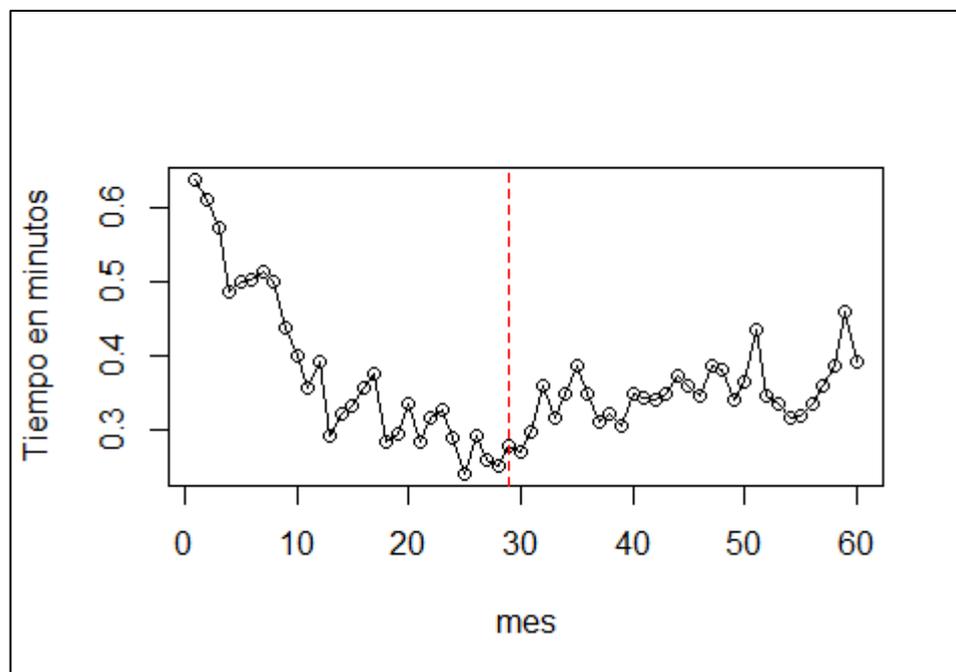
Figura 27. Punto de Quiebre en los residuos (mayo 2015), modelo ETAPA 4



Elaborado por: Autor

La Figura 28 muestra el comportamiento de los tiempos del modelo ETAPA 4 y su respectivo punto de quiebre, detectado a partir del mes de mayo 2015, provocando cambios estructurales en los datos.

Figura 28. Punto de Quiebre en la serie (mayo 2015), modelo ETAPA 4



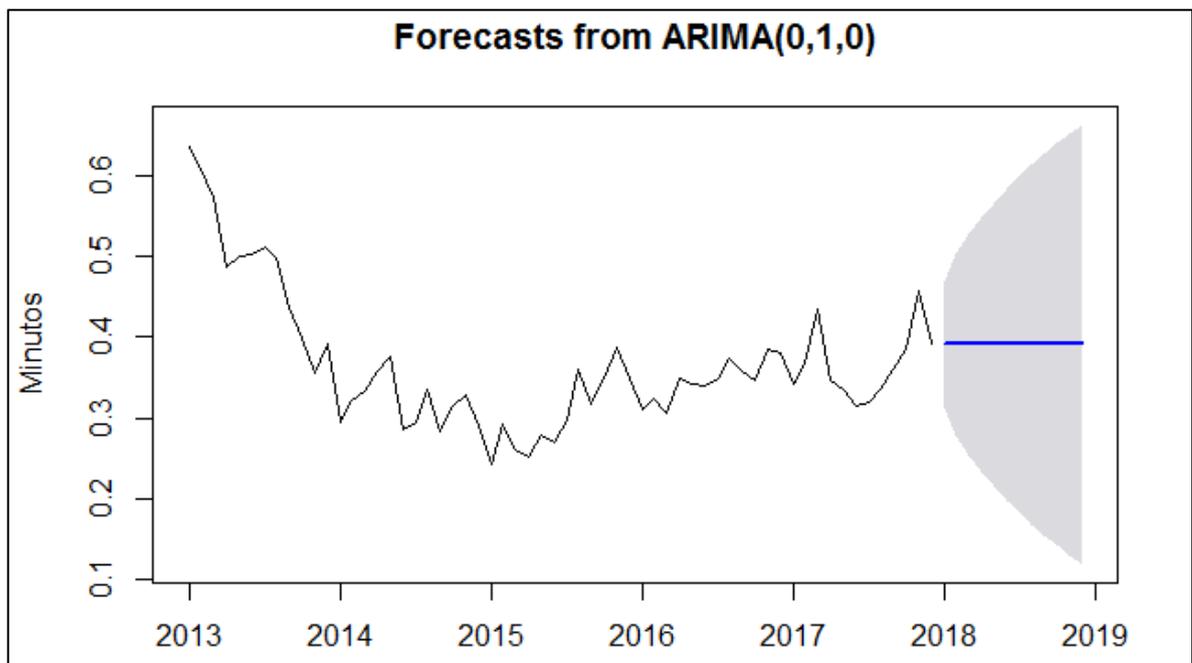
Elaborado por: Autor

Pronóstico

La Figura 29 muestra el pronóstico realizado para la serie de tiempo correspondiente a la ETAPA 4, el cual corresponde a un modelo ARIMA (0,1,0), es decir, la serie corresponde a una distribución aleatoria, donde Y (tiempos en la ETAPA 4) no es estacionaria, el coeficiente autorregresivo de este modelo es igual a 1, a partir de ahí se establece una serie con reversión a la media infinitamente lenta. La ecuación de predicción de este modelo está dada por la media:

$$\hat{Y}_t = \mu$$

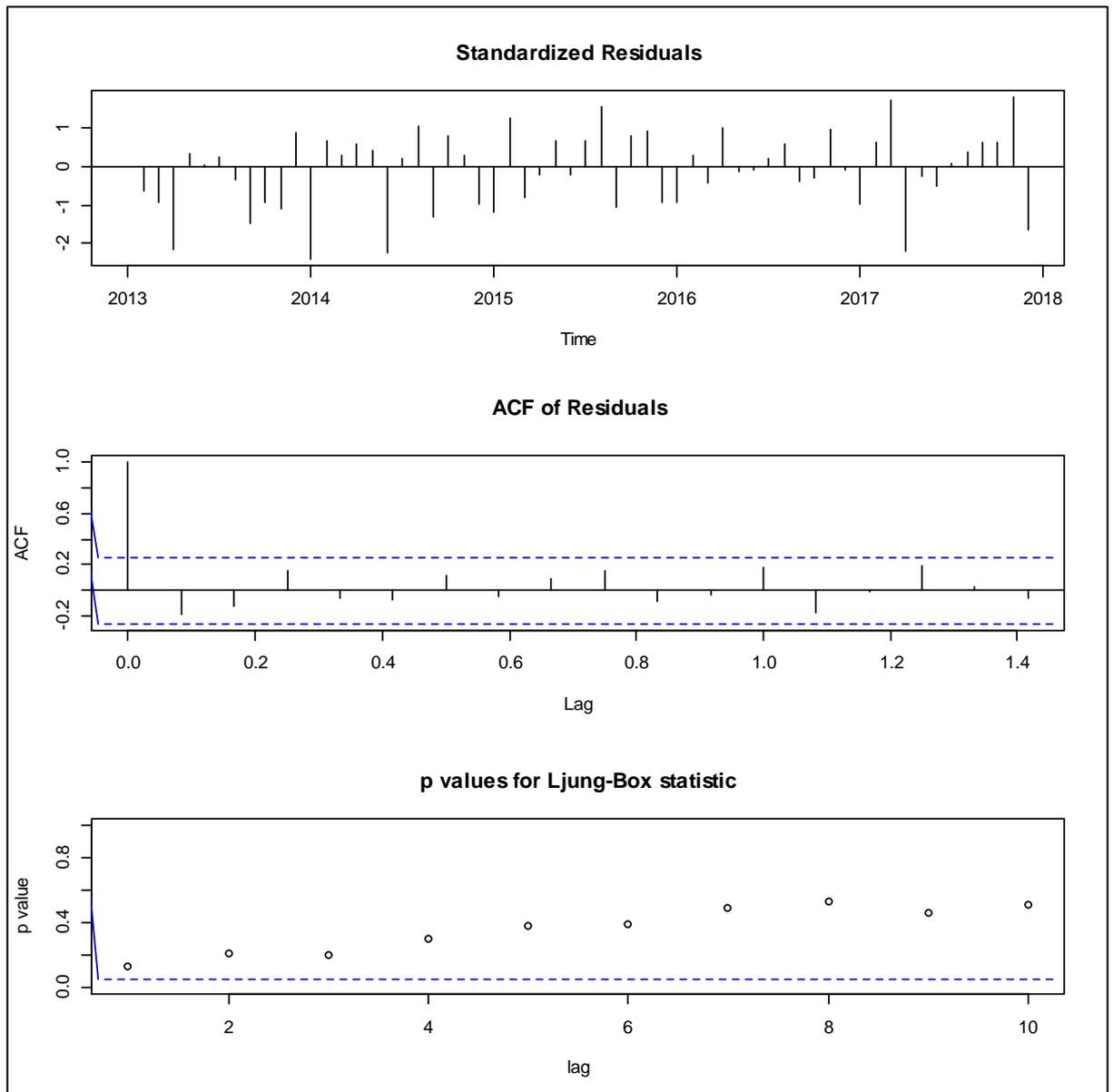
Figura 29. Pronóstico Tiempos de Nacionalización, ETAPA 4



Elaborado por: Autor

De acuerdo con la Figura 30 los residuales estandarizados del modelo son totalmente independientes, mientras que los residuales de la función de autocorrelación simple (ACF) se asemejan a los residuales de la función de autocorrelación simple de "ruido blanco", donde la media es nula y la varianza es constante. De acuerdo con el test de Ljung – Box se acepta la hipótesis nula de la independencia de los residuales ya que $p - value > 0,05$. De esta manera se comprueba la validez del modelo para el pronóstico de los tiempos de desaduanización en la ETAPA 4, correspondiente al modelo ARIMA (0,1,0).

Figura 30. Diagnóstico del modelo ARIMA (0,1,0), ETAPA 4



Elaborado por: Autor

La Tabla 9 muestra el resultado de pronóstico para el modelo de la ETAPA 4, comparado con los valores observados hasta el mes de agosto del 2018; se puede apreciar que el modelo se ha calculado de la mejor manera, tanto en su pronóstico como en sus intervalos de confianza, de esta manera los valores observados se encuentran comprendidos dentro de los intervalos establecidos.

Tabla 10. Pronóstico vs valor observado 2018, modelo ETAPA 4

Mes	Pronóstico	Intervalos de confianza (95%)		Valor observado
		Inferior	Superior	

ene-18	0,3910752	0,3120946	0,4700558	0,38
feb-18	0,3910752	0,2793798	0,5027706	0,42
mar-18	0,3910752	0,2542768	0,5278736	0,41
abr-18	0,3910752	0,2331140	0,5490364	0,39
may-18	0,3910752	0,2144692	0,5676812	0,40
jun-18	0,3910752	0,1976130	0,5845374	0,36
jul-18	0,3910752	0,1821122	0,6000382	0,35
ago-18	0,3910752	0,1676843	0,6144661	0,32
sep-18	0,3910752	0,1541334	0,6280170	
oct-18	0,3910752	0,1413166	0,6408338	
nov-18	0,3910752	0,1291262	0,6530242	
dic-18	0,3910752	0,1174784	0,6646720	

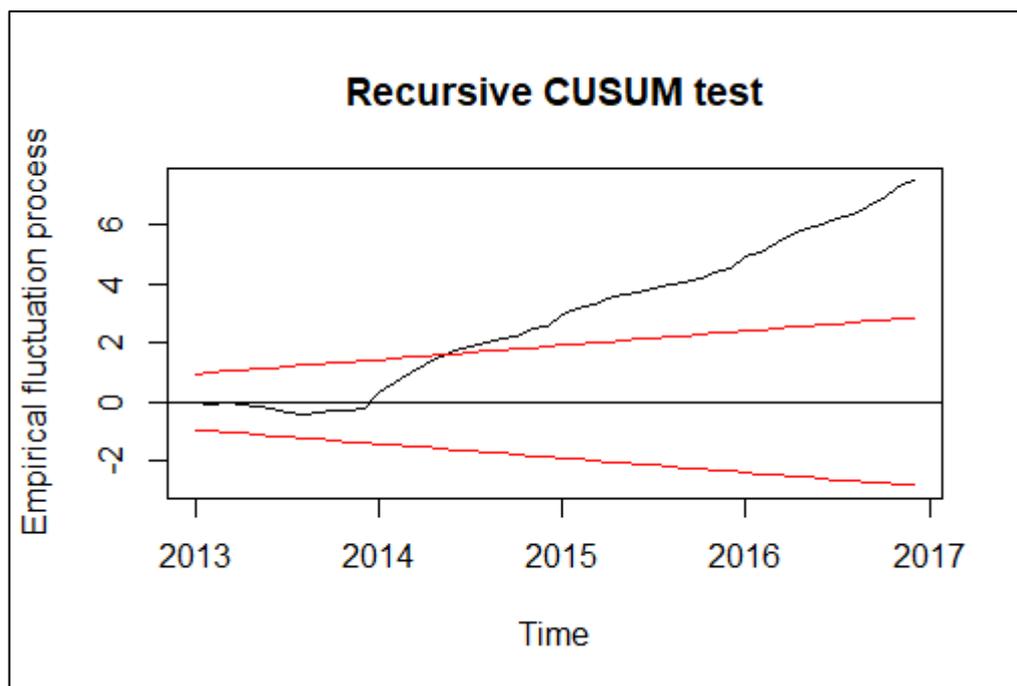
Elaborado por: Autor

4.5. Modelo ETAPA 5

Cambios estructurales

La Figura 31 muestra la suma acumulada de los residuos recursivos CUSUM para el modelo ETAPA 5 (SALIDA), muestra un diagnóstico gráfico de cambio estructural del modelo, debido a que el estadístico CUSUM sobrepasa de las bandas de confianza establecidas.

Figura 31. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 5



Elaborado por: Autor

La Tabla 10 corrobora el diagnóstico gráfico realizado para el modelo ETAPA 5, ya que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de estabilidad estructural de la serie, es decir, existen cambios estructurales en la misma.

Tabla 11. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo ETAPA 5

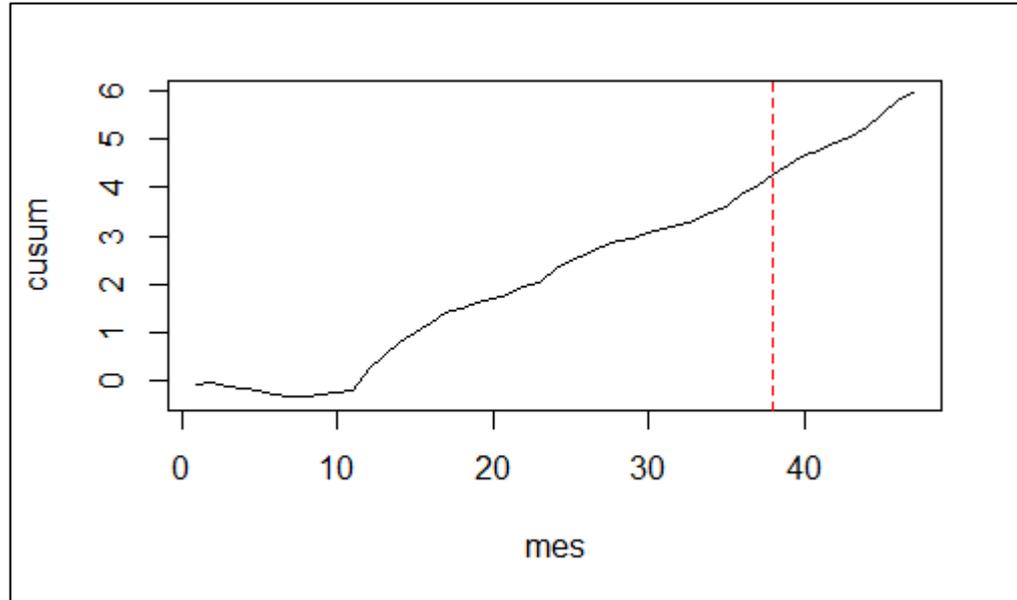
Estadístico S	P – valor
2.4956	3.023e-11

Elaborado por: Autor

Regresión con punto de quiebre

La Figura 32 muestra dentro del modelo ETAPA 5 la suma acumulada de los residuos recursivos y el punto de quiebre; este último es detectado en el mes de febrero del 2016 (mes 38) y a partir de aquí la serie presenta cambios estructurales.

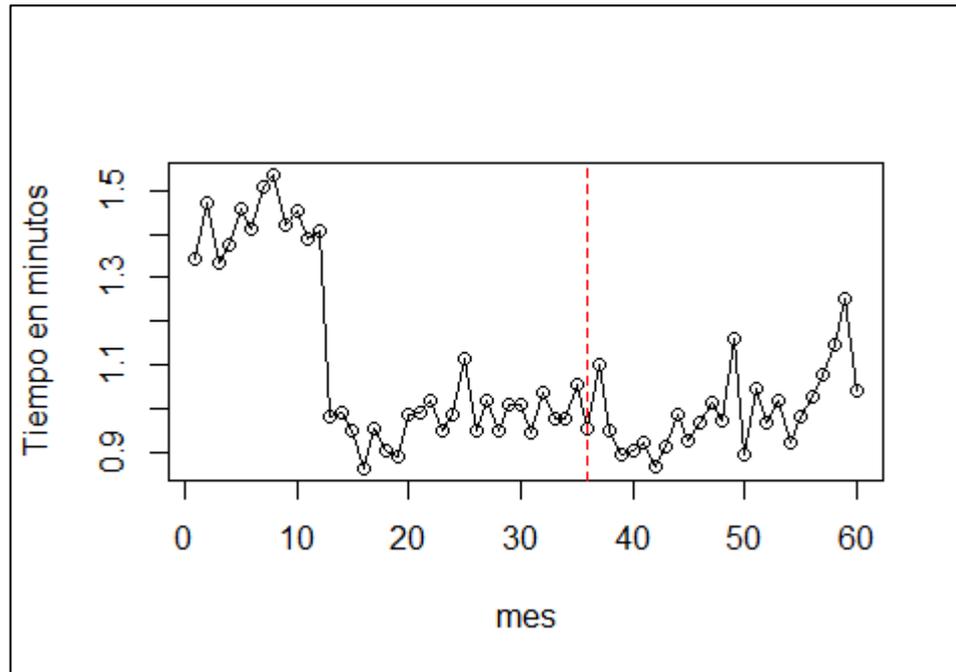
Figura 32. Punto de Quiebre en los residuos (febrero 2016), modelo ETAPA 5



Elaborado por: Autor

La Figura 33 muestra el comportamiento de los tiempos del modelo ETAPA 5 y su respectivo punto de quiebre, detectado a partir del mes de febrero 2016, provocando cambios estructurales en los datos.

Figura 33. Punto de Quiebre en la serie (febrero 2016), modelo ETAPA 5

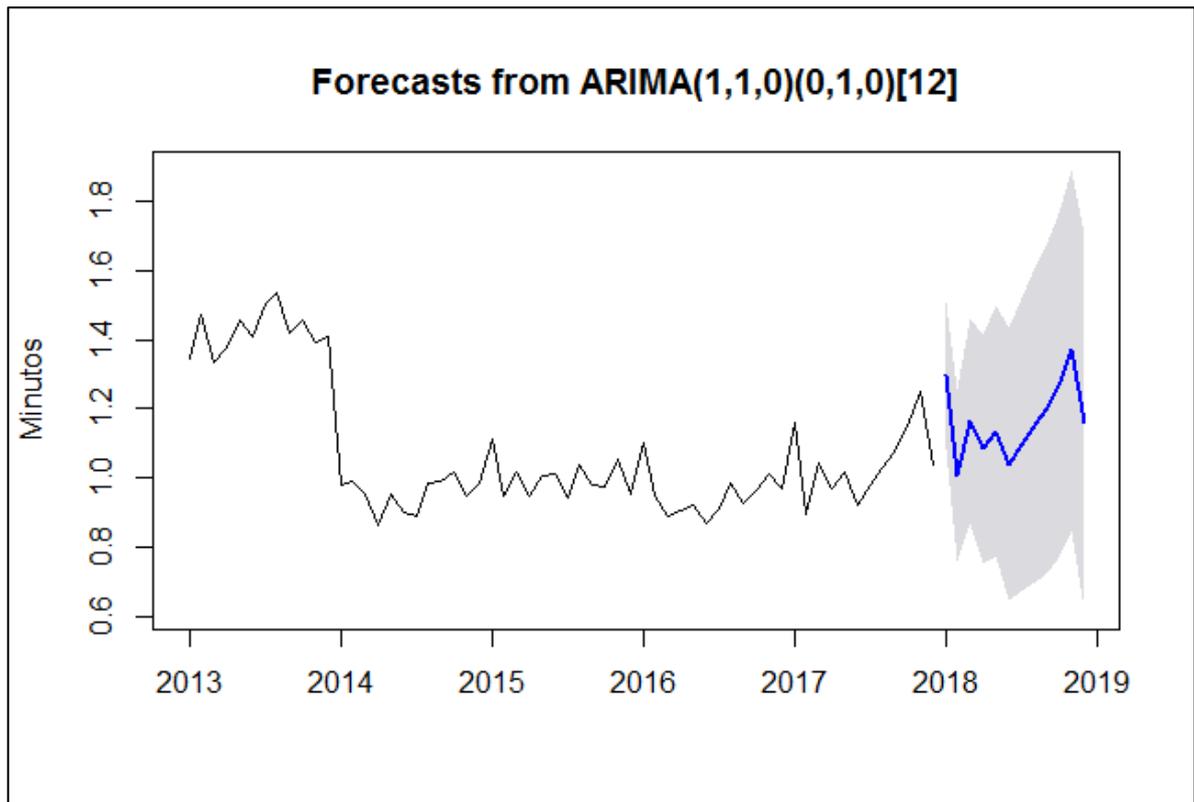


Elaborado por: Autor

Pronóstico

La Figura 34 muestra el pronóstico realizado para la serie de tiempo correspondiente a la ETAPA 5, el cual corresponde a un modelo ARIMA (1,1,0)(0,1,0)[12], es decir, la serie corresponde un modelo estocástico, donde Y (tiempos en la ETAPA 5) no es estacionaria, se tiene un componente estacional.

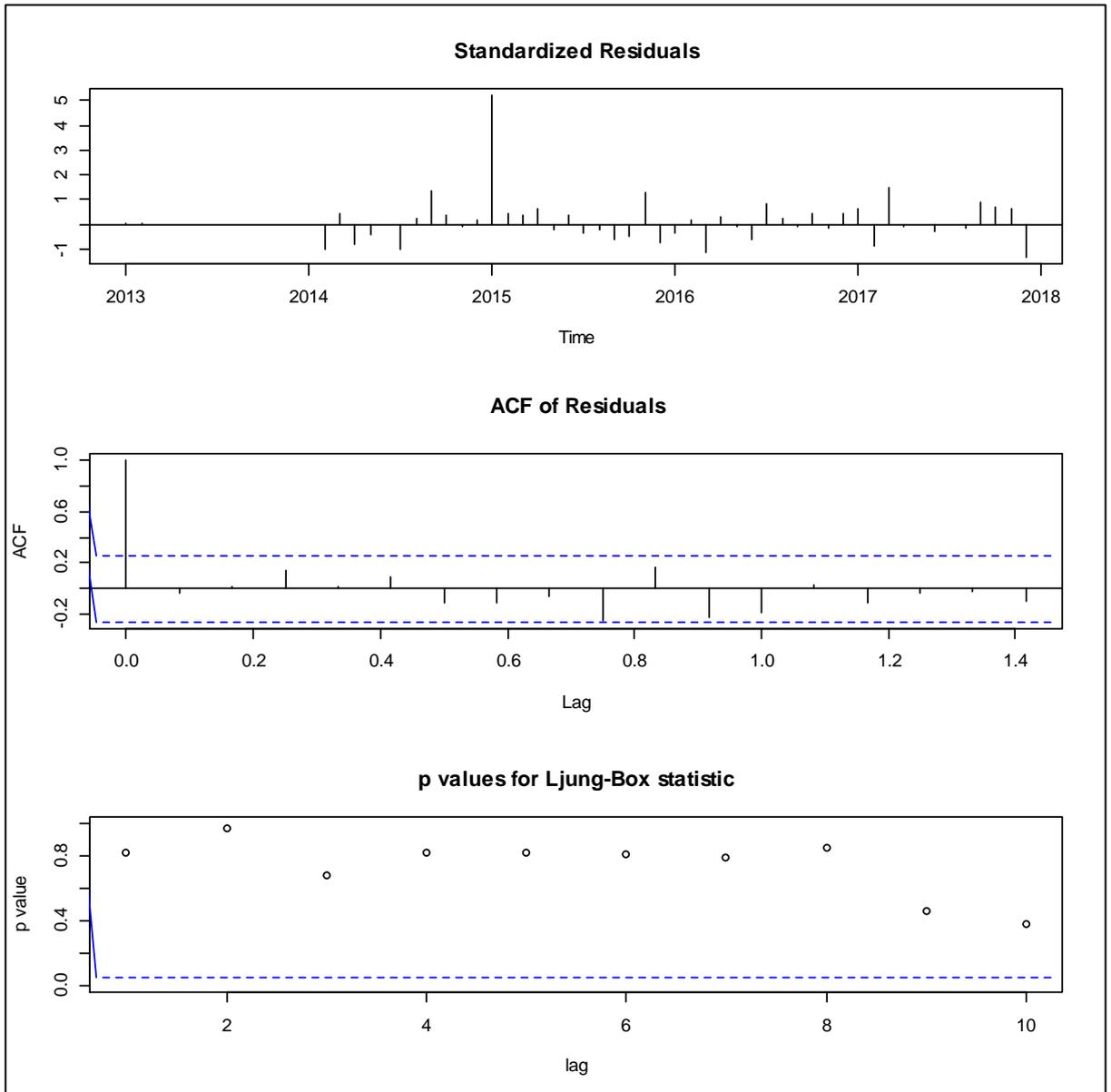
Figura 34. Pronóstico Tiempos de Nacionalización, ETAPA 5



Elaborado por: Autor

De acuerdo con la Figura 35 los residuales estandarizados del modelo son totalmente independientes, mientras que los residuales de la función de autocorrelación simple (ACF) se asemejan a los residuales de la función de autocorrelación simple de "ruido blanco", donde la media es nula y la varianza es constante. De acuerdo con el test de Ljung – Box se acepta la hipótesis nula de la independencia de los residuales ya que $p - value > 0,05$. De esta manera se comprueba la validez del modelo para el pronóstico de los tiempos de desaduanización en la ETAPA 5, correspondiente al modelo ARIMA (1,1,0)(0,1,0)[12].

Figura 35. Diagnóstico del modelo ARIMA (1,1,0)(0,1,0)[12], ETAPA 5



Elaborado por: Autor

La Tabla 11 muestra el resultado de pronóstico para el modelo de la ETAPA 5, comparado con los valores observados hasta el mes de agosto del 2018; se puede apreciar que el modelo se ha calculado de la mejor manera, tanto en su pronóstico como en sus intervalos de confianza, de esta manera los valores observados se encuentran comprendidos dentro de los intervalos establecidos.

Tabla 12. Pronóstico vs valor observado 2018, modelo ETAPA 5

Mes	Pronóstico	Intervalos de confianza (95%)		Valor observado
		Inferior	Superior	
ene-18	1,29747	1,08537	1,50958	1,14
feb-18	1,00496	0,75737	1,25254	0,98
mar-18	1,16598	0,87049	1,46146	0,94
abr-18	1,08393	0,75349	1,41437	0,94
may-18	1,13580	0,77155	1,50004	1,64
jun-18	1,03927	0,64492	1,43363	0,79
jul-18	1,09843	0,67581	1,52105	1,03
ago-18	1,14484	0,69584	1,59384	1,00
sep-18	1,19413	0,72017	1,66808	
oct-18	1,26489	0,76725	1,76254	
nov-18	1,36944	0,84918	1,88971	
dic-18	1,15766	0,61572	1,69959	

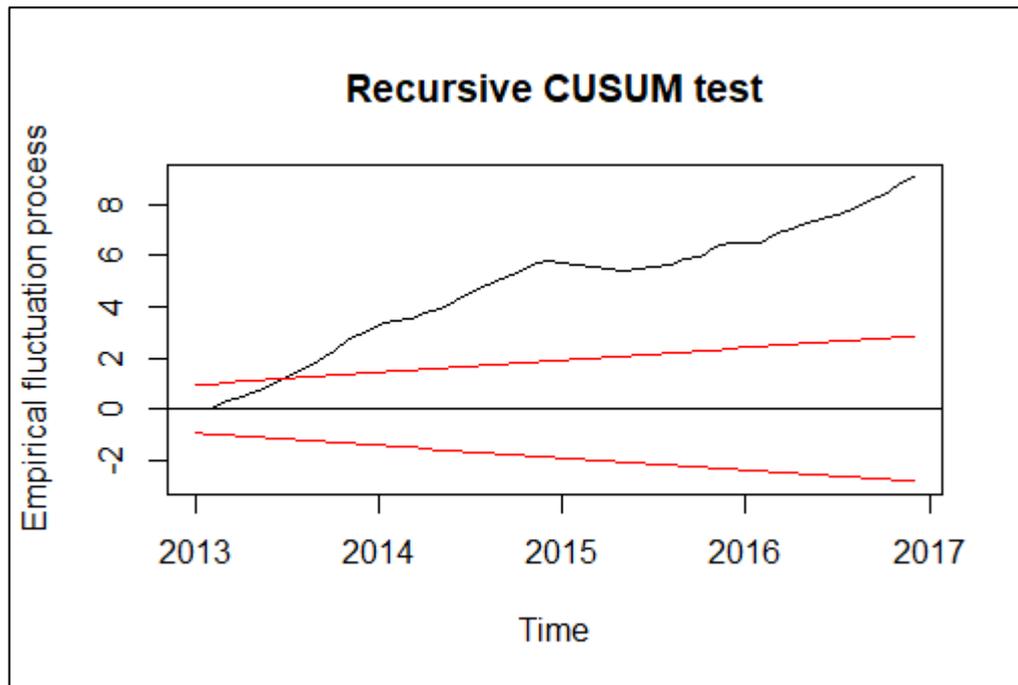
Elaborado por: Autor

4.6. Modelo TIEMPO TOTAL

Cambios estructurales

La Figura 36 muestra la suma acumulada de los residuos recursivos CUSUM para el modelo TIEMPO TOTAL (NACIONALIZACIÓN DE MERCANCÍAS), muestra un diagnóstico gráfico de cambio estructural del modelo, debido a que el estadístico CUSUM sobresale de las bandas de confianza establecidas.

Figura 36. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo TIEMPO TOTAL



Elaborado por: Autor

La Tabla 12 corrobora el diagnóstico gráfico realizado para el modelo TIEMPO TOTAL, ya que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de estabilidad estructural de la serie, es decir, existen cambios estructurales en la misma.

Tabla 13. Prueba CUSUM para residuales recursivos, modelo TIEMPO TOTAL

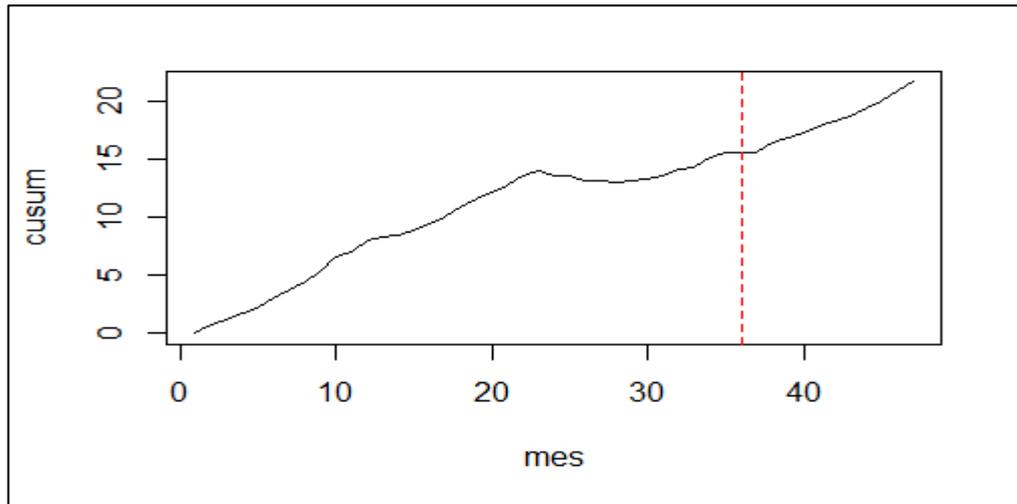
Estadístico S	P – valor
3.021	3.331e-16

Elaborado por: Autor

Regresión con punto de quiebre

La Figura 37 muestra dentro del modelo TIEMPO TOTAL la suma acumulada de los residuos recursivos y el punto de quiebre; este último es detectado en el mes de diciembre del 2015 (mes 36) y a partir de aquí la serie presenta cambios estructurales.

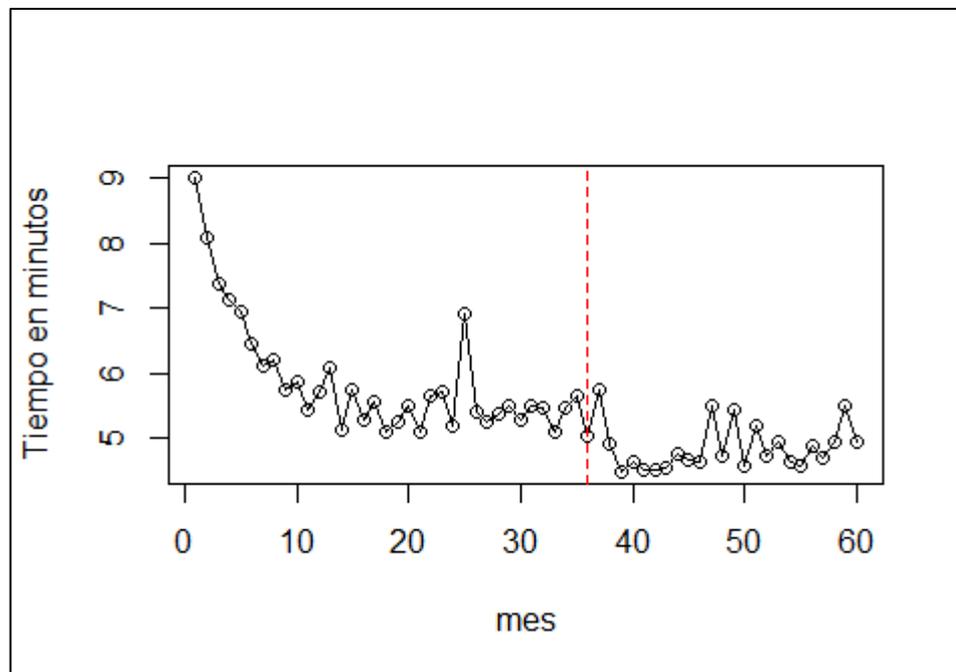
Figura 37. Punto de Quiebre en los residuos (dic 2015), modelo TIEMPO TOTAL



Elaborado por: Autor

La Figura 38 muestra el comportamiento de los tiempos del modelo TIEMPO TOTAL y su respectivo punto de quiebre, detectado a partir del mes de diciembre 2015, provocando cambios estructurales en los datos.

Figura 38. Punto de Quiebre en la serie (dic 2015), modelo TIEMPO TOTAL

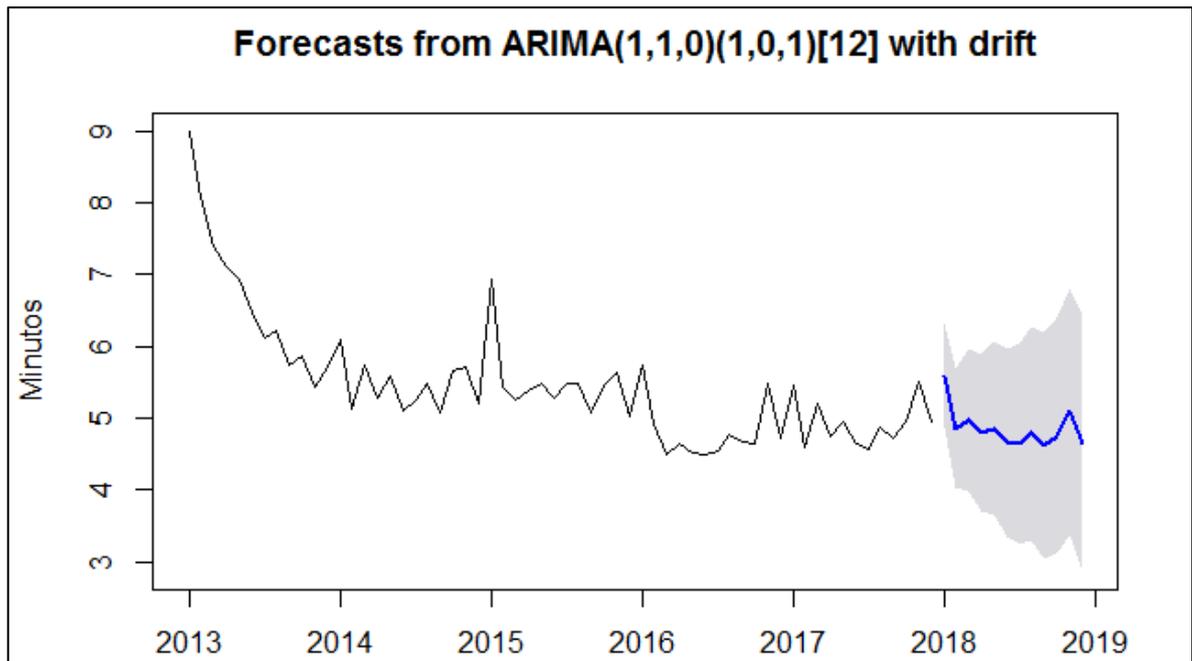


Elaborado por: Autor

Pronóstico

La Figura 39 muestra el pronóstico realizado para la serie de tiempo correspondiente a al modelo TIEMPO TOTAL, el cual corresponde a un modelo ARIMA (1,1,0)(1,0,1)[12], es decir, la serie corresponde un modelo estocástico, donde Y (tiempos de desaduanización) no es estacionaria y muestra tendencia.

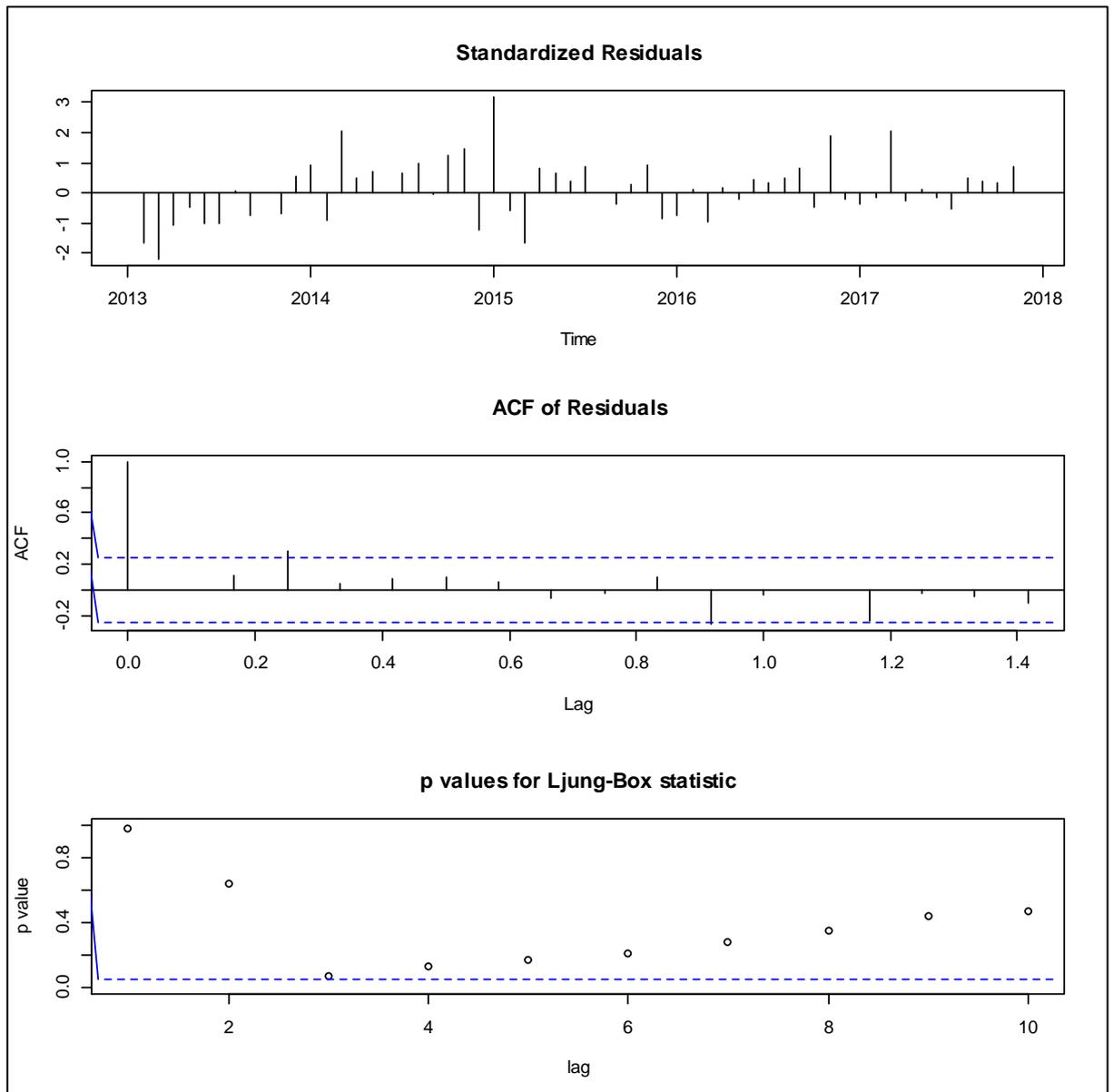
Figura 39. Pronóstico Tiempos de Nacionalización, TIEMPO TOTAL



Elaborado por: Autor

De acuerdo con la Figura 40 los residuales estandarizados del modelo son totalmente independientes, mientras que los residuales de la función de autocorrelación simple (ACF) se asemejan a los residuales de la función de autocorrelación simple de "ruido blanco", donde la media es nula y la varianza es constante. De acuerdo con el test de Ljung – Box se acepta la hipótesis nula de la independencia de los residuales ya que $p - value > 0,05$. De esta manera se comprueba la validez del modelo para el pronóstico de los tiempos de desaduanización totales, correspondiente al modelo ARIMA (1,1,0)(1,0,1)[12].

Figura 40. Diagnóstico del modelo ARIMA (1,1,0)(1,0,1)[12], TIEMPO TOTAL



Elaborado por: Autor

La Tabla 13 muestra el resultado de pronóstico para el modelo de TIEMPO TOTAL, comparado con los valores observados hasta el mes de agosto del 2018; se puede apreciar que el modelo se ha calculado de la mejor manera, tanto en su pronóstico como en sus intervalos de confianza, de esta manera los valores observados se encuentran comprendidos dentro de los intervalos establecidos.

Tabla 14. Pronóstico vs valor observado 2018, modelo TIEMPO TOTAL

Mes	Pronóstico	Intervalos de confianza (95%)		Valor observado
		Inferior	Superior	
ene-18	5,59303	4,86581	6,32024	5,52
feb-18	4,85347	4,02561	5,68133	4,98
mar-18	4,97214	3,98018	5,96411	4,59
abr-18	4,79104	3,69002	5,89205	4,77
may-18	4,85208	3,63908	6,06509	5,01
jun-18	4,65682	3,34678	5,96686	4,41
jul-18	4,63756	3,23488	6,04024	4,67
ago-18	4,79104	3,30247	6,27962	4,65
sep-18	4,61438	3,04418	6,18458	
oct-18	4,75054	3,10294	6,39814	
nov-18	5,09403	3,37241	6,81565	
dic-18	4,65416	2,86164	6,44668	

Elaborado por: Autor

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al aplicar la metodología planteada, se presentaron los resultados de los cambios estructurales en cada una de las etapas del proceso de nacionalización de mercancías, donde es evidente el punto de quiebre en la etapa 1, denominada como **LLEGADA** que inicia desde la llegada del medio de transporte hasta el ingreso de la mercancía al depósito temporal, a partir del mes de diciembre del 2015 (mes 36), que se ven soportados en la normativa resuelta en ese mes (Resolución No. 050-2015) que estableció una cuota global para la importación de vehículos, distribuidas en unidades comerciales para vehículos completamente armados (CBU) y vehículos por ensamblar (CKD), clasificados en subpartidas arancelarias fijadas para el efecto y que fue implementada a partir de enero 2016, esta medida impuesta que tuvo vigencia hasta el 31 de diciembre de 2016, repercutió directamente a que los tiempos de esta etapa, presentaran cambios estructurales, ya que las importaciones de vehículos cuya asignación de cupo era de periodicidad trimestral, se descontaban a las declaraciones aduaneras de importación aceptadas bajo el régimen de depósito aduanero o importación a consumo para el caso de vehículos completamente armados (CBU) e importación a consumo para el caso de vehículos por ensamblar (CKD), y debido al tipo de bien, éstos debían ser ingresados en depósitos aduaneros previo a su levante y nacionalización.

En la etapa 2, denominada como **DEPÓSITO** que inicia desde el ingreso de las mercancías al depósito temporal hasta la transmisión de la declaración, muestra que a partir del mes de diciembre del 2015 (mes 36), los tiempos de esta etapa presentan cambios estructurales que se ve sustentados en el marco de la normativa que estuvo vigente para el periodo 2016 relacionada a la cuota global para la importación a consumo de teléfono celulares aprobada por el órgano rector en materia de política comercial cuyas competencias establecen la creación de contingentes de importación o medidas restrictivas a las operaciones de

comercio exterior, cuando las condiciones comerciales, la afectación a la industria local, o las circunstancias económicas del país lo requieran (Resolución 049-2015).

En la etapa 3, denominada como **PAGO** que inicia desde la transmisión de la declaración hasta el pago de los tributos al comercio exterior, muestra que existen cambios estructurales a partir del mes de septiembre del 2015 (mes 33), y en ese mismo periodo se evidencia el punto de quiebre en el modelo, cuyos cambios abruptos identificados, guardan relación con la normativa establecida en el año 2015 que se refiere a la sobretasa arancelaria de carácter temporal y no discriminatoria, que se estableció con el propósito de regular el nivel general de importaciones y, de esta manera, salvaguardar el equilibrio de la balanza de pagos, conforme al porcentaje ad valorem determinado para las importaciones a consumo de las subpartidas fijadas para el efecto, ya que su objetivo fue implementarse como medida de defensa comercial para las mercancías embarcadas a partir del 12 de marzo del 2015 (Resolución 011-2015).

Los tiempos de la etapa 4, denominada como **ADUANA** que inicia desde el pago de los tributos al comercio exterior hasta la autorización de la salida, presenta cambios estructurales a partir del mes de mayo del 2015 (mes 29), y en ese mismo periodo es evidente el punto de quiebre de acuerdo al análisis realizado en el modelo, toda vez que el pago de los tributos al comercio exterior deber ser realizado previo al acto de aforo, el mismo que procede a la asignación del canal de aforo, según el perfilador de riesgos. En esta etapa es importante que el cierre de aforo se realice sin novedades o con novedades subsanadas ya que la notificación de que la declaración aduanera de importación tiene estado de Salida Autorizada, es decir que se ha cumplido con todas las formalidades aduaneras, es demandante para continuar con el levante de las mercancías en espera de que sea retirada del depósito temporal.

El tiempo de la etapa 5, denominada como **SALIDA** que inicia desde la autorización de salida de la mercancía hasta el retiro efectivo de las mercancías del depósito temporal, muestra dentro del modelo los cambios estructurales a partir de febrero del 2016 (mes 38) y en este periodo se registra el punto de quiebre como valor crítico en los tiempos de etapa. Estos cambios se ven

apalancados en la normativa vigente en el año 2016, que se relaciona a las medidas impuestas sobre las cuotas globales en la importación a consumo de teléfono celulares, la importación de vehículos completamente armados (CBU) y vehículos por ensamblar (CKD), y la sobretasa arancelaria como mecanismo de defensa comercial, procedimientos que fueron resueltos en el año 2015 por el Órgano Rector en materia de comercio exterior pero que se mantenían vigentes en el año 2016.

El **TIEMPO TOTAL** de nacionalización o de liberación de mercancías que se calcula desde la llegada del medio de transporte hasta el retiro efectivo de las mercancías del depósito temporal, es decir que incluye el tiempo desde la etapa 1 hasta la etapa 5, muestra evidentemente que a partir del mes de diciembre del 2015 (mes 36) presenta cambios estructurales y en ese periodo se registra el punto de quiebre para el modelo.

El análisis estadístico empleado a través del modelo CUSUM, permite evaluar el impacto y la variabilidad de cada etapa en el proceso de nacionalización de mercancías, además de establecer factores considerables que permitan el correcto uso de documentos para que la mercancía importada complete el proceso en aduana con todas las formalidades que involucren el levante de la mercancía del depósito temporal

Los pronósticos realizados por medio del modelo ARIMA para cada una de las etapas y a nivel de tiempo total de desaduanización gozan de robustez estadística tanto en el valor de su pronóstico como en sus intervalos de confianza ya que los valores calculados se encuentran dentro de estos.

El modelo que mejor se ajustó al modelo ETAPA 1 para pronosticar los tiempos es el modelo ARIMA (0,1,0), el cual cumplió con las condiciones establecidas en los modelos de series de tiempo; de esta manera comparando el período de enero a agosto del año 2018, se establece que los valores observados son muy cercanos a los valores pronosticados, situándose dentro de los intervalos de confianza establecidos al 95%.

Para el modelo ETAPA 2 que pronostica el tiempo que transcurre entre el ingreso de las mercancías al depósito temporal hasta la transmisión de la

declaración se determinó un modelo ARIMA (1,1,0)(1,0,1)[12], el cual permite obtener pronósticos con una diferencia marginal de los valores observados, cuyos datos se enmarcan dentro de los intervalos de confianza establecidos al 95%.

El modelo ETAPA 3 responde a un modelo ARIMA (3,1,0), el cual pronostica el tiempo transcurrido desde la transmisión de la declaración hasta el pago de los tributos al comercio exterior, de la misma forma los valores pronosticados se engloban dentro de los intervalos de confianza al 95%.

El tiempo establecido desde el pago de los tributos al comercio exterior hasta la autorización de salida, correspondiente a la ETAPA 4 se modela bajo un ARIMA (0,1,0) lo que permite tener pronósticos acordes a los datos observados entre el período agosto a diciembre del 2018, de esta manera los datos observados se encuentran dentro de los intervalos de confianza establecidos al 95%.

La ETAPA 5 que mide el tiempo transcurrido desde la autorización de salida de la mercancía hasta el retiro efectivo de las mercancías del depósito temporal, se modela bajo un ARIMA (1,1,0)(0,1,0)[12], el cual permite establecer pronósticos muy cercanos a los valores observados entre agosto y diciembre del 2018, los cuales caen dentro de los intervalos de confianza al 95%.

El TIEMPO TOTAL de nacionalización de las mercancías se modela bajo un ARIMA (1,1,0)(1,0,1)[12], ya que corresponde a modelo estocástico, donde la variable de pronóstico no es estacionaria y muestra tendencia, de esta manera los datos pronosticados están acorde a los datos observados entre enero y agosto del 2018 y se enmarcan dentro de un intervalo de confianza del 95%.

Además, mediante los modelos utilizados que se relacionan a técnicas de predicción estadística y simulación, es posible tener aproximaciones de los comportamientos en los tiempos de nacionalización de mercancías a través de cada una de sus etapas y que estas metodologías una vez optimizadas, constituyan una herramienta que permita obtener una aproximación a los cambios de los tiempos.

5.2. Recomendaciones

La inclusión de medidas restrictivas con la finalidad de restringir las importaciones de productos para proteger así la balanza de pagos, adoptar medidas de defensa comercial, aprobar contingentes de importación o medidas restrictivas a las operaciones de comercio exterior, cuando las condiciones comerciales, la afectación a la industria local, o las circunstancias económicas del país lo requieran o aprobar la normativa que, en materia de política comercial, se requiera para fomentar el comercio de productos con estándares de responsabilidad ambiental, evidencian de acuerdo al análisis planteado, cambios estructurales en los tiempos de nacionalización de mercancías que conllevarían a definir mejoras en los procesos aduaneros para que la optimización de estos tiempos no dependan de la normativa que se establezca de manera temporal, sino mecanismos eficientes que faciliten el comercio exterior.

La aplicación de controles previos a los procesos de importación de mercancías, empleando metodologías eficientes que permitan analizar los diferentes panoramas bajo los cuales se podrían mejorar los tiempos de nacionalización de mercancías en cada una de sus etapas, toda vez que el enfoque en el ámbito de empleo de los tiempos se basa en que los operadores de comercio exterior puedan realizar el proceso de importación de manera ágil, oportuna y en el menor tiempo posible, cumpliendo con todas las formalidades aduaneras para el posterior levante de la mercancía.

El uso de todas las herramientas que se implementan como mecanismo de ayuda a los operadores de comercio exterior y que deben ser usados de manera correcta, orientado al beneficio de las partes involucradas en pro de un comercio justo que implica la optimización de los tiempos de transmisión de las declaraciones aduaneras de importación hasta la nacionalización de las mismas.

El empleo de pronósticos en los indicadores de gestión de los tiempos de nacionalización de las mercancías utilizando los resultados obtenidos del modelo ARIMA, para de esta manera determinar las metas anuales mediante un modelo que goza de robustez y que refleja la realidad operativa de los Distritos.

BIBLIOGRAFÍA

- Brown, R. L., Durbin, J., & M., E. J. (1975). Techniques for testing the Constancy of Regression Relationships over Time. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 37(2), 149–192. <https://doi.org/10.2307/2984889>
- Dehkordi, Z. F., Tazhibi, M., & Babazade, S. (2014). Application of joinpoint regression in determining breast cancer incidence rate change points by age and tumor characteristics in women aged 30-69 (years) and in Isfahan city from 2001 to 2010. *Journal of Education and Health Promotion*, 3, 115. <https://doi.org/10.4103/2277-9531.145917>
- Djankov, S., Freund, C., & Pham, C. S. (1818). WPS3909 Trading on Time.
- Duarte, F. (2015). Lidera Artículos de profesores y alumnos Artículos de profesores y alumnos, 6–9.
- El-Agraa, A. (1997). *The theory of economic integration. Economic integration worldwide*. Retrieved from [http://www.hfv-speyer.de/knorr/SPEA/El-Agraa, A. \(2011b\), pp. 83-101.pdf](http://www.hfv-speyer.de/knorr/SPEA/El-Agraa, A. (2011b), pp. 83-101.pdf)
- Fujimitsu, M. (2012). Quantifying the effect that aid for trade facilitation has on customs clearance in Sub-Saharan Africa in terms of time and cost. *World Customs Journal*, 3(2), 39–53. Retrieved from http://worldcustomsjournal.org/media/wcj/-2009/1/WCJ_Volume_3_Number_1.pdf#page=63
- Gordhan, P. (2012). World Customs Journal. *World Customs Journal*, 3(2), 53–61. Retrieved from http://worldcustomsjournal.org/media/wcj/-2009/1/WCJ_Volume_3_Number_1.pdf#page=63
- Grainger, A. (2012). World Customs Journal. *World Customs Journal*, 3(2), 17–30. Retrieved from http://worldcustomsjournal.org/media/wcj/-2009/1/WCJ_Volume_3_Number_1.pdf#page=63
- Grindle, M. S. (2010). Working Papers, (204).

- Hausman, W. H., Lee, H. L., & Subramanian, U. (2005). Global Logistics Indicators, Supply Chain Metrics, and Bilateral Trade Patterns, 1–29.
- Hummels, D. (2000). Time as a trade barrier David Hummels October 2000 I . Introduction. *Most*, (October), 1–27.
- Kahya, E. (1999). Predicting Corporate Financial Distress : A Time-Series CUSUM Methodology. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 13, 323–345. <https://doi.org/10.2139/ssrn.64952>
- Kimtai, H., Aduwi, G., Kiprop, I., & Ojwang, W. (2004). Time Release Study Report, (August 2016). Retrieved from <http://www.revenue.go.ke/pdf/publications/TRSReport.pdf>
- Lee, S., Ha, J., Na, O., & Na, S. (2003). The Cusum Test for Parameter Change in Time Series Models. *Scandinavian Journal of Statistics*, 30(4), 781–796. <https://doi.org/10.1111/1467-9469.00364>
- López-Campos, J. L., Ruiz-Ramos, M., & Soriano, J. B. (2013). Mortality trends in chronic obstructive pulmonary disease in Europe, 1994–2010: a joinpoint regression analysis. *Lancet*, 2600(14), 10–11.
- Messerlin, P. a, & Zarrouk, J. (2000). Trade Facilitation: Technical regulations and customs procedures. *The World Economy*, 23(4), 577–593. <https://doi.org/10.1111/1467-9701.00291>
- Noblecila, M. G. (2015). *Constitución de las garantías aduaneras, para asegurar el cumplimiento de las obligaciones tributarias al comercio exterior*. Retrieved from <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/4431/1/ECUACE-2015-CI-CD00073.pdf>
- Nordas, H. K., & Pinali, E. (2006). Logistics and Time as a Trade Barrier. *Policy*, (35). <https://doi.org/10.1787/664220308873>
- Organización Mundial de Aduanas. (2011). Guía para la medición del tiempo requerido para el despacho de las mercancías.
- Prado, C. C. (2018). Historia de las aduanas en el mundo, (0), 1–4.
- Romero Martínez, Z. V. R. (2016). *Análisis del uso del sistema Tránsito*

Internacional de Mercancías (TIM) como plan piloto en la frontera aduanera de Colombia y Ecuador.

- Rosales, O. (2009). La globalización y los nuevos escenarios del comercio internacional. *Revista CEPAL*, 97, 77–95. Retrieved from <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/revista/noticias/articuloCEPAL/9/35849/P35849.xml&xsl=/revista/tpl/p39f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xslt>
- SENAE. (2014). Servicio Nacional De Aduana Del Ecuador, (c), 1149002.
- Shujie, Z., & Shilu, Z. (2009). The Implication of Customs Modernization on Export Competitiveness in China. *Impact of Trade Facilitation on Export Competitiveness: A Regional Perspective*, (c), 121–131. Retrieved from <http://www.unescap.org/sites/default/files/7-THEI~1.PDF>
- Tekkis, P. P., Senagore, A. J., Delaney, C. P., & Fazio, V. W. (2005). Evaluation of the learning curve in laparoscopic colorectal surgery: Comparison of right-sided and left-sided resections. *Annals of Surgery*, 242(1), 83–91. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000167857.14690.68>
- Verwaal, E., & Donkers, B. (2001). CUSTOMS - RELATED TRANSACTION COSTS , FIR SIZE AND I NTERNATIONAL TRADE INTENSITY, (0).
- Wilson, J. S., Mann, C. L., & Tsunehiro, O. (2004). Assessing the Potential Benefit of Trade Facilitation: A Global Perspective.
- Wilson, N. (2009). Examining the Effect of Certain Customs and Administrative Procedures on Trade. *OECD Trade Policy Studies*, (42), 51–79.
- World Bank Group. (2005). *Customs Modernization Handbook*.
- Yang, E. S., Cunnold, D. M., Newchurch, M. J., & Salawitch, R. J. (2005). Change in ozone trends at southern high latitudes. *Geophysical Research Letters*, 32(12), 1–5. <https://doi.org/10.1029/2004GL022296>
- Zamora Torres, A. I., & Navarro Chávez, J. C. L. (2015). Competitividad de la administración de las aduanas en el marco del comercio internacional. *Contaduría Y Administración*, 60(1), 205–228. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(15\)72152-2](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(15)72152-2)

ANEXOS

Script

```
F:\Mariela Orellana\script_completo.R - Editor R
|
rm(list=ls())

library(readxl)
library(xtable)
library(strucchange)
library(forecast)
library(lmtest)
library(ggplot2)

options(scipen=999) # Evita números en notación científica

base <- read_excel("F:/Mariela Orellana/base.xlsx",
                  col_types = c("date", "numeric", "numeric", "numeric",
                              "numeric", "numeric", "numeric"))

#####
##### MODELO ETAPA 1 #####
#####

ETAPA_1 <- ts(base$ETAPA_1, frequency=12, start=c(2012,1), end=c(2016,12))

#----modelo con tendencia lineal y estacionalidad

T = length(ETAPA_1)
t = seq(1,T)
It = seasonaldummy(ETAPA_1)

#####
#### Modelo CUSUM ####
#####

#----pruebas cusum graficas

prueba.cusum = efp(ETAPA_1 ~ t + It, type = "Rec-CUSUM")
plot(prueba.cusum)
```

```
F:\Mariela Orellana\script_completo.R - Editor R
#----pruebas cusum formales con valor p
sctest(prueba.cusum)

#####
# Determinación Punto de QUIEBRE #
#####

ETAPA_1 <- ts(base$ETAPA_1,frequency=12,start=c(2013,1),end=c(2017,12))

bp.n <- breakpoints(ETAPA_1 ~ t + It, breaks=2, h=14)
summary(bp.n)
B <- bp.n$extract.breaks(bp.n$RSS.table,breaks=2)

#---- grafica de cusum con punto de quiebre
rcres = recresid(ETAPA_1 ~ t + It)
plot(cumsum(rcres),type='l',xlab='mes',ylab='cusum')
abline(v=B[2],lty=2,lwd=1,col="red")

#----grafica de la serie con punto de quiebre
plot(t,ETAPA_1,type='o',xlab='mes',ylab='serie')
abline(v=B[2],lty=2,lwd=1,col="red")

#####
#### Modelo de predicción (Paquete forecast) ####
#####

modelo<-auto.arima(ETAPA_1)

summary(modelo)

pronostico<- forecast(modelo,12,level=95); pronostico

plot(pronostico)

# matriz.pronosticos <-data.frame(pronostico$mean,pronostico$lower,pronostico$suppe
x11()
< >
```

```
F:\Mariela Orellana\script_completo.R - Editor R
tsdiag(modelo2)

#####
#####          MODELO ETAPA 2          #####
#####

ETAPA_2 <- ts(base$ETAPA_2,frequency=12,start=c(2012,1),end=c(2016,12))

#---modelo con tendencia lineal y estacionalidad

T = length(ETAPA_2)
t = seq(1,T)
It = seasonaldummy(ETAPA_2)

#####
#### Modelo CUSUM ####
#####

#----pruebas cusum graficas

prueba.cusum = efp(ETAPA_2 ~ t + It, type = "Rec-CUSUM")
plot(prueba.cusum)

#---pruebas cusum formales con valor p
sctest(prueba.cusum)

#####
# Determinación Punto de QUIEBRE #
#####

ETAPA_2 <- ts(base$ETAPA_2,frequency=12,start=c(2013,1),end=c(2017,12))

bp.n <- breakpoints(ETAPA_2 ~ t + It, breaks=2, h=14)
summary(bp.n)
B <- bp.n$extract.breaks(bp.n$RSS.table,breaks=2)
```

```
F:\Mariela Orellana\script_completo.R - Editor R
#---- grafica de cusum con punto de quiebre
rcres = recresid(ETAPA 2 ~ t + It)
plot(cumsum(rcres),type='l',xlab='mes',ylab='cusum')
abline(v=B[2],lty=2,lwd=1,col="red")

#----grafica de la serie con punto de quiebre
plot(t,ETAPA_2,type='o',xlab='mes',ylab='serie')
abline(v=B[2],lty=2,lwd=1,col="red")

#####
##### Modelo de predicción (Paquete forecast) #####
#####

modelo2<-auto.arima(ETAPA_2)

summary(modelo2)

pronostico2<- forecast(modelo2,12,level=95); pronostico2

plot(pronostico2)
x11()
tsdiag(modelo2)

#matriz.pronosticos2 <-data.frame(pronostico2$mean,pronostico2$lower,pronostico2$u

#####
##### MODELO ETAPA 3 #####
#####

ETAPA_3 <- ts(base$ETAPA_3,frequency=12,start=c(2012,1),end=c(2016,12))

#----modelo con tendencia lineal y estacionalidad

T = length(ETAPA_3)
t = seq(1,T)
It = seasonaldummy(ETAPA_3)
```

```
F:\Mariela Orellana\script_completo.R - Editor R
#####
#### Modelo CUSUM ####
#####

#----pruebas cusum graficas

prueba.cusum = efp(ETAPA_3 ~ t + It, type = "Rec-CUSUM")
plot(prueba.cusum)

#----pruebas cusum formales con valor p
sctest(prueba.cusum)

#####
# Determinación Punto de QUIEBRE #
#####

ETAPA_3 <- ts(base$ETAPA_3,frequency=12,start=c(2013,1),end=c(2017,12))

bp.n <- breakpoints(ETAPA_3 ~ t + It, breaks=2, h=14)
summary(bp.n)
B <- bp.n$extract.breaks(bp.n$RSS.table,breaks=2)

#---- grafica de cusum con punto de quiebre
rcres = recresid(ETAPA_3 ~ t + It)
plot(cumsum(rcres),type='l',xlab='mes',ylab='cusum')
abline(v=B[2],lty=2,lwd=1,col="red")

#----grafica de la serie con punto de quiebre
plot(t,ETAPA_3,type='o',xlab='mes',ylab='serie')
abline(v=B[2],lty=2,lwd=1,col="red")

#####
#### Modelo de predicción (Paquete forecast) ####
#####

modelo3<-auto.arima(ETAPA_3)
```

```
F:\Mariela Orellana\script_completo.R - Editor R

summary(modelo3)

pronostico3<- forecast(modelo3,12,level=95); pronostico3

plot(pronostico3)
#matriz.pronosticos3 <-data.frame(pronostico3$mean,pronostico3$lower,pronostico3$u
xll()
tsdiag(modelo3)

#####
#####          MODELO ETAPA 4          #####
#####

ETAPA_4 <- ts(base$ETAPA_4,frequency=12,start=c(2012,1),end=c(2016,12))

#----modelo con tendencia lineal y estacionalidad

T = length(ETAPA_4)
t = seq(1,T)
It = seasonaldummy(ETAPA_4)

#####
### Modelo CUSUM ###
#####

#----pruebas cusum graficas

prueba.cusum = efp(ETAPA_4 ~ t + It, type = "Rec-CUSUM")
plot(prueba.cusum)

#----pruebas cusum formales con valor p
sctest(prueba.cusum)
```

```
F:\Mariela Orellana\script_completo.R - Editor R

#####
# Determinación Punto de QUIEBRE #
#####

ETAPA_4 <- ts(base$ETAPA_4,frequency=12,start=c(2013,1),end=c(2017,12))

bp.n <- breakpoints(ETAPA_4 ~ t + It, breaks=2, h=14)
summary(bp.n)
B <- bp.n$extract.breaks(bp.n$RSS.table,breaks=2)

#---- grafica de cusum con punto de quiebre
rcres = recresid(ETAPA_4 ~ t + It)
plot(cumsum(rcres),type='l',xlab='mes',ylab='cusum')
abline(v=B[2],lty=2,lwd=1,col="red")

#----grafica de la serie con punto de quiebre
plot(t,ETAPA_4,type='o',xlab='mes',ylab='serie')
abline(v=B[2],lty=2,lwd=1,col="red")

#####
#### Modelo de predicción (Paquete forecast) ####
#####

modelo4<-auto.arima(ETAPA_4)

summary(modelo4)

pronostico4<- forecast(modelo4,12,level=95); pronostico4

plot(pronostico4,ylab="Minutos")
#matriz.pronosticos4 <-data.frame(pronostico4$mean,pronostico4$lower,pronostico4$t

x11()
tsdiag(modelo4)
```

```
F:\Mariela Orellana\script_completo.R - Editor R
#####
#####          MODELO ETAPA 5          #####
#####

ETAPA_5 <- ts(base$ETAPA_5,frequency=12,start=c(2012,1),end=c(2016,12))

#----modelo con tendencia lineal y estacionalidad

T = length(ETAPA_5)
t = seq(1,T)
It = seasonaldummy(ETAPA_5)

#####
### Modelo CUSUM ###
#####

#----pruebas cusum graficas

prueba.cusum = efp(ETAPA_5 ~ t + It, type = "Rec-CUSUM")
plot(prueba.cusum)

#----pruebas cusum formales con valor p
sctest(prueba.cusum)

#####
# Determinación Punto de QUIEBRE #
#####

ETAPA_5 <- ts(base$ETAPA_5,frequency=12,start=c(2013,1),end=c(2017,12))

bp.n <- breakpoints(ETAPA_5 ~ t + It, breaks=2, h=14)
summary(bp.n)
B <- bp.n$extract.breaks(bp.n$RSS.table,breaks=2)

#---- grafica de cusum con punto de quiebre
rcres = recresid(ETAPA_5 ~ t + It)

< >
```

```
F:\Mariela Orellana\script_completo.R - Editor R
plot(cumsum(rcres), type='l', xlab='mes', ylab='cusum')
abline(v=B[2], lty=2, lwd=1, col="red")

#----grafica de la serie con punto de quiebre
plot(t, ETAPA_5, type='o', xlab='mes', ylab='serie')
abline(v=B[2], lty=2, lwd=1, col="red")

#####
#### Modelo de predicción (Paquete forecast) ####
#####

modelo5<-auto.arima(ETAPA_5)

summary(modelo5)

pronostico5<- forecast(modelo5, 12, level=95); pronostico5

plot(pronostico5, ylab="Minutos")

#matriz.pronosticos5 <-data.frame(pronostico5$mean,pronostico5$lower,pronostico5$u

x11()
tsdiag(modelo5)

#####
##### MODELO TIEMPO TOTAL #####
#####

TIEMPO_TOTAL <- ts(base$TIEMPO_TOTAL, frequency=12, start=c(2012, 1), end=c(2016, 12))

#----modelo con tendencia lineal y estacionalidad

T = length(TIEMPO_TOTAL)
t = seq(1, T)
It = seasonaldummy(TIEMPO_TOTAL)
```

```
F:\Mariela Orellana\script_completo.R - Editor R
#####
### Modelo CUSUM ###
#####

#----pruebas cusum graficas

prueba.cusum = efp(TIEMPO_TOTAL ~ t + It, type = "Rec-CUSUM")
plot(prueba.cusum)

#----pruebas cusum formales con valor p
sctest(prueba.cusum)

#####
# Determinación Punto de QUIEBRE #
#####

TIEMPO_TOTAL <- ts(base$TIEMPO_TOTAL,frequency=12,start=c(2013,1),end=c(2017,12))

bp.n <- breakpoints(TIEMPO_TOTAL ~ t + It, breaks=2, h=14)
summary(bp.n)
B <- bp.n$extract.breaks(bp.n$RSS.table,breaks=2)

#---- grafica de cusum con punto de quiebre
rcres = recresid(TIEMPO_TOTAL ~ t + It)
plot(cumsum(rcres),type='l',xlab='mes',ylab='cusum')
abline(v=B[2],lty=2,lwd=1,col="red")

#----grafica de la serie con punto de quiebre
plot(t,TIEMPO_TOTAL,type='o',xlab='mes',ylab='serie')
abline(v=B[2],lty=2,lwd=1,col="red")

#####
### Modelo de predicción (Paquete forecast) ###
#####

modeloTT<-auto.arima(TIEMPO_TOTAL)
< >
```

```
F:\Mariela Orellana\script_completo.R - Editor R

modeloTT<-auto.arima(TIEMPO_TOTAL)

summary(modeloTT)

pronosticoTT<- forecast(modeloTT,12,level=95); pronosticoTT

plot(pronosticoTT,ylab="Minutos")
#-matriz.pronosticosTT <-data.frame(pronosticoTT$mean,pronosticoTT$lower,pronosticoTT$upper)
write.csv(matriz.pronosticosTT,"matriz.pronosticosTT.csv")
x11()
tsdiag(modeloTT)

|
```