|  |
| --- |
| BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO |
| Estudio de Tiempos de Atención en Puestos Fronterizos: Área de Aforo |
| Guasaule: Frontera de Nicaragua-Honduras |
|  |
|  |
| **Marzo de 2015** |

|  |
| --- |
|  |

En colaboración con: Georgia Tech TIP Center, Costa Rica.

Elaborado por:

Manrique Montealegre

Wilberth Méndez Corrales

# Índice

[Índice 1](#_Toc415709659)

[Resumen 2](#_Toc415709660)

[Introducción 3](#_Toc415709661)

[Marco Teórico 4](#_Toc415709662)

[Caracterización del Proceso de Estudio 6](#_Toc415709663)

[Metodología de Trabajo 10](#_Toc415709664)

[Evaluación de Tiempos entre Llegadas y Tiempos de Servicio 12](#_Toc415709665)

[Modelo de Simulación según datos muestreados 14](#_Toc415709666)

[Resultados del Modelo 15](#_Toc415709667)

[Escenarios/ Análisis de Sensibilidad 17](#_Toc415709668)

[Oportunidades de Mejora al Sistema 20](#_Toc415709669)

[Conclusiones y Recomendaciones 21](#_Toc415709670)

[Anexos 22](#_Toc415709671)

# Resumen

Este informe corresponde a la caracterización del proceso de Aforo de Mercadería de Importación en el Puesto Fronterizo de Guasaule. Dicha caracterización se hizo mediante la metodología de teoría de colas, según los datos recopilados durante el periodo de observación del 19 al 25 de Marzo de 2015.

A partir de la medición de los tiempos entre llegadas y tiempos de servicio en cada una de las etapas del proceso de aforo (corte de marchamo, acomodo de mercadería, aforo físico, aforo documental), se hizo la construcción de un modelo de simulación de acuerdo a estos datos que refleja las características del proceso.

En este estudio se define el tiempo de una solicitud de aforo en el sistema como el tiempo que transcurre entre el momento en el que se presenta una declaración aduanera designada como roja (i.e. que requiere pasar por el proceso de aforo) y el momento en que se emite la nota de salida para la mercadería. El modelo construido muestra que el tiempo esperado para una “declaración roja” en el sistema es de 4.1 horas; esto para el 80% de los casos en los cuales existe información suficiente sobre el valor de las mercancías y no es necesario consultar a la aduana central para emitir la nota de salida para el importador. Para aquellos casos en los que se requiere consultar a la aduana central, este tiempo se incrementa en un rango que va desde 0.5 a 24 horas, según el volumen de solicitudes que reciba la aduana central de los diferentes puestos fronterizos; y según el horario en que se realice la solicitud (esto por la diferencia de horarios entre el puesto fronterizo de Guasaule y la Aduana Central).

Dentro de este tiempo esperado de 4.1 horas, el tiempo real/de valor agregado por parte del aforador es de 49 minutos (considerando los procesos de corte de marchamo, aforo físico y aforo documental), mientras que la suma de los tiempos de espera en colas en diferentes partes del proceso es de 1 hora y 38 minutos; y el tiempo de acomodo de mercadería de 1 hora y 40 minutos.

Mediante modificaciones al modelo de simulación, se muestran también alternativas enfocadas en reducir el tiempo esperado de las solicitudes en el área de aforo. Dichas modificaciones incluyen la variación en el número de personas dedicadas al proceso de aforo y la separación de las funciones de aforo físico y aforo documental. Específicamente, se muestra como al pasar del modelo observado de 3 aforadores (encargados del aforo físico y documental) a un modelo de 4 aforadores (2 encargados del aforo físico y 2 encargados del aforo documental), el tiempo esperado se reduciría por debajo de 3 horas. El beneficio capturado se da en mantener un flujo continuo de las solicitudes a lo largo del proceso y la reducción de los tiempos en cola; esto, sin considerar los beneficios que se esperarían en la productividad/reducción de los tiempos de servicio, asociados con la especialización de funciones.

# Introducción

El Guasaule es uno de los principales puestos fronterizos que existen entre Nicaragua y Honduras. Ubicado en territorio nicaragüense, en la frontera Occidental del país, el puesto fronterizo de Guasaule lleva a cabo trámites migratorios y aduaneros para pasajeros y transportistas que circulan entre ambos países.



El puesto cuenta con un horario de atención de 24 horas para el tránsito de pasajeros, camiones vacíos y en tránsito; y un horario de 6:30am a 10pm (15.5 horas) para la mayor parte de las ventanillas y áreas dedicadas a la atención de transportistas que trasladan mercaderías de importación o exportación.

Dentro de los procesos que lleva a cabo el Puesto Fronterizo, se encuentran los trámites aduanales para Importaciones y Exportaciones. Las etapas que debe pasar una determinada carga para ser despachada del puesto fronterizo varían dependiendo de distintos factores. Uno de estos factores es la determinación de si una carga debe pasar por el proceso de Inspección/Aforo. Esta asignación se realiza cuando el Agente/Gestor Aduanal presenta la declaración aduanera en la ventanilla de Aleatoriedad. Allí el sistema, mediante una serie de parámetros, selecciona si la carga debe o no ser inspeccionada e imprime directamente este resultado en el documento adjunto a la declaración aduanera. Los resultados se dan mediante un sistema de semáforo, en el cual “Rojo” indica que debe ir al proceso de Aforo y Verde indica que no debe ir al proceso de aforo.

Este estudio se basa en el estudio del proceso de aforo de “declaraciones rojas”, el cual se da principalmente en los procesos de importación.

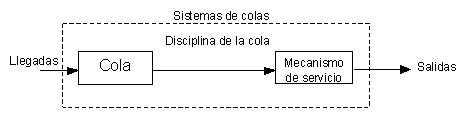
**En adelante, en este informe se referirá como “Rojo” a aquellas declaraciones que pasan por el proceso de aforo.**

# Marco Teórico

**Generalidades sobre Teoría de Colas**

La teoría de colas estudia la construcción y el análisis de modelos matemáticos de sistemas que dan servicio a clientes cuyos tiempos de llegada y requisitos de servicio son aleatorios. El modelo básico de colas, a partir del que se pueden construir otros más complicados, consta de tres elementos:

1. El proceso de entrada describe las propiedades estadísticas de los instantes entre llegadas de clientes. Típicamente, viene expresado en términos de la distribución entre llegadas.
2. El mecanismo de servicio especifica el número de servidores y las propiedades estadísticas de los tiempos de servicio.
3. La disciplina de cola describe el comportamiento de los clientes que encuentran todos los servidores ocupados.[[1]](#footnote-1)



Típicamente, los sistemas de colas se caracterizan mediante los tiempos de llegada y tiempos de servicio que se utilizan para el cálculo de variables como:

* Tiempos medio de espera en cola (Wq)
* Tiempos medio de espera en el sistema (W = tiempo medio de espera en cola + tiempo medio en servicio)
* Valor esperado del número de clientes en el sistema (L)
* Valor esperado del número de clientes en cola (Lq)

La resolución analítica de los sistemas se complica a medida que los sistemas se hacen más complejos. De hecho, para muchos sistemas no existe resolución analítica. En sistemas de colas complejos conviene utilizar simulaciones para estudiar su comportamiento.[[2]](#footnote-2)

**Pruebas de Bondad de Ajuste**

Las pruebas de bondad de ajuste se tratan de un caso particular de pruebas de hipótesis. Estas tienen por objetivo determinar si los datos se generaron o se pueden modelar con una determinada función o distribución.[[3]](#footnote-3)

En la actualidad, existen maneras de realizar estas pruebas de bondad de ajuste mediante paquetes computacionales, los cuales pueden realizar las pruebas estadísticas Chi Square, Kolmogorov Smirnov y Anderson Darling y evaluar el ajuste de los datos a distribuciones de probabilidad mediante la generación de los p-values.

En una prueba de bondad de ajuste se tiene que la hipótesis a probar es:

* La hipótesis nula, que indica que H0: F(x) = F0(x)

vs.

* La hipótesis alternativa, que indica que H1 : F(x) ̸= F0(x).

De acuerdo con GIBBONS, J. D. (1997): Non Parametric Methods for Quantitative Analysis. U.S.A. American Sciences Press, Inc:[[4]](#footnote-4) El valor p es la probabilidad, cuando la hipótesis nula es cierta, de obtener un valor de la prueba que es igual a (o más extremo) (en la dirección apropiada) que su valor observado. El investigador puede simplemente reportar el valor p y concluir el análisis allí explicando que el valor p es la probabilidad de un resultado muestral tan extremo como lo observado cuando Ho es verdadera. En algunos casos el investigador puede desear tomar la decisión estadística de aceptar o rechazar la hipótesis nula. Su decisión puede basarse en el resultado del (magnitud) valor p del siguiente modo: Si el valor p es muy pequeño el investigador puede concluir que los datos no sustentan (support) la hipótesis nula. El mismo sentido si el valor p es grande el investigador podrá concluir que los datos sustentan Ho”.

# Caracterización del Proceso de Estudio

**Proceso General Departamento Técnico:**

El departamento técnico cumple un rol importante dentro del proceso aduanal. Por una parte, es importante la rigurosidad de la revisión, pues se tiene una misión de evitar la evasión fiscal; por otra parte, su proceso debe ser expedito, pues se debe evitar también que la carga quede retenida en el puesto fronterizo por mucho tiempo.

El siguiente diagrama describe a nivel general el proceso aduanal que siguen las importaciones desde que el Gestor Aduanal se presenta en la ventanilla de aleatoriedad donde se identifica si la mercadería debe pasar por el proceso de revisión del área técnica, hasta la finalización del proceso con la entrega de la nota de salida.



Como indica el diagrama, la asignación en la ventanilla de aleatoriedad, se puede realizar previo al ingreso de la carga al predio; por tanto el tiempo del proceso de inspección propiamente inicia una vez que el Gestor Aduanal finaliza el trámite en el punto 2, en la Ventanilla de cancelación de anticipadas. Para este punto, ya la carga se encuentra dentro del puesto fronterizo y se ha presentado la documentación y recibos correspondientes al trámite de la declaración.

**Proceso de Aforo:**

A su vez, el proceso de Aforo de Mercadería está compuesto por varios subprocesos e involucra a múltiples personas: aforadores, gestores aduanales, transportistas, “chamberos” (personal de soporte que ayuda a la descarga de las mercaderías) jefatura del departamento técnico y, en ocasiones, a personal de la Aduana Central en Managua. El proceso de Aforo se lleva a cabo principalmente para las importaciones, donde se procesan de 30 a 45 al día; se atienden también exportaciones rojas, pero estas corresponden a un promedio de 1 a 3 al día[[5]](#footnote-5), con una duración de proceso inferior, debido a que el proceso conlleva menos revisiones. El proceso es responsabilidad del departamento técnico del área de aduanas y consiste en la revisión física y documental que realiza un aforador en relación con las mercancías declaradas por el contribuyente.

El siguiente diagrama describe el proceso de Aforo de Mercadería, una vez que ha sido finalizado el trámite en la “Ventanilla de Cancelación de Anticipadas” y la jefatura del departamento técnico ha asignado el caso a un aforador. Se señalan en color las etapas del proceso que involucran al personal técnico del área de aforo.



3.1 Una vez finalizado el trámite en ventanilla, se le asigna un número consecutivo al gestor aduanal, para esperar ser llamado a revisión. Mientras esto sucede, el chofer del medio de transporte debe estacionar su vehículo en el parqueo de importaciones en espera de que haya un campo disponible en los andenes o rampa. Dentro del puesto fronterizo, se cuenta con 8 andenes para Importaciones y 8 andenes para Exportaciones. En la eventualidad que los andenes de exportaciones estén ocupados, la carga de importaciones debe esperar; sin embargo, comúnmente los andenes de Exportaciones se utilizan también para el aforo de mercadería de Importación.

3.2 Cuando ya el camión está ubicado en el andén y le corresponde el turno según su número asignado, deben estar presentes el agente aduanal y el aforador para abrir el marchamo. Este proceso es breve (3.38 minutos, según los datos muestreados que se detallan más adelante). Cabe mencionar que los aforadores dan la máxima prioridad a este proceso, pues realizar el corte del marchamo permite liberar los andenes con mayor prontitud. Esto implica que si un aforador está haciendo otra labor y se le solicita el corte del marchamo, entonces suspende lo que está haciendo para atender el corte del marchamo.



3.3. Posteriormente, el agente aduanal inicia la preparación para la revisión (le llamaremos Revisión Previa) o acomodo de la mercadería. Este proceso consiste en acomodar las cajas y “abrir calle” en el centro del contenedor, para que el aforador pueda desplazarse en el interior del contenedor para examinar la carga. Una vez que la mercadería está preparada, el gestor aduanal notifica al aforador para que inicien la revisión física. El gestor aduanal debe estar presente para esta etapa.



3.4 En el proceso de Aforo Físico, se revisan los ítems (referencias) indicados en la declaración, las cantidades reportadas y el lugar de origen. Se inspeccionan también cajas al azar, en donde se verifica que la mercadería corresponda a lo que ha sido indicado en la declaración.



3.5 Una vez realizada la revisión física, el aforador se dirige a su oficina para iniciar con la revisión documental donde se verifican los valores declarados según el tipo de mercadería contra bases de datos, códigos arancelarios y documentación presentada. El proceso de revisión documental no es necesariamente continuo. Este se interrumpe cuando el aforador reciba indicación que una carga esta lista para corte de marchamo o bien que esta lista para aforo físico.

En caso que no exista alguna referencia de los valores de la mercadería en las bases de datos, se consulta documentación existente; o bien se envía un correo electrónico haciendo la consulta a la Aduana Central en Managua. Mientras esto se aclara, la carga se mantiene en el predio. También, en caso de haber alguna inconsistencia que implique la necesidad de algún pago adicional de impuestos, se emite una declaración complementaria.

Una vez finalizada la revisión documental, el aforador emite un acta de reconocimiento y una boleta de salida firmada por: el aforador, agente aduanal, jefatura del departamento técnico y administrador de la aduana. Con este paso, finaliza el proceso de aforo. Para que el transportista pueda continuar el traslado de la mercadería, el agente aduanal tiene que haber pagado cualquier impuesto adicional y pasar a la ventanilla de tránsito final, donde se entrega la aprobación de salida.

En el proceso de aforo, hay múltiples variables que influyen en el tiempo final que permanece una declaración aduanera en el sistema; entre ellas:

* Horario de llegada (para trámites en ventanillas): el horario de atención para llegada de nuevas solicitudes de aforo es de 6:30am a 10pm (de Lunes a Sábado) y de 6:30am a 8pm (Domingo). Por ello, una declaración que ingrese tarde en el día, está más propensa a no poder ser tramitada el mismo día.
* Hora de llegada (para corte de marchamo y aforo físico): debido a razones de riesgo, la administración ha indicado que los andenes deben quedar vacíos al final del día. Por ello, no se realiza el corte de marchamo a las cargas que vayan a estar en riesgo de no poder ser revisadas físicamente antes del final del día. Por esta razón, el horario de atención en los andenes, para corte de marchamo y aforo físico, se reduce y va desde las 6:30am a las 8pm (de Lunes a Sábado) y de 6:30 a 7pm (Domingo).
* Según el periodo observado, existen 3 aforadores dedicados completamente al proceso. Ellos trabajan 3 días a la semana, los días completos, en jornadas de 16 horas. El proceso completo de aforo se lleva a cabo por parte de una misma persona; o en caso que el proceso se extienda hasta el siguiente día, es continuado por parte de la persona que se sienta en su lugar.
* La presentación de documentación incompleta o con errores agrega también tiempo al proceso
* Es importante también la disponibilidad del agente aduanal, de espacio en el andén, de personal para ayudar con el acomodo de la mercadería y aforadores en el mismo momento
* Tiempo requerido para acomodar la mercadería: por ejemplo, en ocasiones se requiere el uso de montacargas
* Velocidad del Sistema de cómputo de Aduana (en ocasiones lento o no disponible)
* Secuenciamiento de revisiones. Debido a la prioridad del corte de marchamo y la revisión física sobre la revisión documental, esto puede ocasionar un tiempo adicional en momentos de múltiples revisiones.
* No-linealidad/no-continuidad observada en el proceso de aforo: es decir, el hecho que varias solicitudes pueden estar siendo atendidas por el mismo aforador a la vez. Por ejemplo en un momento dado, un mismo aforador puede estar atendiendo 1 aforo físico y tener 2 aforos documentales en proceso.

# Metodología de Trabajo

La metodología de trabajo consistió de 3 etapas. Primero, una definición del sistema de estudio y diseño del plan de muestreo. Segundo, la etapa de observación del proceso y recopilación de datos. Tercero, una etapa de análisis de los datos, caracterización del sistema en estudio y descripción de oportunidades.

Definición del Sistema de Estudio

Según lo acordado previo al inicio del estudio (según conversación con el Georgia Tech TIP Center), el proyecto se desarrollaría sobre el estudio de un proceso especifico, determinado por una “cola” identificada como critica, entre los días 19 y 25 de Marzo, según el cronograma del proyecto previamente establecido.

Con esto en consideración, el día 19 de Marzo se realizó un tour de reconocimiento por el puesto fronterizo de Guasaule. Posterior a esta visita, se determinó que el proceso de enfoque para el estudio sería el proceso de Aforo. Este proceso muestra las siguientes condiciones: acumulaciones de trabajo en proceso (WIP) observadas durante el reconocimiento y confirmadas como situaciones que se dan comúnmente; larga duración entre el momento que una mercadería es seleccionada para Aforo (en particular para cargas de importación) y el momento en que es despachada; hay una alta variabilidad en el proceso también, en ocasiones no pueden ser atendidas todas las solicitudes recibidas en el día y se trata de un proceso importante en términos de servicio al cliente y para garantizar que los importadores puedan disponer de sus mercancías importadas.

Definición del Plan de Muestreo

Según lo detallado en la descripción del proceso de aforo, este proceso tiene múltiples componentes y operaciones. Se conocía que el proceso es caracterizado por tiempos de espera largos y volumen de solicitudes diarias bajas. Por este motivo, el plan de muestreo involucraba la medición de múltiples operaciones y tratar de capturar tantos casos como fuese posible, durante el tiempo de duración del estudio. Para ejemplificar, durante el tiempo del estudio del 19 al 25 de Marzo, se recibieron un total de 209 solicitudes que tardaron un promedio de 4.51horas en procesarse[[6]](#footnote-6).

Por estos motivos, para caracterizar el proceso según el tiempo de muestreo previamente establecido, se establecieron 3 formularios de medición que se muestran en el Anexo 1:

* Formulario de Tiempos entre llegadas: registro llenado en ventanilla de cancelación de anticipadas, de acuerdo a la llegada de nuevos rojos al sistema. Ya existe un mecanismo de asignación de un consecutivo a los nuevos rojos, por tanto, este formulario solo implicaba registrar el día y hora a la cual llegaba el nuevo rojo. Esto permitió tener un 100% de medición de los tiempos entre llegadas durante el periodo muestreado. Los tiempos entre llegadas fueron luego calculados a partir de las diferencias entre las horas de llegada (considerando el horario de atención)
* Formulario para trazabilidad de declaraciones: este registro se estableció como un registro anónimo en el cual los aforadores anotaban el día y hora en que iniciaba el corte de marchamo y aforo físico; y el día y hora en que se imprimía la nota de salida. Este formulario se utiliza en este para medir el tiempo de acomodo de mercadería (a partir de la diferencia entre la hora de inicio de aforo físico y de corte de marchamo). También se utiliza (en combinación con el formulario de tiempos entre llegadas) para validar los resultados de la simulación construida; esto por cuanto permite la trazabilidad de las declaraciones desde que se presentaron en ventanilla hasta que se emitió la nota de salida.
* Formulario de Tiempos detallados: fue utilizado por los 2 miembros del equipo consultor para medir y caracterizar el detalle; es decir los diferentes tiempos de servicio de los aforadores (el tiempo de corte de marchamo, de aforo físico y de aforo documental). Debido a la no-continuidad en los procesos de aforo, era importante la flexibilidad para medir estos tiempos.

Etapa de análisis de datos, caracterización del sistema en estudio y descripción de oportunidades

En esta etapa se procedió a analizar los datos correspondientes a los registros de tiempos muestreados durante el periodo de estudio (Ver Anexo 2). Se realizaron las pruebas de bondad de ajuste para identificar las distribuciones de probabilidad que mejor caracterizan el comportamiento de los diferentes tiempos del proceso: tiempos entre llegadas, corte de marchamo, acomodo de mercadería, aforo físico, aforo documental.

Una vez realizada esta etapa y considerando lo mencionado anteriormente acerca de la no-linealidad / no-continuidad observada en el proceso de aforo, se procedió a desarrollar un modelo de simulación para modelar el proceso muestreado.

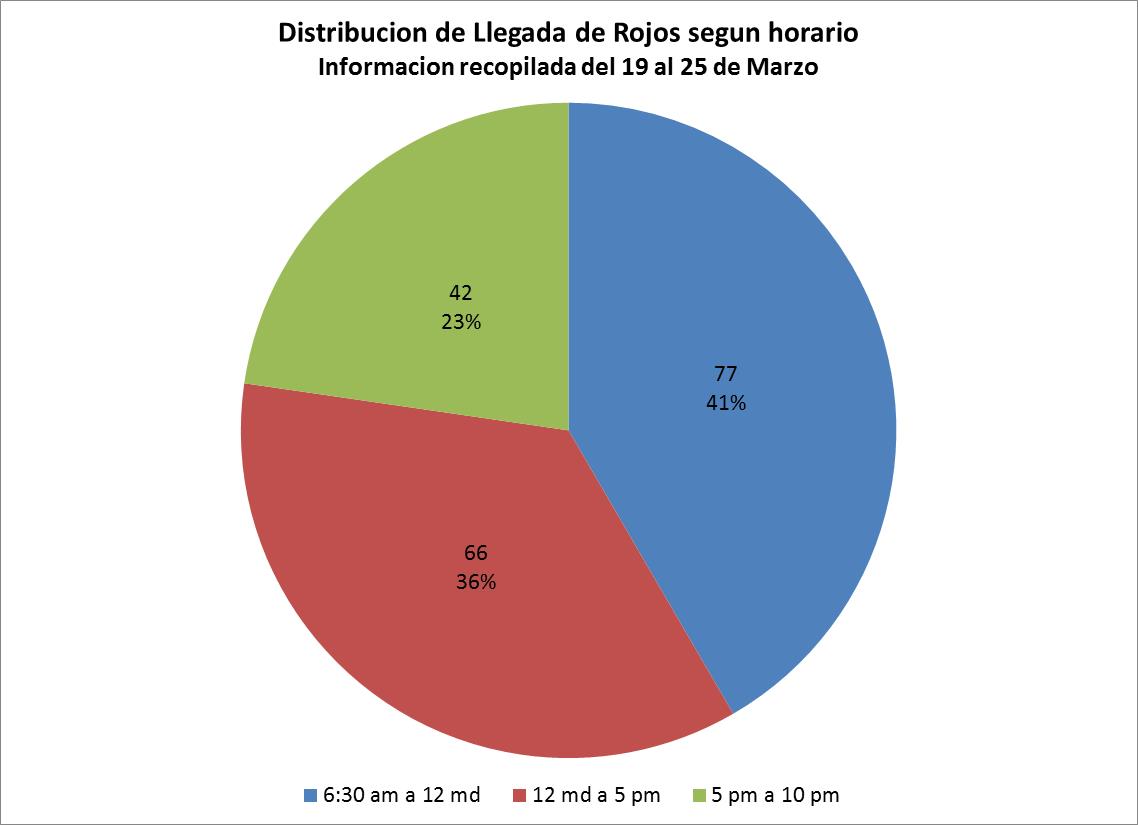
A partir de la corrida de este modelo de simulación, se procedió a determinar los valores esperados de tiempos de servicio, tiempo en cola, tiempo en sistema que caracterizan el modelo del proceso de aforo.

Luego, se procedió a desarrollar modelos alternativos que utilizan los mismos tiempos entre llegadas y tiempos de servicio para cada operación; esto para reflejar alternativas para la reducción del tiempo total esperado en el sistema.

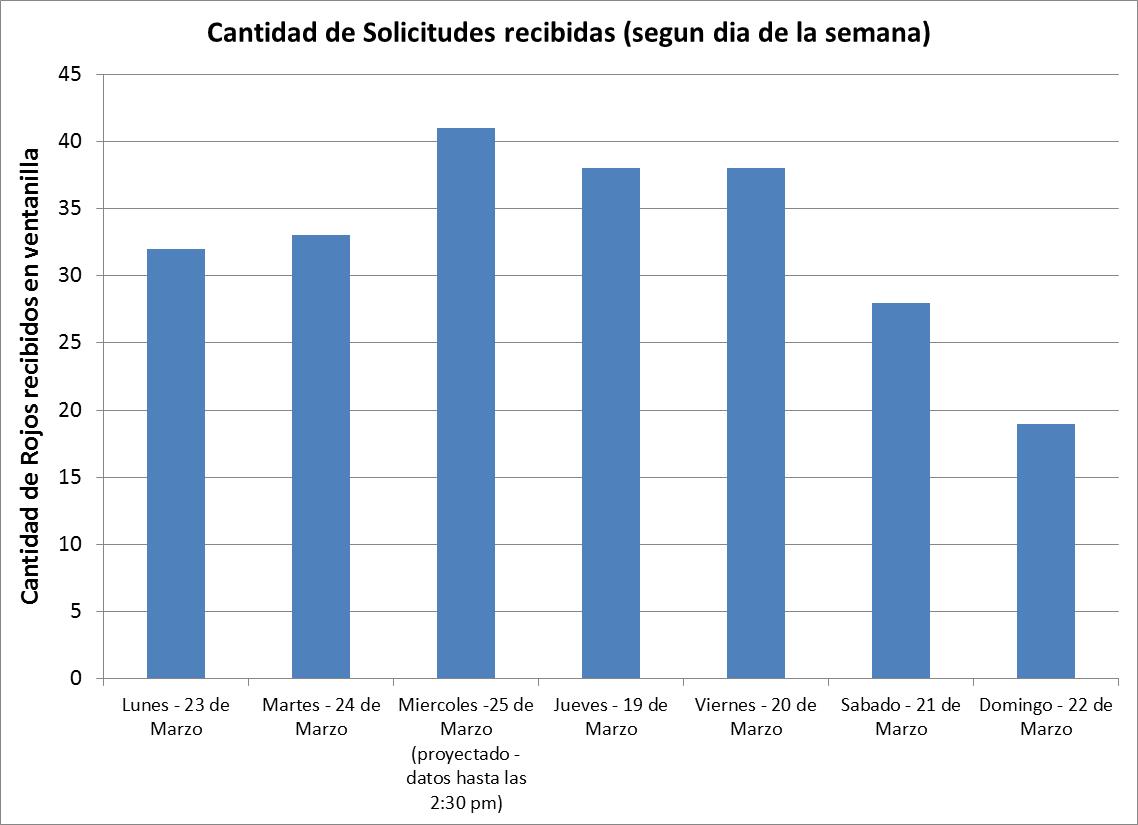
# Evaluación de Tiempos entre Llegadas y Tiempos de Servicio

Durante el periodo de muestreo del 19 al 25 de Marzo (hasta las 2pm), se recibieron un total de 209 aforos de importaciones. Estas solicitudes se recibieron en el periodo de tiempo de las 6:30am a las 10pm.

Como muestra este gráfico, basado en los datos recopilados para los tiempos entre llegadas del 19 al 25 de Marzo, la mayor parte de las nuevas órdenes para el área de aforo se reciben en la mañana y tarde.



El gráfico siguiente muestra el total de aforos recibidos en el periodo muestreado, segregados por día de la semana.



Del gráfico se interpreta que los domingos son días de bajo número de solicitudes; los miércoles, jueves y viernes presentan un número mayor de solicitudes, basados en la semana muestreada.

***Nota:*** *es importante mencionar que el día Sábado 21 de Marzo, el sistema Sidunea no estuvo funcionando en el horario de 12md a 5:30pm; esto afectó la operación en la ventanilla de Cancelación de Anticipadas. Por este motivo, durante este periodo de tiempo, no se recibieron nuevas órdenes de “rojos”, creando un desfase en la llegada de “rojos” al sistema hacia la noche del día sábado y mañana del domingo. Dentro de los datos muestreados, la caída del sistema afecta la medición del tiempo entre llegadas para este día. Con la finalidad de evitar este sesgo en los datos de tiempos entre llegadas para la evaluación de la prueba de bondad de ajuste, no se consideraron los datos muestreados desde la tarde del Sábado 21 hasta la tarde del Domingo 22 para fines de los tiempos entre llegadas.*

Según la metodología descrita en el marco teórico, se procedió a realizar las pruebas de bondad de ajuste para los diferentes tiempos muestreados. Para ello, se utilizó el Input Analyzer del programa Arena.

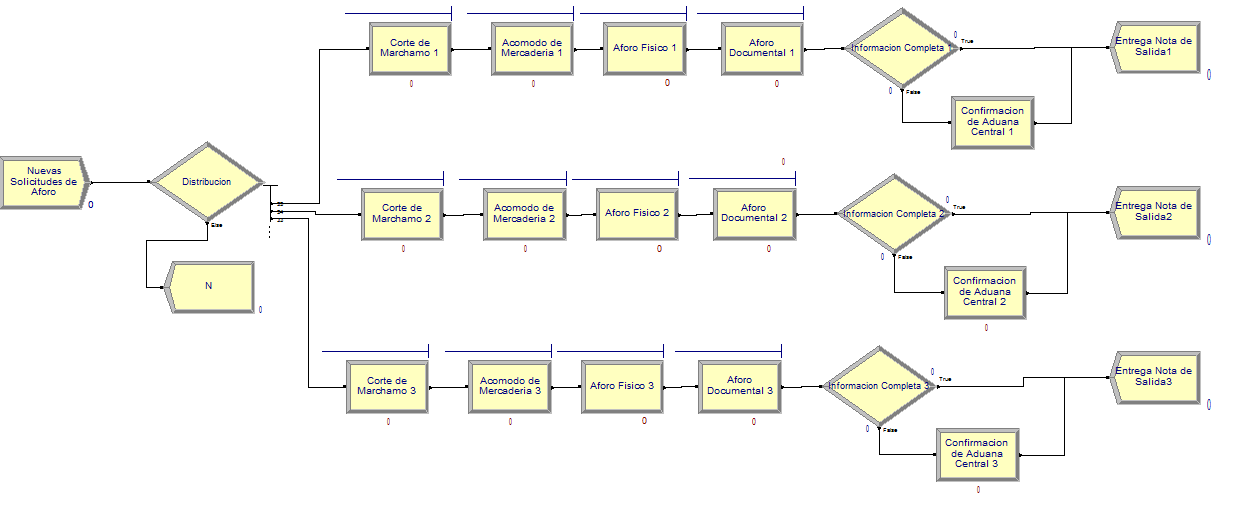
El siguiente cuadro muestra para cada proceso la distribución de probabilidad que se ajusta mejor a los datos. Se indican también el promedio, desviación estándar para cada proceso, los cuales denotan la variabilidad existente. Adicionalmente, se muestran los p-values correspondientes a las pruebas de bondad de ajuste. Los p-value altos (superiores a 0.05) dan confianza que de acuerdo a los datos provistos (limitados por el periodo de muestreo previamente establecido), el comportamiento de los datos puede modelarse mediante esas distribuciones de probabilidad. Para el caso del tiempo de corte de marchamo, no se obtiene el p-value que muestra el ajuste a la distribución; sin embargo, dado que es el tiempo más corto del proceso, esto no es considerado un aspecto crítico dentro del modelo. Los histogramas para cada uno de los tiempos medidos y los correspondientes resultados indicados por el “Input Analyzer” se muestran en el Anexo 3.



# Modelo de Simulación según Datos Muestreados

A partir de la descripción del proceso y de las distribuciones de probabilidad obtenidas del Input Analyzer y evaluadas mediante las pruebas de bondad de ajuste, se procedió a construir un modelo de simulación en Arena que refleja el proceso. Este modelo se adjunta a este informe (Sistema Actual).

La imagen siguiente muestra el flujo del proceso modelado en Arena.



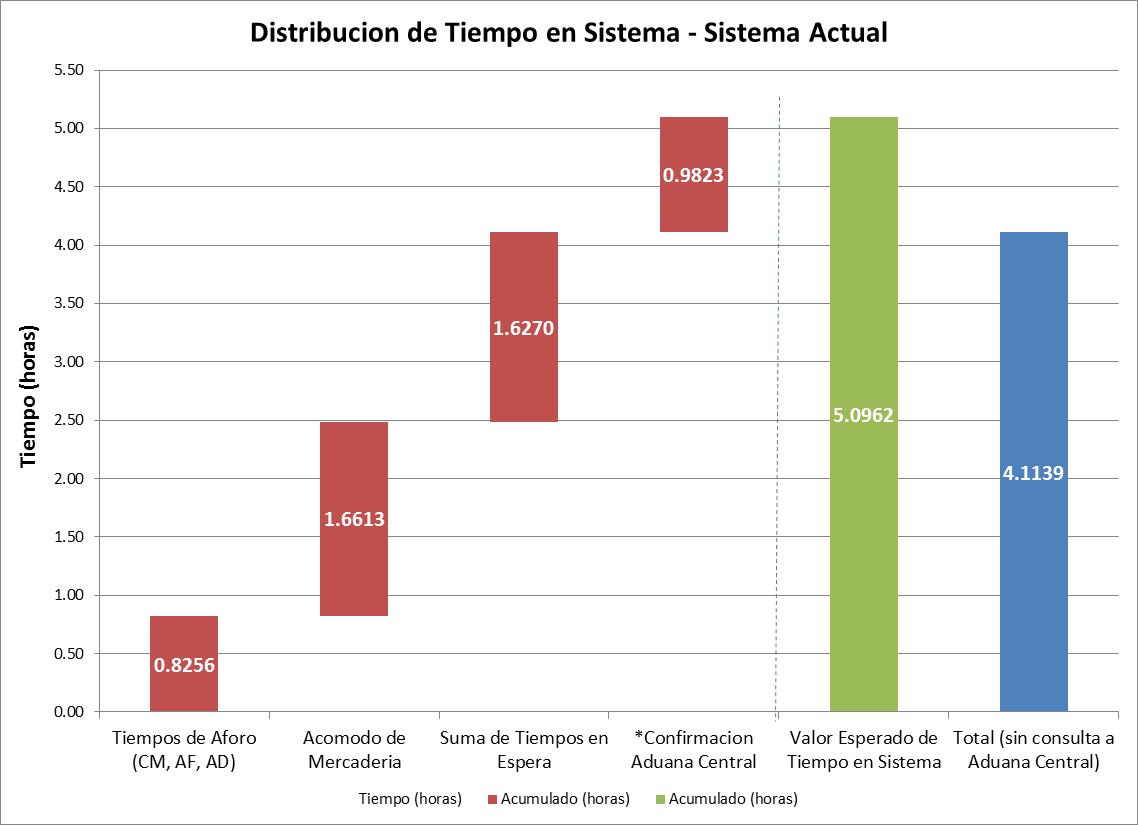
Consideraciones sobre el modelo:

* Las solicitudes ingresan al sistema según la distribución de probabilidad indicada
* Luego son distribuidas por la jefatura técnica entre los aforadores, se asume en forma equitativa
* Luego de esto, son atendidas según los tiempos de servicio de los diferentes procesos (determinados por las distribuciones de probabilidad obtenidas de la bondad de ajuste).
* Se asume la misma distribución de tiempos de servicio para cada aforador. Esto, por cuanto la limitación de tiempo del estudio y el bajo volumen de solicitudes hacia más importante maximizar la cantidad de muestras, por encima de medir las variaciones en los tiempos de servicio de los 6 potenciales aforadores.
* Se modela también que la solicitud es atendida por el mismo aforador desde el inicio (corte de marchamo) hasta el fin (aforo documental).
* Se modela la lógica de prioridades que brindan los aforadores (prioridad a los cortes de marchamo, luego aforos físicos y luego documentales).
* Se definen como tiempos de valor agregado aquellos tiempos en que el aforador participa (corte de marchamo, aforo físico, aforo documental).
* Se define el tiempo de acomodo de mercadería como un tiempo de no valor agregado (NVA).
* Existen colas que se forman previo a cada uno de los sub-procesos
* Se agrega una consideración para modelar la salida del 20% de los “rojos” (según información provista por la jefatura del área técnica) en los cuales se debe recurrir a consultas de valores a la Aduana Central en Managua. Este tiempo de espera se modela como un “Other” con una distribución de probabilidad triangular con un mínimo de 30 minutos, moda de 180 minutos y máximo de 720 minutos.

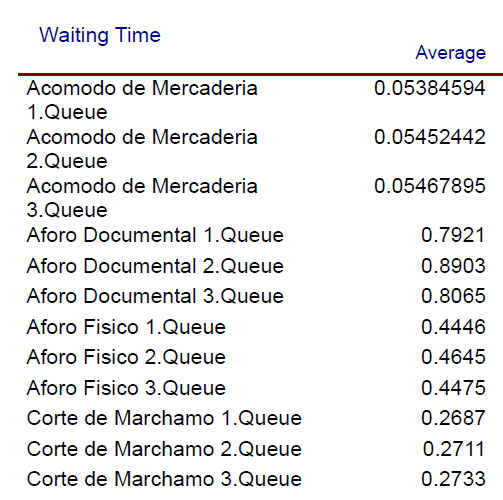
# Resultados del Modelo

El modelo fue corrido utilizando 1000 iteraciones de 7 días bajo el horario de 15.5 horas. El reporte completo con los resultados del modelo se incluye en el Anexo 4. A continuación se detallan los principales puntos identificados:

* El **tiempo esperado** que pasa un “rojo” en el sistema desde la ventanilla de cancelación de anticipadas hasta la entrega de la nota de salida es de **4 horas, 7 minutos** para aquellos casos en los cuales no deba realizarse una consulta a Aduana Central. Considerando aquellos casos en los cuales debe hacerse la consulta, el tiempo se incrementa de acuerdo a la distribución triangular de probabilidad. Dado que el 20% de los casos van a consulta a Aduana Central, esto incrementa el tiempo esperado para una solicitud a **5 horas, 6 minutos**.
* A continuación se describen los componentes del tiempo que pasa un “rojo” en el sistema. Este grafico se basa en los datos del reporte del Anexo 4.



* Como se observa, la Suma de Tiempos de Aforo (Corte de Marchamo, Aforo Físico y Aforo Documental) solo corresponde a una fracción pequeña del tiempo total (16%). En total estos tiempos tardan un promedio de 0.83 horas o **49 minutos**
* Por su parte, la suma de tiempos en espera es prácticamente el doble de este tiempo; equivale a 1.62 horas o **1 hora, 38 minutos** (32% del tiempo esperado total en el sistema)
* A continuación se muestra el detalle de los tiempos de espera, según el reporte de la simulación (se indican 3 colas para cada proceso, que corresponden a la cola para cada uno de los aforadores). Como es de esperar, de acuerdo a las prioridades de secuenciamiento en el proceso de Aforo, los tiempos de espera principales se forman previo al proceso de Aforo Documental. Esto es consistente con lo observado durante el periodo muestreado.



* La cantidad esperada de “rojos” en el sistema en un momento dado es de **10.5**, distribuidos de la siguiente forma: 3.5 en espera (principalmente en espera de aforo documental), 3 en atención de aforadores, 4 en preparación de mercadería en el andén. Esto también es razonable y consistente con lo observado.

Comparación de resultados del modelo con tiempos observados

Como un mecanismo de control para el estudio, se estableció un modelo de trazabilidad para las órdenes, desde el punto en que se registraba la llegada al sistema (en la ventanilla de cancelación de anticipadas), hasta el punto en que se registraba la finalización del proceso con la nota de salida. Los datos correspondientes a este mecanismo de trazabilidad muestran un tiempo promedio de salida de: 4.51 horas, consistente con los resultados del modelo de simulación.

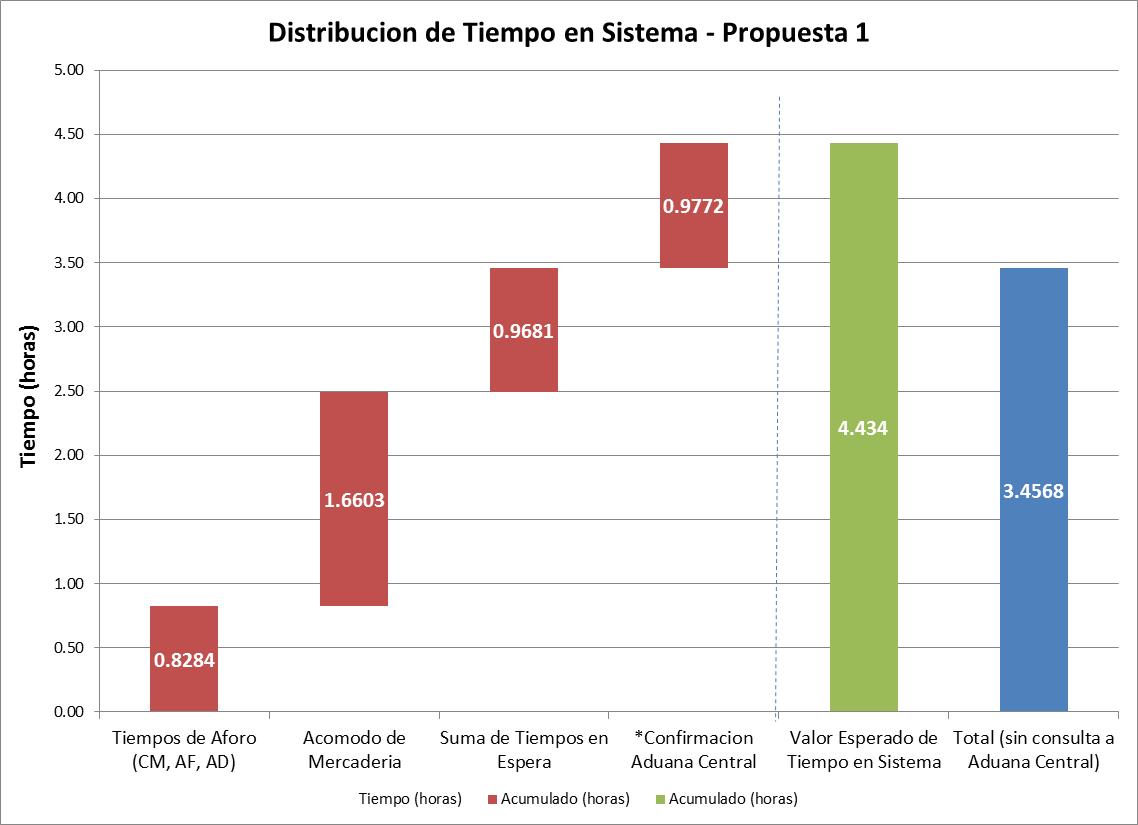
# Escenarios/ Análisis de Sensibilidad

Mediante modificaciones al modelo de simulación, se plantearon alternativas enfocadas en reducir el tiempo esperado de las solicitudes en el área de aforo. Dichas modificaciones incluyen la variación en el número de personas dedicadas al proceso de aforo (de 3 a 4) y la separación de las funciones de aforo físico y aforo documental. Los modelos de simulación propuestos se incluyen también junto con este informe (Sistema Propuesto 1 y Sistema Propuesto 2).

Sistema Propuesto 1 (4 aforadores)

* En este caso, la modificación consiste en incrementar el número de aforadores en 1, para un total de 4 aforadores.
* No hay variación en la lógica del proceso
* Los nuevos “rojos” se distribuyen equitativamente entre los 4 aforadores (25% cada uno).
* El modelo fue corrido también con 1000 iteraciones de 7 días bajo el horario de 15.5 horas.

Estos son los resultados resumidos del modelo.

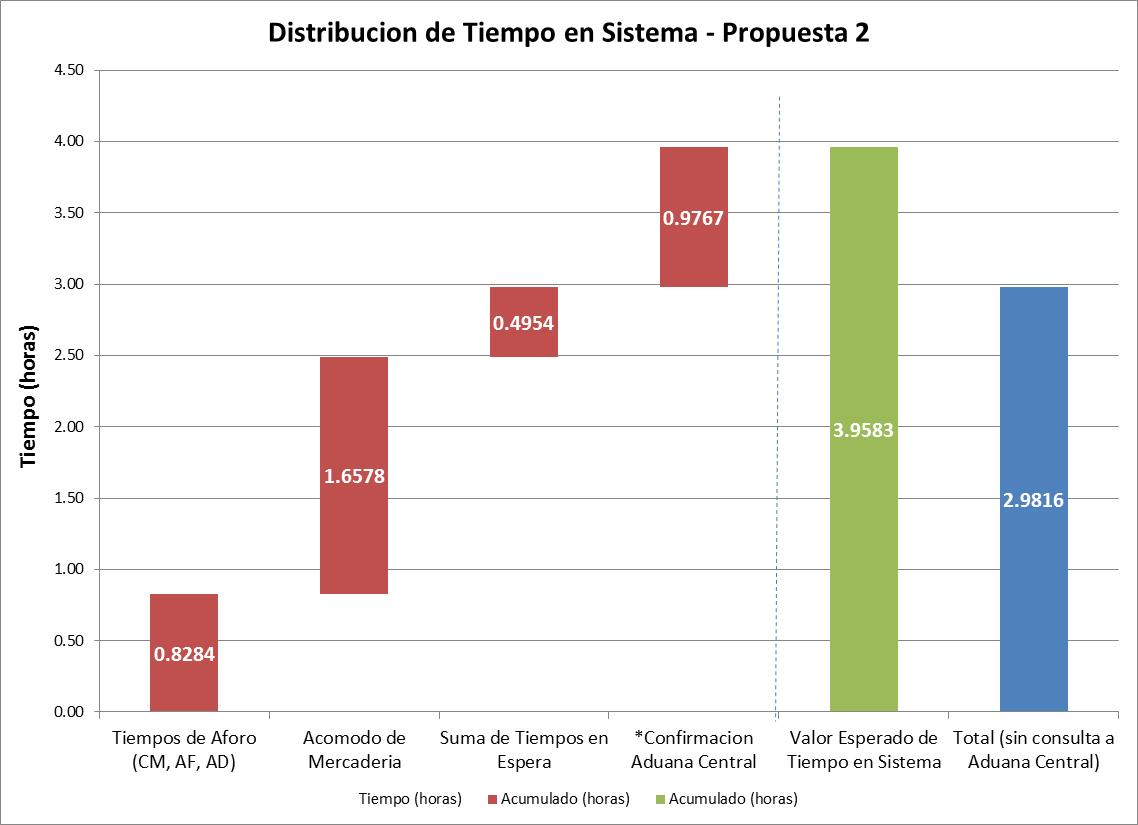


Como se observa, el tiempo disminuye de 5.1 horas a 4.4 horas. Los tiempos de valor agregado se mantienen y toda la disminución se da en los tiempos en cola que pasan de 1.63 h a 0.97 h.

Sistema Propuesto 2 (4 aforadores y separación de funciones)

* En este caso, se incrementa de igual forma el número de aforadores en 1, para un total de 4 aforadores.
* También, se separan las funciones entre los aforadores, con Aforadores dedicados a Corte de Marchamo y Aforo Físico; y Aforadores dedicados exclusivamente al Aforo Documental
* A partir de ello, se cambia la lógica del proceso también. Las solicitudes de Aforo Físico serán atendidas por el primer aforador físico que esté disponible.
* Una vez finalizado el aforo físico, se colocan las declaraciones en una única cola, donde el primer Aforador Documental disponible se encarga de realizar el aforo documental.
* El modelo fue corrido también con 1000 iteraciones de 7 días bajo el horario de 15.5 horas.
* Los resultados detallados se muestra en el Anexo 5.

Estos son los resultados resumidos del modelo.



Como se observa, el tiempo disminuye en comparación con la propuesta 1, de 4.4 horas a 3.96 horas. Los tiempos de valor agregado se mantienen y toda la disminución se da en los tiempos en cola que pasan de 0.968 horas a 0.495 horas.

La razón por la cual se da esta disminución se debe casi exclusivamente a que los aforos documentales se mantienen un tiempo menor en espera. Esto se debe a la lógica de dedicación exclusiva a aforo documental.

Existen también otras razones por las cuales tiene sentido operacional considerar la separación del proceso de Aforo Físico del Aforo Documental. Una de las razones es el perfil del personal. Las características requeridas para ambos procesos son distintas. El aforo físico es un trabajo fuerte de campo y de inspección visual, mientras que el aforo documental es un proceso más de escritorio y destreza en el uso de las bases de datos y el sistema. Es de esperar también que se presente una reducción de tiempos de espera por efecto de mejoras en la productividad/reducción de los tiempos de servicio, asociados con la especialización de funciones.

**Nota:** este modelo fue simulado también sin el incremento en el número de aforadores; es decir, con 1 aforador físico y 2 aforadores documentales; sin embargo, por un asunto de capacidad en el proceso de aforo físico, se vuelve insuficiente y el tiempo total en el sistema más bien se incrementa (esto, bajo las condiciones de tiempos entre llegadas y tiempos de servicio actuales).

# Oportunidades de Mejora al Sistema

Además de las propuestas de mejora señaladas en los puntos anteriores, se observaron otras áreas de oportunidad para el proceso de aforo. Estas se detallan a continuación:

* La separación de las funciones de revisión física y revisión documental, para que un grupo de aforadores se dedique solo a las revisiones físicas y otro a las revisiones documentales.
* Adicionalmente, la ubicación física de los aforadores documentales se sugeriría sea en una oficina aislada, en la cual puedan estar concentrados en el trabajo de aforo documental y no cumplan con un rol de atención al cliente, para los gestores aduanales.
* Aumentar la cantidad de rampas para el área de importaciones, dado que hay oportunidad de crear al menos 6 espacios adicionales
* Optimizar los servidores, ancho de banda y equipo de cómputo de la institución para agilizar la consulta y trasmisión de datos. Durante todos los días de estudio, el sistema de cómputo de Aduana demostró ser lento, esto podría deberse a factores como: a) capacidad limitada del servidor de aduana central b) poca amplitud en el ancho de banda de la señal c) computadores de la Aduana que pueden requerir una actualización.
* Separar el parqueo de importaciones rojas de las verdes, crear un mayor ordenamiento y señalización de zonas.
* Trabajar en coordinación con la Aduana Central para dotar al puesto de Guasaule de la información o potestad necesaria para eliminar o limitar la cantidad de consultas de dudas de valor hacia Aduana Central, esto agrega un tiempo de espera y variabilidad al proceso.
* Las boletas de salida son firmadas por el aforador, el agente aduanal, la jefe del departamento técnico y el administrador de la Aduana. Por razones de disponibilidad (debido a reuniones, etc) las firmas en ocasiones pueden atrasar el proceso, por lo que se podría buscar la simplificación y eliminar las firmas de acuerdo, por ejemplo, al valor de las mercaderías.
* Se considera importante revisar temas de condiciones físicas para los funcionarios de aduanas (baños para funcionarios, área de comedor, etc).
* Los días domingos y lunes, un aforador atiende durante medio día a comerciantes pequeñas con sus declaraciones. A pesar de la disminución de la tasa de llegada de “rojos” que se da los días domingos, el dedicar a un aforador puede ocasionar un retraso en el aforo de mercaderías correspondientes a un cliente más importante para la Aduana en términos monetarios. Se sugiere por tanto revisar el procedimiento de atención para dirigirlas a una atención en una de las ventanillas de menor afluencia de usuarios.
* En aquellos casos en los que una carga quede en el proceso de aforo hasta el día siguiente, en estos casos las condiciones físicas del puesto fronterizo se vuelven particularmente importantes para el servicio al cliente que se brinda. Por ello, se sugieren temas como restaurar los servicios sanitarios, mejorando la limpieza, equipos y materiales disponibles, así como asignando una persona encargada de velar por el aseo durante varias horas del día.
* En definitiva, según nuestro criterio, el proceso de aforo de mercadería se presta para implementar un modelo que se puede mediante citas. Esto permitiría garantizar la presencia del agente aduanal, aforador, transportista en un mismo momento; y permitiría la reducción

# Conclusiones y Recomendaciones

El proceso de aforo es un proceso crítico dependiente de múltiples variables, que pueden afectar el tiempo de permanencia de los usuarios dentro de la Aduana y por ende su grado de satisfacción con el servicio. Este proceso demanda tiempo significativo a los usuarios por su complejidad, cantidad de subprocesos y personas involucradas.

Mediante el muestreo realizado entre los días 19 y 25 de Marzo sobre los tiempos de llegada y tiempos de servicio y mediante el modelado del sistema de aforo, se dio una caracterización detallada del proceso y las principales áreas de enfoque para reducción de los tiempos de espera.

Estos tiempos de espera significan el 32% del tiempo total que las cargas seleccionadas para aforo están en el sistema, por lo cual se propusieron alternativas para reducir estos tiempos de espera.

Se propuso un modelo de especialización de funciones en el personal de aforo (separando el aforo físico del aforo documental), el cual tiene como resultado una disminución significativa en el tiempo de espera que tienen las mercancías seleccionadas para aforo, con lo cual el tiempo esperado en el sistema se reduce en un 22.3%, pasando de 5.1 horas a 3.95 horas.

Recomendaciones Generales

Además de los procesos medidos y modelados correspondientes a Aforo de mercaderías, se identificaron otras oportunidades de mejora globales para el área en el Puesto Fronterizo.

* El Guasaule, cuenta con un amplio espacio físico pero no está siendo aprovechado al 100%. Hay oportunidad para realizar un estudio de redistribución de las áreas para aprovechar zonas desocupadas y crear un mayor ordenamiento y señalización de zonas.
* Diariamente (entre las 6am y 10am), se presenta una fila de ingreso de camiones en el sentido desde Honduras hacia Nicaragua. Esta fila se extiende hasta territorio hondureño y determina en gran medida la operación del Puesto Fronterizo en Nicaragua, durante buena parte del día. Es importante realizar un estudio detallado sobre las razones por las cuales se genera este fenómeno; y con el fin de determinar opciones para nivelar este ingreso de mercadería al puesto fronterizo.
* Tanto el área de fumigación como de pesaje a pesar de que tardaban pocos minutos en realizar su labor, están muy cerca de la casetilla de control norte, lo cual crea una larga fila de camiones desde el puesto de Honduras. Una opción que ayudaría a descongestionar el transito es trasladar la zona de fumigación y pesaje más hacia el sur para alivianar la fila de camiones que viene de Honduras.

# Anexos

1. Fuente: http://www.dia.fi.upm.es/~arminda/Archivos-IO/sist-expon-teoria.pdf [↑](#footnote-ref-1)
2. Fuente: http://www.est.uc3m.es/esp/nueva\_docencia/comp\_col\_leg/ing\_info/io/doc\_generica/archivos/tc.pdf [↑](#footnote-ref-2)
3. Fuente: http://mat.izt.uam.mx/mcmai/documentos/tesis/Gen.10-O/Beltran-BJI-Tesis.pdf [↑](#footnote-ref-3)
4. Tomado de: http://www.econ.uba.ar/www/institutos/epistemologia/marco\_archivos/ponencias/Actas%20XIII/Trabajos%20Episte/Fernandez%20Loureiro,%20Garcia\_trabajo.pdf [↑](#footnote-ref-4)
5. Fuente: información provista durante tour de reconocimiento por Jefatura del Departamento Técnico y confirmada durante el periodo de muestreo [↑](#footnote-ref-5)
6. Datos promedio de los registros del Formulario de Duración del proceso [↑](#footnote-ref-6)