

**ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE COLA DE EMBARQUE Y  
DESEMBARQUE DE PASAJEROS EN EL AEROPUERTO RAFAEL  
NUÑEZ DE CARTAGENA Y SIMULACIÓN DE ESCENARIOS**

ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE COLA DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE  
DE PASAJEROS EN EL AEROPUERTO RAFAEL NUÑEZ DE CARTAGENA Y  
SIMULACIÓN DE ESCENARIOS.

JOSE GREGORIO CASTILLA ORTEGA  
CARLOS ANTONIO ROMERO SABALZA

Director:  
JAIME ACEVEDO CHEDID  
Ingeniero Industrial

Asesor:  
Gustavo Ortiz Piedrahita  
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. y C.

2007

ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE COLA DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE  
DE PASAJEROS EN EL AEROPUERTO RAFAEL NUÑEZ DE CARTAGENA Y  
SIMULACIÓN DE ESCENARIOS.

JOSÉ GREGORIO CASTILLA ORTEGA  
CARLOS ANTONIO ROMERO SABALZA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero  
Industrial

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
CARTAGENA D.T. y C

2007

ARTICULO 107. La Universidad Tecnológica de Bolívar se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados y no pueden ser explotados comercialmente sin autorización.

Cartagena de Indias D.T y C, Abril de 2007

Señores

**Comité Curricular de Ingeniería Industrial**

Universidad Tecnológica de Bolívar

E. S. M.

Estimados Señores,

La presente tiene por objeto presentar a ustedes para su evaluación el proyecto de grado titulado: ***ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE COLA DE EMBARQUE Y DESEMBARGUE DE PASAJEROS EN EL AEROPUESTO RAFAEL NUÑEZ DE CARTAGENA Y SIMULACIÓN DE ESCENARIOS***, el cual fue desarrollado por los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial Jose G. Castilla Ortega y Carlos A. Romero Sabalza, dentro del marco del proyecto de investigación aplicada en la Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A. (SACSA) y en el cual actué como director.

Atentamente,

---

JAIME ACEVEDO CHEDÍD

Director del Proyecto

Cartagena de Indias D.T y C, Abril de 2007

Señores

**Comité Curricular de Ingeniería Industrial**

Universidad Tecnológica de Bolívar

E. S. M.

Estimados Señores,

La presente tiene por objeto presentar a ustedes para su evaluación nuestro proyecto de grado titulado: ***ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE COLA DE EMBARQUE Y DESEMBARGUE DE PASAJEROS EN EL AEROPUESTO RAFAEL NUÑEZ DE CARTAGENA Y SIMULACIÓN DE ESCENARIOS***, el cual fue desarrollado dentro de un proyecto de investigación aplicada en la Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A. (SACSA), por el Grupo de Investigación en Productividad y Calidad (GIPC), y en el cual actuamos como co - investigadores.

Gracias por la atención prestada, y estaremos a la espera de su respuesta.

Atentamente,

---

**JOSE G. CASTILLA ORTEGA**

**Cód: 0201519**

---

**CARLOS A. ROMERO SABALZA**

**Cód: 0301900**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Cartagena de Indias D.T. y C, Abril 2007

*A mi madre Edelmira, mis hermanos Sandra,  
Ronald y Jhonny, a Yennifer mi novia y todos mis  
familiares y amigos por ser la motivación por la que  
luchó todos los días de mi vida.*

**José Gregorio Castilla Ortega**

*A mis padres Antonio y Martha, mis hermanos Antonio  
y Margarita por el apoyo que me han dado en la vida.*

**Carlos Antonio Romero Sabalza**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Jaime Acevedo Chedíd por el apoyo, motivación y confianza hacia nosotros en la realización de este proyecto.

A Gustavo Ortiz Piedrahita, ingeniero industrial, por la asesoría y aporte de gran ayuda para el desarrollo del proyecto.

A la Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A. por permitir la realización de este trabajo en sus instalaciones brindándonos las facilidades para el desarrollo del mismo.

A todos los profesores del programa de Ingeniería Industrial por los conocimientos transmitidos en el desarrollo de nuestra carrera.

A todos los profesores y empleados de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

A los compañeros durante la carrera Alejandro Sejnau y Alex Martínez, ingenieros industriales, por el apoyo y amistad brindada.

A Jennifer Gamba, ingeniera industrial, por su colaboración en la realización de este proyecto.

Cartagena de Indias D.T y C, Abril de 2007

Señores

**Universidad Tecnológica de Bolívar**

**E.S.M**

Yo José Gregorio Castilla Ortega, identificado con Cédula No 1.047.366.366 de Cartagena, mediante esta carta autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar a hacer uso de mi trabajo de grado así como publicarlo en el catalogo On line para consulta, de la biblioteca de la misma universidad.

---

José Gregorio Castilla Ortega

C.C. # 1.047.366.366 de Cartagena

Cartagena de Indias D.T y C, Abril de 2007

Señores

**Universidad Tecnológica de Bolívar**

**E.S.M**

Yo Carlos Antonio Romero Sabalza, identificado con Cédula No 73.215.758 de Cartagena, mediante esta carta autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar a hacer uso de mi trabajo de grado así como publicarlo en el catalogo On line para consulta, de la biblioteca de la misma universidad.

---

Carlos Antonio Romero Sabalza  
C.C. # 73.215.758 de Cartagena

## GLOSARIO

**Aerocivil (Exención de Impuestos):** es la estación donde se le informa y certifica por medio de un sello en el pasaporte al pasajero si debe pagar impuestos o no (*tasa aeroportuaria*), en el caso de que deba de pagar impuestos, también se especifica la cantidad que debe de pagar.

**AIRN:** Aeropuerto Internacional Rafael Núñez.

**Anfitrión Sala de Espera:** es el encargado de verificar que la persona que entra a la sala de espera es la que va a volar, este revisa el pasaje y el documento de identificación del pasajero.

**Cacheo:** es proceso en donde se hace una requisita manual por parte de la Policía Antinarcoóticos a los pasajeros.

**Counter:** es la estación donde se registran los pasajeros para un vuelo, allí registran su equipaje de bodega y escogen el lugar que van a ocupar en el avión.

**DAS:** DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE SEGURIDAD, se encarga de realizar las actividades de emigración e inmigración.

**DESACOL:** Compañía de servicios aeroportuarios, encargada se suministrar el servicio de Aerolínea, handling y catering, para vuelos internacionales.

**Entrevista Antinarcoéticos:** secuencia de preguntas realizadas por parte de la policía antinarcoéticos a los pasajeros, para determinar el perfil de cada uno y a su vez ordenar la requisita manual del equipaje de bodegaje.

**Escáner:** Equipo electrónico utilizado para detectar elementos y/o sustancias prohibidas para trasportar de un lugar a otro. Estos pueden ser: armas, narcóticos, etc.

**Emigración:** es el proceso para oficializar la salida de nuestro país.

**Equipaje de Bodegaje:** es el equipaje que el pasajero registra en la zona de counter, generalmente maletas grandes, y, es almacenado en bodega del avión.

**Equipaje de Mano:** es el equipaje que el pasajero lleva consigo, generalmente maletas pequeñas, bolsos o carteras, y, se puede guardar en las gavetas que se encuentran en la parte de arriba de los asientos en el avión.

**Facturación:** es el proceso donde los pasajeros se registran para tomar un vuelo, allí también registran su equipaje o pertenencias que lleve y decide que lugar se va a sentar en el avión.

**Filtro de Seguridad:** es la estación de la sala de espera encargada de evitar.

**Hall:** zonas del aeropuerto destinadas para el desarrollo de las actividades, allí se encuentran las instalaciones que poseen las aerolíneas para atender a los pasajeros, los locales comerciales y oficinas de otras entidades que funcionan en el aeropuerto.

**Inmigración:** es el proceso para oficializar la entrada de a nuestro país.

**Pax:** término utilizado para identificar a los pasajeros del AIRN.

**SACSA:** Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.

**Sala de Espera:** área donde los pasajeros se disponen a la espera para abordar el avión que los llevara a su destino. Corresponde a la última fase del proceso de embarque de los vuelos nacionales e internacionales.

**Screen:** fase del proceso de embarque internacional, específicamente vuelos con destino MIAMI, en la cual se recopila información de los pasajeros y también se realiza verificación de los documentos internacionales, tales como pasaporte, visa, etc.

**Tasa Aeroportuaria:** es el pago que deben realizar los pasajeros por la utilización del Terminal aéreo, este valor se le cobra a los pasajeros que viajan con destino internacional.

**TSA:** Transportation Security Administration, organización estadounidense encargada de administrar la seguridad en el transporte de pasajeros.

**Zona de Facturación:** es el área destinada para el desarrollo de la actividad de facturación.

## CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	
CAPITULO 1: DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO	28
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO	28
1.2 OBJETIVOS	30
1.2.1. Objetivo General	30
1.2.2. Objetivos Específicos	30
1.3 REQUERIMIENTOS SOCIEDAD AEROPORTUARIA DE LA COSTA	31
1.4 OBSERVACIONES A LOS REQUERIMIENTOS DE LA SOCIEDAD AEROPORTUARIA DE LA COSTA	34
CAPITULO 2: MODELO CONCEPTUAL PROCESOS DE COLA	35
2.1 PROCESOS DE SERVICIO AL PASAJERO	35
2.1.1 Proceso De Cola Desembarque Nacional	37
2.1.2 Proceso De Cola Desembarque Internacional	42
2.1.3 Proceso De Cola Embarque Nacional	45
2.1.4 Proceso De Cola Embarque Internacional	51
2.2 IDENTIFICACION DE LAS LOCACIONES Y SUS CONDICIONES	71
2.2.1 Zona Hall Counter Nacional	75
2.2.2 Zona Hall Counter Internacional	77
2.2.3 Zona Sala De Abordaje Nacional	79
2.2.4 Zona Sala De Abordaje Internacional	80
2.2.5 Zona Llegadas Nacionales	82
2.2.6 Zona Llegadas Internacionales	83
CAPITULO 3: PARAMETRIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE COLA	86
3.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	86

	Pág.
3.2 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	88
3.3 PARAMETRIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN	89
3.4 VALIDACIÓN DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN	89
3.5 SOFTWARE UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN	89
3.6 CARACTERIZACIÓN DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	90
 CAPITULO 4: ANÁLISIS SITUACIONAL PROCESOS DE COLA	 98
4.1 MODELO VUELO A MIAMI - AVIANCA	98
4.2 MODELO VUELO CHARTER INTERNACIONAL	103
4.3 MODELO INTERNACIONAL COPA – AEROREPÚBLICA	109
4.4 MODELO INTERNACIONAL MADRID - DESACOL	113
4.5 MODELO SALA DE ABORDAJE INTERNACIONAL	118
4.6 MODELO EMBARQUE VUELOS NACIONALES	120
4.7 MODELO EMBARQUE DE VUELOS NACIONALES DESTINO A SAN ANDRÉS	124
4.8 MODELO DESEMBARQUE DE VUELOS INTERNACIONALES	128
4.9 MODELO DESEMBARQUE DE VUELOS NACIONALES	134
 CAPITULO 5: DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y CORRIDAS DE SIMULACIÓN	 137
5.1 DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS PROBADOS EN EL MODELO	137
5.2 RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS	139
5.2.1 Escenarios Modelo Vuelo A Miami - Avianca	139
5.2.2 Escenarios Modelo Vuelo Charter Internacional - Avianca	141
5.2.3 Escenarios Modelo Vuelo Internacional - Copa	142
5.2.4 Escenarios Modelo Vuelo Internacional - Desacol	143
5.2.5 Escenarios Modelo Sala De Abordaje Internacional	144

	Pág.
5.2.6 Escenarios Modelo Llegadas Internacionales	146
CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	149
6.1 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	154
CAPITULO 7: EVALUACIÓN DE IMPACTO DE MEJORAS APLICADAS	158
7.1. ANALISIS DE MEJORAS FACTURACIÓN MIAMI (AVIANCA)	160
7.1.1. Evaluación de indicadores	162
7.1.2. Otros Análisis	163
7.2. ANALISIS DE MEJORAS FACTURACIÓN PANAMÁ (COPA)	164
7.2.1. Evaluación de indicadores	166
7.2.2. Otros Análisis	167
7.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA EVALUACIÓN DE MEJORAS IMPLANTADAS	168
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	170
ANEXOS	171

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1. Mapa conceptual proceso de servicio a los pasajeros en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez	36
FIGURA 2. Flujograma proceso de desembarque vuelos nacionales	37
FIGURA 3. Proceso desembarque vuelos nacionales (excepto San Andrés)	38
FIGURA 4. Proceso desembarque nacional proveniente San Andrés	38
FIGURA 5. Sistema de cola llegada nacional	39
FIGURA 6. Sistema de colas llegada nacional San Andrés	41
FIGURA 7. Flujograma proceso de desembarque vuelos internacionales	43
FIGURA 8. Proceso de desembarque vuelos internacionales	43
FIGURA 9. Sistema de colas llegada internacional	44
FIGURA 10. Flujograma proceso de embarque vuelos nacionales	46
FIGURA 11. Proceso de embarque vuelos nacionales	46
FIGURA 12. Sistema de colas counter nacional	47
FIGURA 13. Sistema de colas sala de espera nacional	48
FIGURA 14. Sistema de colas counter nacional, salida a San Andrés y pasajeros de conexión	50
FIGURA 15. Sistema de colas sala de espera nacional, salida a San Andrés y pasajeros de conexión	51
FIGURA 16. Flujograma del proceso de embarque de vuelos internacionales	53
FIGURA 17. Proceso de embarque de vuelos internacionales (counter internacional)	54
FIGURA 18. Proceso de embarque de vuelos internacionales (counter nacional)	54

	Pág
FIGURA 19. Sistema de colas counter internacional, vuelo charter	57
FIGURA 20. Sistema de colas de sala de espera internacional	59
FIGURA 21. Sistema de colas counter internacional, COPA	62
FIGURA 22 Sistema de colas counter nacional, salida a MIAMI	65
FIGURA 23. Sistema de colas Sala de Espera Internacional	66
FIGURA 24. Zona Hall Counters Nacionales	72
FIGURA 25. Zona Counters Internacional	73
FIGURA 26. Zona de Abordaje Nacionales	73
FIGURA 27. Zona de Abordaje Internacional	74
FIGURA 28. Zona Llegadas Nacionales	74
FIGURA 29. Zona Llegadas Internacionales	75
FIGURA 30. Estado de las locaciones Modelo Vuelo a Miami – Avianca	98
FIGURA 31. Tiempo de Ciclo Modelo Vuelo a Miami – Avianca	101
FIGURA 32. Tasa de Atención Modelo Vuelo a Miami – Avianca	102
FIGURA 33. Número de personas en el sistema Modelo Vuelo a Miami – Avianca	104
FIGURA 34. Ocupación de las Locaciones Modelo Vuelo Charter Internacional	104
FIGURA 35. Tiempo de Ciclo Modelo Vuelo Charter Internacional	106
FIGURA 36. Tasa de Atención Modelo Vuelo Charter Internacional	107
FIGURA 37. Número de personas en el sistema Modelo Vuelo Charter Internacional	108
FIGURA 38. Utilización de Locaciones Modelo Internacional Copa – Aerorepública	109
FIGURA 39. Tiempo de Ciclo Modelo Internacional Copa – Aerorepública	111
FIGURA 40. Tasa de Atención Modelo Internacional Copa – Aerorepública	112
FIGURA 41. Número de personas en el sistema Modelo Internacional Copa - Aerorepública	113

	Pág.
FIGURA 42. Utilización de Locaciones Modelo Internacional Madrid - Desacol	114
FIGURA 43. Tiempo de Ciclo Modelo Internacional Madrid – Desacol	116
FIGURA 44. Tasa de Atención Modelo Internacional Madrid – Desacol	117
FIGURA 45. Número de personas en el sistema Modelo Internacional Madrid – Desacol	118
FIGURA 46. Utilización de Locaciones Modelo de Embarque Vuelos Nacionales	121
FIGURA 47. Tiempo de Ciclo Modelo DE Embarque Vuelos Nacionales	123
FIGURA 48. Tasa de Salida Modelo de Embarque Vuelos Nacionales	123
FIGURA 49. Personas en el Sistema Modelo de Embarque Vuelos Nacionales	124
FIGURA 50. Utilización de Locaciones Modelo Embarque de Vuelos Nacionales Destino a San Andrés	125
FIGURA 51. Tiempo de Ciclo del Embarque de Vuelos Nacionales Destino a San Andrés	127
FIGURA 52. Tasa de Salida del Modelo Embarque de Vuelos Nacionales Destino a San Andrés	127
FIGURA 53. Personas en el Sistema del Modelo Embarque de Vuelos Nacionales Destino a San Andrés	128
FIGURA 54. Utilización de Locaciones Modelo Desembarque de Vuelos Internacionales	129
FIGURA 55. Tiempo de Ciclo del Modelo Desembarque de Vuelos Internacionales	131
FIGURA 56. Tasa de Salida del Modelo Desembarque de Vuelos Internacionales	132
FIGURA 57. Personas en el Sistema del Modelo Desembarque de Vuelos Internacionales	133
FIGURA 58. Tiempo de Ciclo Modelo Llegadas Nacionales	135

	Pág.
FIGURA 59. Tasa de Salida Modelo Llegadas Nacionales	135
FIGURA 60. Personas en el Sistema Modelo Llegadas Nacionales	136
FIGURA 61. Capacidad del sistema Sala Internacional a Miami	152
FIGURA 62. Capacidad del sistema Charter Avianca	152
FIGURA 63. Capacidad del sistema Salida Internacional Copa	153
FIGURA 64. Capacidad del sistema Salida Internacional Desacol	153

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Caracterización de colas Subproceso 1	39
Tabla 2. Caracterización de colas Subproceso 2	40
Tabla 3. Caracterización de colas en desembarque internacional	44
Tabla 4. Caracterización de colas subproceso 4 (Check-in)	47
Tabla 5. Caracterización de colas subproceso 4 (pre-abordaje)	48
Tabla 6. Caracterización de colas subproceso 5 y 6 (Check- in)	49
Tabla 7. Caracterización de colas subproceso 5 y 6 (pre-abordaje)	51
Tabla 8. Caracterización de colas subproceso 7 (check-in)	56
Tabla 9. Caracterización de colas subproceso 7 (Pre-abordaje)	58
Tabla 10. Caracterización de colas subproceso 8 (Check-in)	60
Tabla 11. Caracterización de colas subproceso 8 (Pre-abordaje)	61
Tabla 12. Caracterización de colas subproceso 9 (Check-in)	62
Tabla 13. Caracterización de colas subproceso 9 (Pre-abordaje)	63
Tabla 14. Caracterización de colas subproceso 10 (Check-in)	64
Tabla 15. Caracterización de colas subproceso 10 (Pre-abordaje)	66
Tabla 16. Caracterización de colas subproceso 11 (Check-in)	68
Tabla 17. Caracterización de colas subproceso 11 (Pre-abordaje)	68
Tabla 18. Caracterización de colas subproceso 12 (Check-in)	70
Tabla 19. Caracterización de colas subproceso 12 (Pre-abordaje)	70
Tabla 20. Indicadores Modelo Miami-Avianca	100
Tabla 21. Indicadores Modelo charter-internacional	105
Tabla 22. Indicadores Modelo Copa-Aerorepública	110
Tabla 23. Indicadores Modelo Desacol-Madrid)	116
Tabla 24. Indicadores de Embarque de vuelos nacionales	122
Tabla 25. Indicadores de embarque vuelos San Andrés	126

Tabla 26. Indicadores de desembarque vuelos internacionales	130
Tabla 27. Indicadores de desembarque vuelos nacionales	134
Tabla 28. Opción A para reducir tiempo de ciclo modelo Miami- Avianca	139
Tabla 29. Opción B para reducir tiempo de ciclo modelo Miami- Avianca	140
Tabla 30. Indicadores modelo Charter-internacional-Avianca con 150 PAX	141
Tabla 31. Indicadores modelo Copa-internacional con 124 PAX	142
Tabla 32. Indicadores modelo Desacol-internacional con 124 PAX	143
Tabla 33. Indicadores modelo sala de abordaje internacional Miami-Avianca con 147 PAX	144
Tabla 34. Indicadores modelo sala de abordaje internacional charter-Avianca con 150 PAX	145
Tabla 35. Indicadores modelo sala de abordaje internacional Desacol con 80 PAX	146
Tabla 36. Balanceamiento de línea llegadas internacionales.	147
Tabla 37. Datos de vuelos observados de Facturación Miami	162
Tabla 38. Características del modelo de simulación – Facturación Miami.	162
Tabla 39. Comparación de Indicadores – Facturación Miami.	163
Tabla 40. Tiempo de operación de estaciones – Facturación Miami.	163
Tabla 41. Datos de vuelos observados de Facturación Panamá	165
Tabla 42. Características del modelo de simulación – Facturación Panamá.	165
Tabla 43. Comparación de Indicadores – Facturación Panamá.	166
Tabla 44. Tiempo de operación de estaciones – Facturación Panamá	167
Tabla 45. Características de tiempos de operación - Facturación Miami	168
Tabla 46. Características de tiempos de operación - Facturación Panamá	168

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>ANEXO A.</b> TIEMPOS DE OPERACIÓN PROMEDIO EN MINUTOS	172
<b>ANEXO B.</b> CARACTERIZACIÓN TIEMPOS DE OPERACIÓN PROCESOS DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE DE VUELOS NACIONALES E INTERNACIONALES EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL RAFAEL NÚÑEZ DE CARTAGENA	174
<b>ANEXO C.</b> FORMATO PARA TOMA DE TIEMPOS	230

## INTRODUCCIÓN

En el actual mundo globalizado donde el comunicarse es tan fácil y las barreras de espacio caen día a día, las necesidades de los diferentes grupos de personas empezando por los de negocio, siguiendo por los familiares y terminando por los de placer, hacen que el traslado de un lugar a otro sea más exigente desde todo punto de vista. Es por esto que el pasajero requiere que los tiempos para su desplazamiento sean los más cortos posibles y la atención excelente con el único objetivo de llegar cómodo y en los tiempos deseados a su lugar de destino.

Esta es una tarea ardua, una tarea de muchas responsabilidades y exigencias para todos los actores que participan en el desarrollo del proceso, tanto que no corresponde a una sola entidad la implementación de los mecanismos de mejora, sino por el contrario, requiere de la interacción de esos diferentes actores para que se garantice el cumplimiento de los requerimientos planteados por los clientes y las diferentes reglamentaciones existentes.

El documento que se presenta a continuación es el resultado del seguimiento de cada una de las actividades que los pasajeros realizan cuando requieren los servicios de viaje en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez (AIRN), estudio solicitado por la Sociedad Aeroportuaria de la Costa (SACSA), entidad administradora, en aras de mejorar su competitividad y los sistemas que actualmente utilizan para la atención de los pasajeros, buscando dar respuesta a todas aquellas variaciones y exigencias que presenta el entorno, referente a la industria del transporte aéreo de pasajeros.

El documento comienza con la identificación gráfica (Mapa conceptual) de los diferentes servicios, sus respectivas clasificaciones y los correspondientes

subprocesos. Cada uno de estos subprocesos son levantados y caracterizados definiendo sus fines y diferentes aspectos que le conforman. Estos se representan de manera escrita y también por medio de gráficos como son los flujogramas y diagramas de recorridos.

Con base a estas caracterizaciones se levantaron tiempos de operación de cada una de las actividades identificadas y se analizaron, permitiendo esto la construcción de modelos computacionales que permiten recrear la situación actual de los diferentes sistemas de colas, llegando a un diagnóstico de la situación actual de los procesos de atención, donde se identifican algunas fortalezas y debilidades de los sistemas.

Teniendo claro lo que ocurre actualmente con los procesos de atención, se procede a la creación de escenarios por medio de los modelos computacionales y los diferentes requerimientos establecidos por SACSA, de esto se genera un análisis de las situaciones y las necesidades de infraestructura, personal y competencia que se necesitarían para el cumplimiento de parámetros definidos para la mejor atención.

Finalmente se dedica un capítulo a conclusiones y recomendaciones que el equipo de trabajo considera necesaria tener en cuenta al querer mejorar la competitividad y los servicios de atención a los pasajeros.

Queremos agradecer a SACSA por darnos la oportunidad y ese voto de confianza para el acompañamiento en la consecución de tan importante objetivo como lo es el de trabajar por lograr una mayor competitividad de nuestro aeropuerto internacional; también agradecemos a los diferentes estamentos que participan en el desarrollo del proceso, como autoridades y aerolíneas, por su apoyo incondicional en el logro de los objetivos propuestos.

## **CAPITULO 1: DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

### **1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO**

Las colas como proceso son parte de la vida cotidiana cuando se considera que una unidad, denominada cliente, requiere que otra unidad, llamada servidor, le preste un servicio. Por lo general, todos los pasajeros que viajan en avión esperan en colas para comprar un tiquete, registrarse, pagar los impuestos, someterse a requisas por parte de las autoridades y abordarlo. Aunque los pasajeros se han acostumbrado a las esperas en los aeropuertos, todavía les molesta cuando estas son demasiado largas. Tener que esperar no sólo es una molestia personal, también es un factor importante en la calidad de vida de una comunidad y en la eficiencia de su economía.

El análisis de los procesos de espera a través de la aplicación de la teoría de colas en este tipo de situaciones, es el estudio de las esperas en sus diferentes modalidades. Esta metodología de trabajo se fundamenta en modelos matemáticos de colas, para representar y evaluar el desempeño de los sistemas de línea de espera que surgen en la realidad. Por lo tanto, su utilización se constituye en una herramienta de gran utilidad para determinar cómo debe operar un sistema de colas de la manera más efectiva. Cabe destacar que la modelación matemática de las colas en los sistemas reales, permiten encontrar un balance adecuado entre la calidad del servicio que se presta, la cantidad de espera asociada a los pasajeros y los costo de operación del sistema.

Si a la aplicación de la teoría de colas se le incorporan herramientas de simulación, se gana en flexibilidad, poder e intuición, para el análisis de los

problemas generados en los procesos de línea de espera. La simulación como herramienta para la evaluación de sistemas, usa software especializado para representar la operación de un proceso y evaluar diferentes escenarios en donde se consideran la ocurrencia de futuros eventos que impulsaran al sistema como si en realidad estuviera en operación física.

El estudio “Análisis de los Procesos de Cola de Embarque y Desembarque en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena y Simulación de Escenarios”, contempló:

- La modelación de los procesos relacionados con el embarque y desembarque de pasajeros en las diferentes aerolíneas que operan en el aeropuerto: Embarque Nacional, Desembarque Nacional, Embarque Internacional y Desembarque Internacional. Esta etapa fue considerada la fase diagnóstica de los procesos de cola. La identificación de la organización del sistema de cola, el tamaño de la población, el patrón de llegada de los pasajeros, el patrón de servicio en el subproceso de Counter, el número de servidores dispuestos para la atención de pasajeros, el tiempo ocioso de los servidores, el tiempo esperado de un pasajero en la cola y el número esperado de pasajeros en cola en un momento dado, entre otras, se constituyeron en las variables de evaluación.
- Estudio de la distribución de los puestos de trabajo en las instalaciones y la organización utilizada para el funcionamiento del Terminal Aéreo en relación con la atención al pasajero. En esta etapa se buscó la identificación de los problemas generados por una mala distribución de los puestos de trabajo, traducidos en pérdida de tiempo por movimientos o traslados innecesarios del pasajero, congestiones e ineficiencia en el desarrollo de los procesos.
- Construcción de modelos de simulación de escenarios de evaluación en el

software ProModel, que permitieron la posibilidad de contrastar la situación real de funcionamiento de los procesos con situaciones posibles a lo largo del tiempo. El manejo de la variabilidad de los procesos fue un punto clave para la búsqueda de mejoras en los tiempos de servicio y espera a los pasajeros.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Desarrollar un análisis de los procesos de cola de embarque y desembarque que debe cumplir un pasajero con destino nacional e internacional al interior del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de la ciudad de Cartagena, para su posterior evaluación de escenarios de oportunidades de beneficios sociales a través de la simulación, sujeto a restricciones indispensables de seguridad.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Representar los procesos de cola involucrados en el embarque y desembarque de pasajeros nacionales e internacionales, que utilizan las instalaciones del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez.
- ✓ Parametrizar los procesos de embarque y desembarque de pasajeros nacionales e internacionales en el Aeropuerto Rafael Núñez, con miras a la simulación de escenarios de oportunidades de beneficios sociales.
- ✓ Evaluar los procesos de cola de embarque y desembarque de pasajeros nacionales e internacionales al interior del Aeropuerto Rafael Núñez.

- ✓ Construir escenarios de evaluación susceptibles de contrastar con la situación actual, mediante un modelamiento flexible pero que garantice el cumplimiento de las restricciones de seguridad.
- ✓ Evaluar el impacto que tendrán las sugerencias de mejoras aplicadas en los procesos Facturación Miami y Facturación Panamá.

### **1.3 REQUERIMIENTOS SOCIEDAD AEROPORTUARIA DE LA COSTA**

Construcción de modelos de simulación para los procesos de embarque y desembarque de pasajeros en el Aeropuerto Internacional de Rafael Núñez, con miras a la obtención de una representación fiel de la situación actual de estos procesos en el servicio a los pasajeros, y con el nivel de detalle apropiado para lograr reproducir una situación base de evaluación.

Se deberá medir y modelar al menos las siguientes variables asociadas a los procesos y subprocesos, con su respectivo promedio y distribución estadística:

Embarque:

- a) Acceso al Aeropuerto
  - Tiempo de acceso desde el medio de transporte hasta el sector de counters.
- b) Check-in en Counter:
  - Tasa de llegada de pasajeros, en función del itinerario de salida de los vuelos, con su respectiva función de distribución.
  - Tiempo de atención de check-in en Counter.
- c) Tiempos de caminata.

d) Revisión de Maletas Policía Antinarcoáticos (sólo embarque internacional):

- Tasa de llegada de pasajeros.
- Tiempo de atención de policía antinarcoáticos

e) Pago de Impuestos (sólo embarque internacional):

- Tasa de llegada de pasajeros.
- Tiempo de atención pago de impuestos

f) Seguridad Sala de Espera:

- Tasa de llegada de pasajeros.
- Tiempo de atención revisión.

g) Acceso al puente de embarque:

- Tasa de llegada de pasajeros.
- Tiempo de atención control puente de embarque.

h) Tiempo de llenado del avión, que involucra la subida de cada pasajero a la aeronave.

Desembarque:

a) Tiempo de vaciado del avión, es decir el necesario para que todos los pasajeros desciendan.

b) Tiempos de Caminata.

c) Policía Aeroportuaría

- Tasa de llegada de pasajeros.
- Tiempo de atención de policía Aeroportuaría desembarque

d) Retiro de equipaje

- Tasa de llegada de pasajeros a banda transportadora, con su respectiva función de distribución.
- Tiempo de retiro del equipaje de la banda transportadora.

e) Control de Aduana

- Tasa de llegada de pasajeros.
- Tiempo de atención de Aduana.

f) Abandono Aeropuerto

- Tiempo desde la salida de los controles, hasta el medio de transporte respectivo.

Modelación y simulación de los escenarios que plantee el Mandante. Con la creación del modelo base, se procederá a elaborar escenarios que recojan la optimización de los procesos que se hayan identificado y modelar situaciones que aporten a la visión de mejoramiento continuo.

Parametrizar los modelos construidos de manera tal que sea posible hacer la simulación de otras situaciones en el futuro, generando así su flexibilidad.

Establecer los ahorros de tiempo que generan los escenarios de evaluación, como una medida de beneficios sociales.

Entregar los modelos de simulación construidos parametrizados en formato del software ProModel, con el objeto de que el Mandante pueda realizar o solicitar cambios posteriores.

#### **1.4 OBSERVACIONES A LOS REQUERIMIENTOS DE LA SOCIEDAD AEROPORTUARIA DE LA COSTA S.A.**

Los modelos de simulación contruidos para la representación de los procesos de embarque y desembarque de pasajeros en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, consideran las fuertes interacciones que existen entre las actividades que se desarrollan en cada uno de ellos, reflejando así la dependencia directa de una actividad con la actividad anterior. La consideración anterior les plantea a los diferentes agentes que intervienen en el proceso, los requerimientos de un compromiso conjunto y bien diseccionado para el mejoramiento continuo.

Esfuerzos aislados desarrollados por los agentes que intervienen en los procesos, pueden de alguna manera entrar a generar beneficios particulares, que en la prestación del servicio a los pasajeros no generen los beneficios sociales esperados por ellos.

Es claro que la participación de todos los agentes en el desarrollo del proyecto, se constituye en pieza fundamental para la obtención de los objetivos propuestos. Ellos, con el suministro de información, su disposición de servicio para los consultores, su conocimiento y experiencia en la construcción del proyecto, garantizaran que las propuestas que se generen son aplicables y obedecen a unas realidades particulares al interior del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez.

Por último, consideramos que la socialización del proyecto y el apoyo logístico brindado es otro de los elementos que permitirán garantizar el éxito.

## **CAPITULO 2: MODELO CONCEPTUAL PROCESOS DE COLA**

### **2.1 PROCESOS DE SERVICIO AL PASAJERO**

En el desarrollo de cualquier herramienta que aplique el método científico, para poder evaluar es necesario conocer el objeto que será sometido a evaluación. La aplicación de la Teoría de Colas requiere, con un alto grado de especificidad, la identificación de las características que definen el proceso de línea de espera y las consideraciones que se utilizan en la toma de decisiones.

Para el cumplimiento de este requerimiento, durante las primeras dos semanas del estudio, se recopiló información de los diferentes actores de los procesos, y se realizaron observaciones al sistema para determinar su comportamiento y metodología de servicio. El resultado de lo anterior permitió la construcción de un *MAPA CONCEPTUAL*<sup>1</sup> que resume las características de los procesos de atención, y entrega una visión general del Proceso de Servicio a los pasajeros en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, con el nivel de detalle apropiado para lograr reproducir la situación base sujeta a evaluación.

En la figura 1, donde se presenta el mapa conceptual del proceso de servicio a los pasajeros, se identifican cuatro (4) procesos y doce (12) subprocessos, en los cuales puede estar involucrado un pasajero. El detalle de los procesos y subprocessos se describen en los puntos siguientes.

---

<sup>1</sup> Definición de mapa conceptual

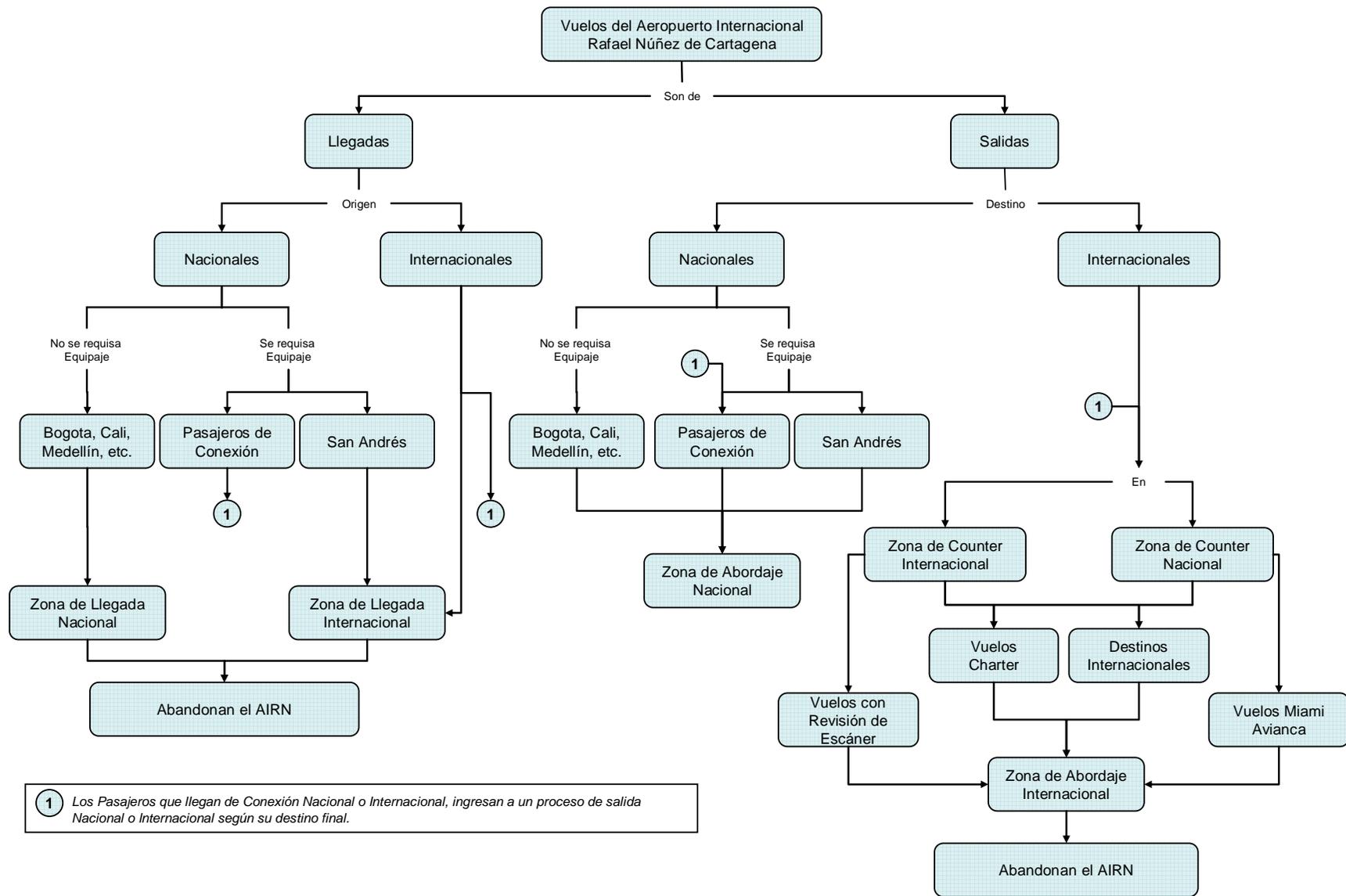


FIGURA 1. Mapa conceptual proceso de servicio a los pasajeros en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez

**2.1.1 Proceso de Cola Desembarque Nacional.** Conjunto de actividades que realiza el pasajero que llega al AIRN proveniente de diferentes orígenes nacionales. Este inicia con el descenso de los pasajeros del avión e ingresando a las edificaciones para la toma de su equipaje y salida hacia su destino en la ciudad u otro vuelo si es de conexión. Los subprocesos relacionados con este proceso están definidos por el origen que tenga el vuelo, San Andrés o cualquier origen nacional. (Ver figuras 2, 3 y 4)

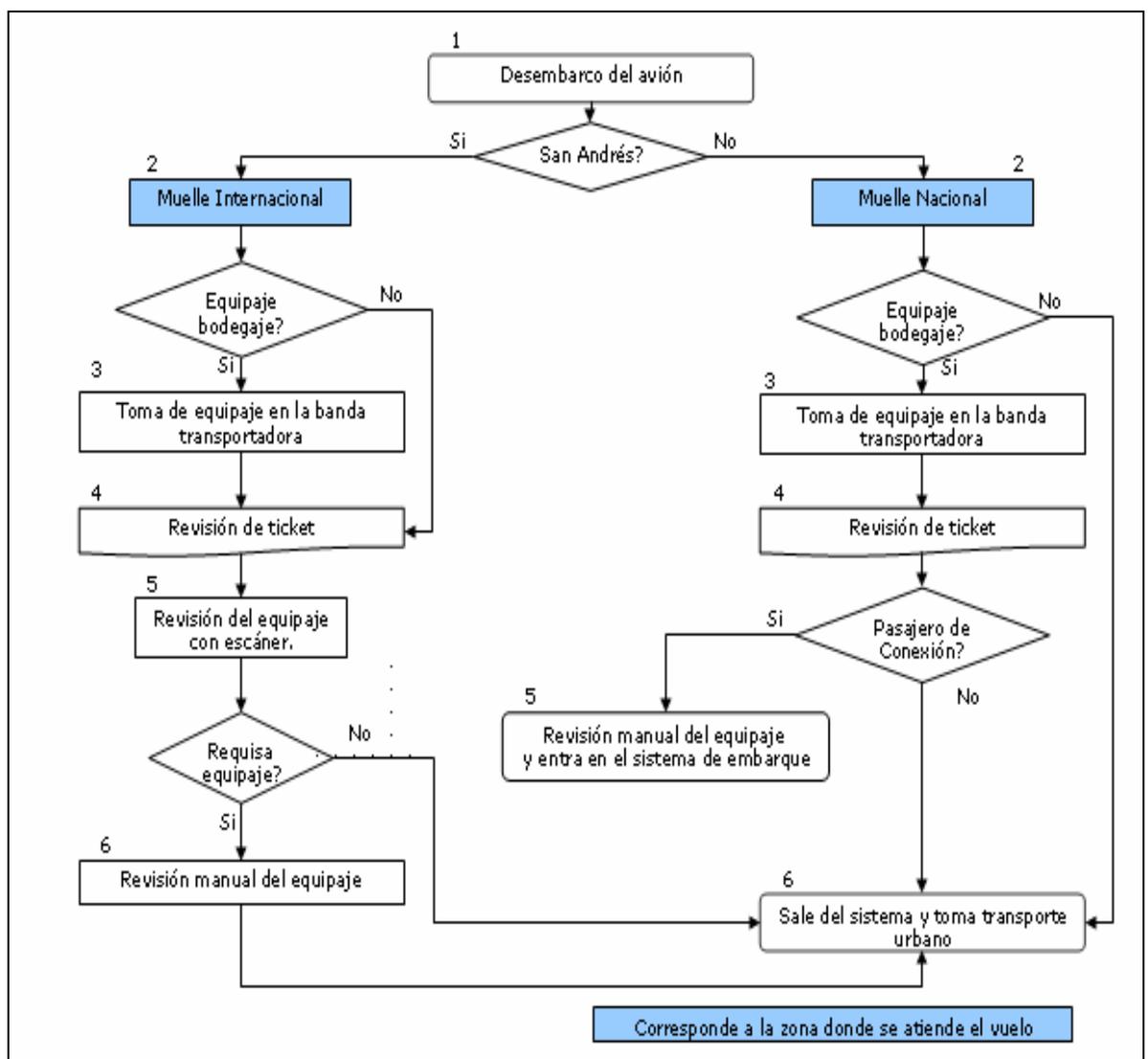


Figura 2 Flujograma proceso de desembarque vuelos nacionales

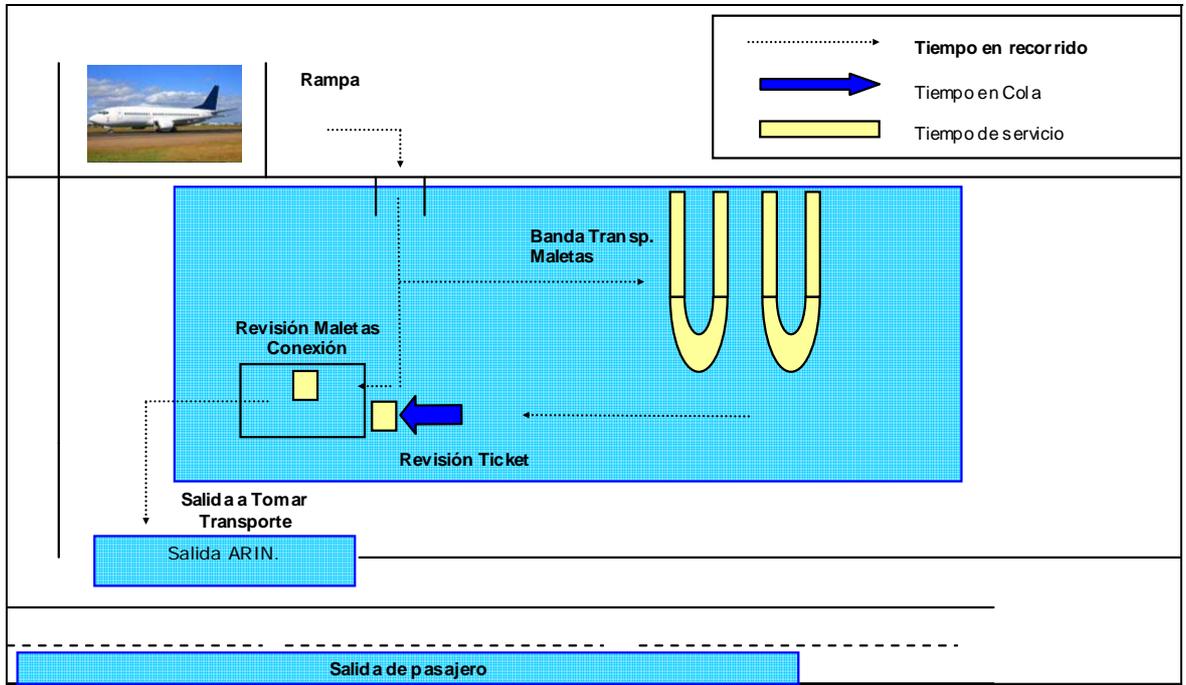


Figura 3. Proceso desembarque vuelos nacionales (excepto San Andrés)

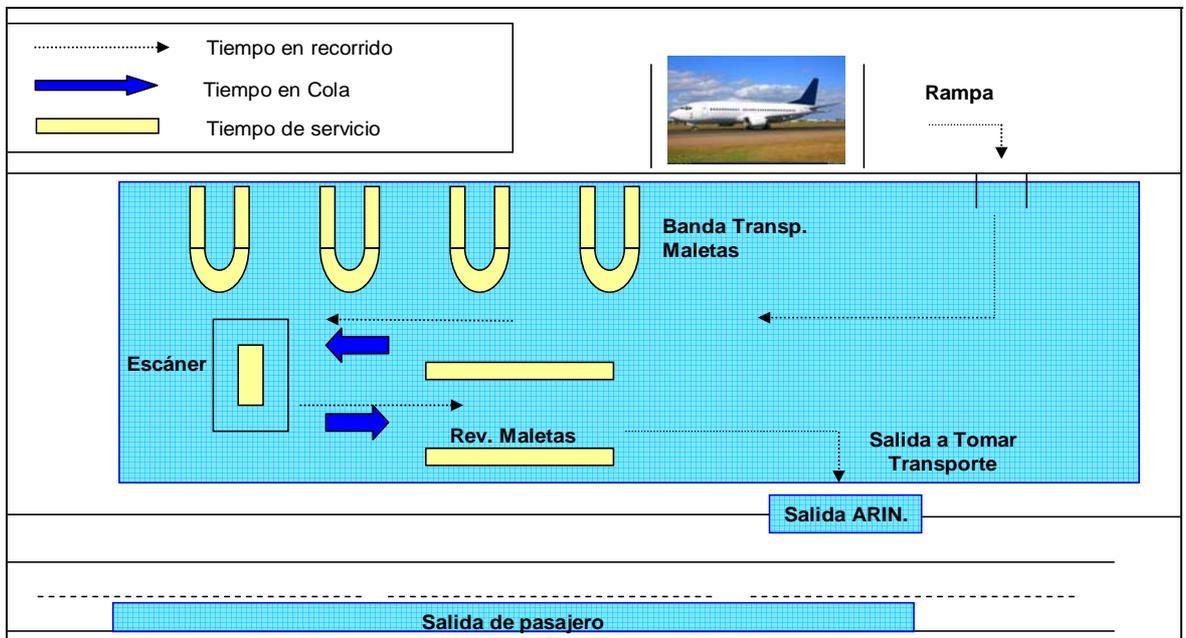


Figura 4. Proceso desembarque nacional proveniente San Andrés.

**Subproceso 1:** se refiere a vuelos provenientes de aeropuertos nacionales diferentes a San Andrés, y se realiza en la sala de Llegadas nacionales, donde el pasajero toma su equipaje de la banda transportadora, es chequeado por el personal de la aerolínea para verificar la concordancia del equipaje con el pasajero que le porta y termina con la salida de las instalaciones del aeropuerto.

**Caracterización de las colas.** Este proceso ocurre en la zona de desembarque nacional y se identifican dos estaciones:

- Recolección de Equipaje de Bodegaje (banda transportadora de equipaje).
- Revisión de Ticket de Equipaje.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Recolección de Equipaje de Bodegaje	ALERATORIA	Infinita*	No se definen colas.
			Múltiples Servidores (1 – 2)
Revisión de Ticket Equipaje	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 2)

Tabla 1. Caracterización de colas Subproceso 1

\* Se considera que la capacidad locativa de una cola es infinita cuando esta puede recibir a todos los clientes que arriben a esta, lo cual quiere decir que no realiza rechazos y que también tiene el suficiente espacio físico para alojar a todos los clientes. Teniendo en cuenta la naturaleza de las operaciones de un aeropuerto, allí se encuentran varias colas que se consideran de capacidad infinita como lo son las colas de la primera estación de cada subproceso o colas de llegada al subproceso.

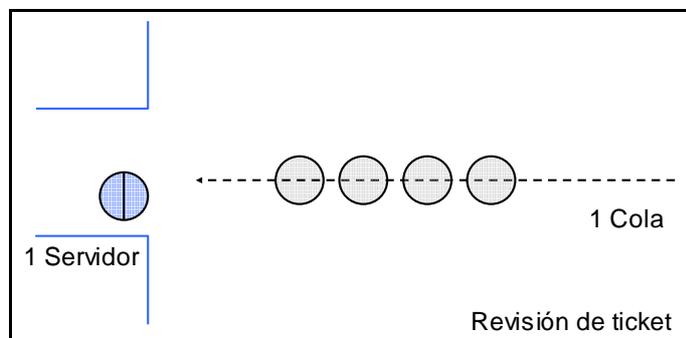


Figura 5. Sistema de cola llegada nacional

**Subproceso 2:** se refiere a vuelos provenientes exclusivamente de San Andrés, y se realiza en la sala de Llegadas Internacionales. Aquí el pasajero recoge su equipaje de la banda transportadora y es chequeado para determinar que concuerde con el pasajero que le porta, este equipaje es revisado posteriormente por diferentes autoridades a través de un escáner, donde se determina la necesidad de revisarlo manualmente o si puede seguir el proceso hacia la salida de las instalaciones, u otro vuelo de ser pasajero de conexión.

**Caracterización de las colas.** Este proceso ocurre en la zona de desembarque internacional y se identificaron las siguientes estaciones:

- Recolección de Equipaje de Bodegaje (banda transportadora de equipaje).
- Revisión de Ticket de Equipaje.
- Revisión de Equipaje en Escáner.
- Requisa de Equipaje de Forma Manual.

La revisión de equipaje de forma manual solo se hace si es requerido por las autoridades, por lo tanto, no todos los pasajeros deben pasar por esta estación.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Recolección de Equipaje de Bodegaje	ALERATORIA	Infinita	No se definen colas.
			Múltiples Servidores (1 – 2)
Revisión de Ticket Equipaje	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Revisión de equipaje en Escáner	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Requisa de Equipaje en Forma Manual	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 6)

Tabla 2. Caracterización de colas Subproceso 2

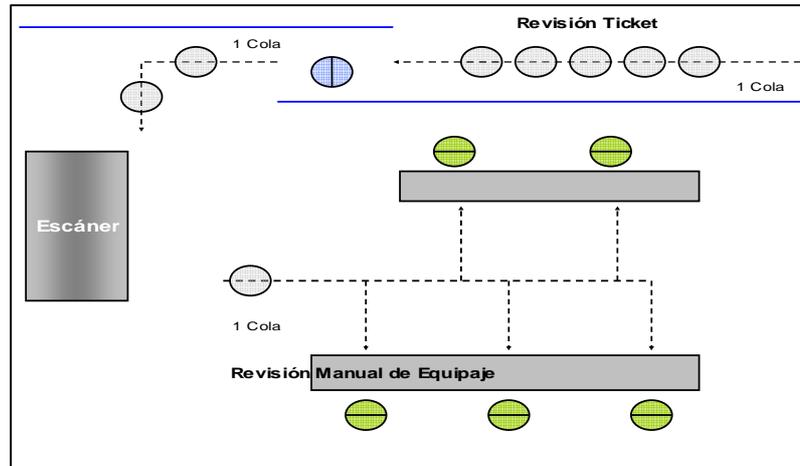


Figura 6. Sistema de colas Llegada nacional San Andrés

**Subproceso 3:** se refiere a vuelos provenientes de destinos nacionales que harán escala en el AIRN con cualquier otro destino. Este subproceso puede darse en la Sala de Llegada Nacional o Internacional, según el origen del vuelo. Las actividades que el pasajero desarrolla inician con el descenso del avión, posteriormente este ingresa a las edificaciones del AIRN donde toma su equipaje de la banda transportadora y es revisado manualmente por la Policía Aeroportuaria, para finalmente terminar el proceso 1 e iniciar otro de embarque de vuelos.

**Caracterización de las colas.** Este puede tener ocurrencia en la zona de Llegada Nacional o en la Zona de Llegada Internacional, todo depende de la proveniencia del pasajero. El pasajero es identificado por el personal de la aerolínea para facilitar el proceso, y como esto se da esporádicamente no se tienen colas significativas en el proceso. Para este subproceso se tienen las estaciones:

- Recolección de Equipaje de Bodegaje (banda transportadora de equipaje).
- Revisión de Ticket de Equipaje.
- Revisión de Equipaje en Escáner.
- Requisa de Equipaje de Forma Manual.

Las características de las estaciones anteriormente nombradas no están claramente definidas debido a que no se registró la ocurrencia del evento llegada de pasajeros de conexión, por esto no se pudo observar su comportamiento y tampoco se considero este evento para incluirlo dentro de los modelos de simulación.

**2.1.2 Proceso de Cola Desembarque Internacional.** Conjunto de actividades que realiza el pasajero que llega al AIRN proveniente de diferentes orígenes internacionales. Este inicia con el descenso de los pasajeros del avión e ingresando a las edificaciones por la sala de Llegadas Internacionales, teniendo como primera actividad la legalización de su ingreso al país con las autoridades del DAS, al terminar pasa a recoger su equipaje de la banda transportadora, el cual es chequeado y revisado por diferentes autoridades para determinar la necesidad de una revisión manual o la salida final del sistema. Este proceso no contiene ningún subproceso asociado. (Ver figuras 7 y 8).

***Caracterización de las colas.*** Este proceso ocurre en la zona de desembarque internacional y se identificaron las siguientes estaciones en el siguiente orden:

- Migración (DAS).
- Recolección de Equipaje de Bodegaje
- Revisión de Ticket de Equipaje.
- Revisión de Equipaje en Escáner.
- Requisa de Equipaje de Forma Manual.

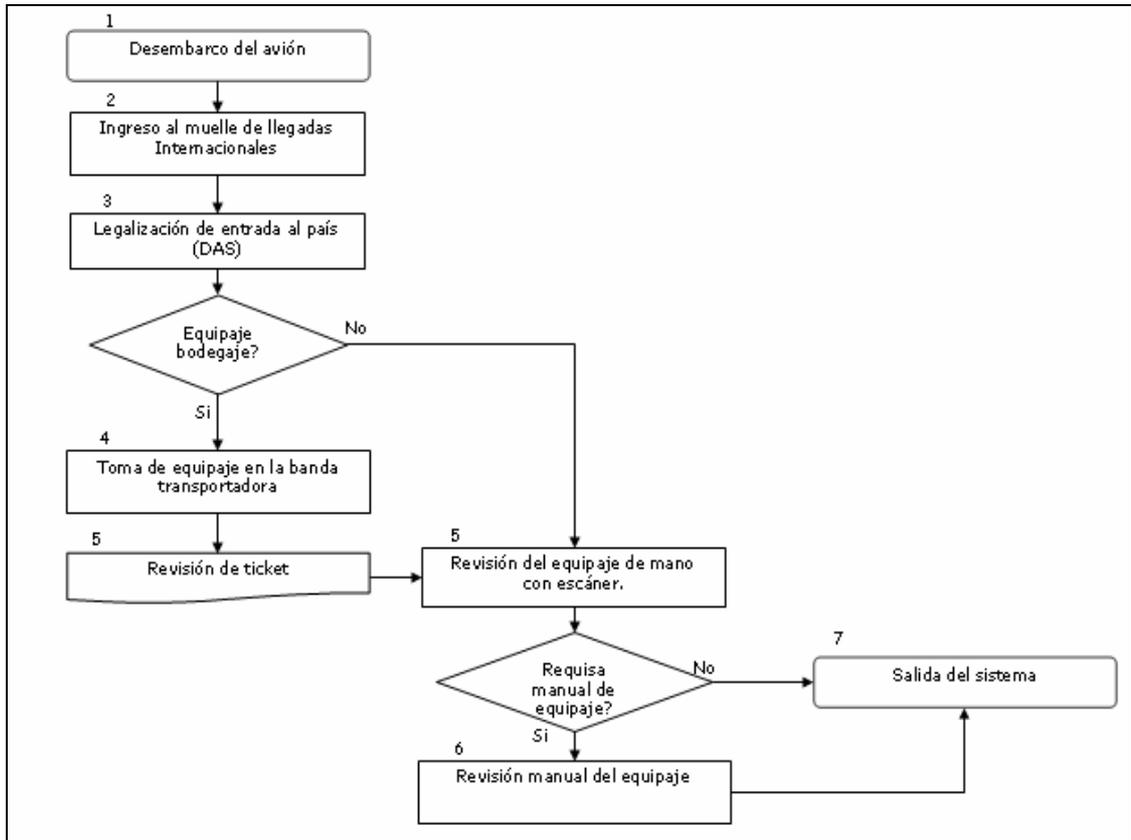


FIGURA 7. Flujograma proceso de desembarque vuelos internacionales

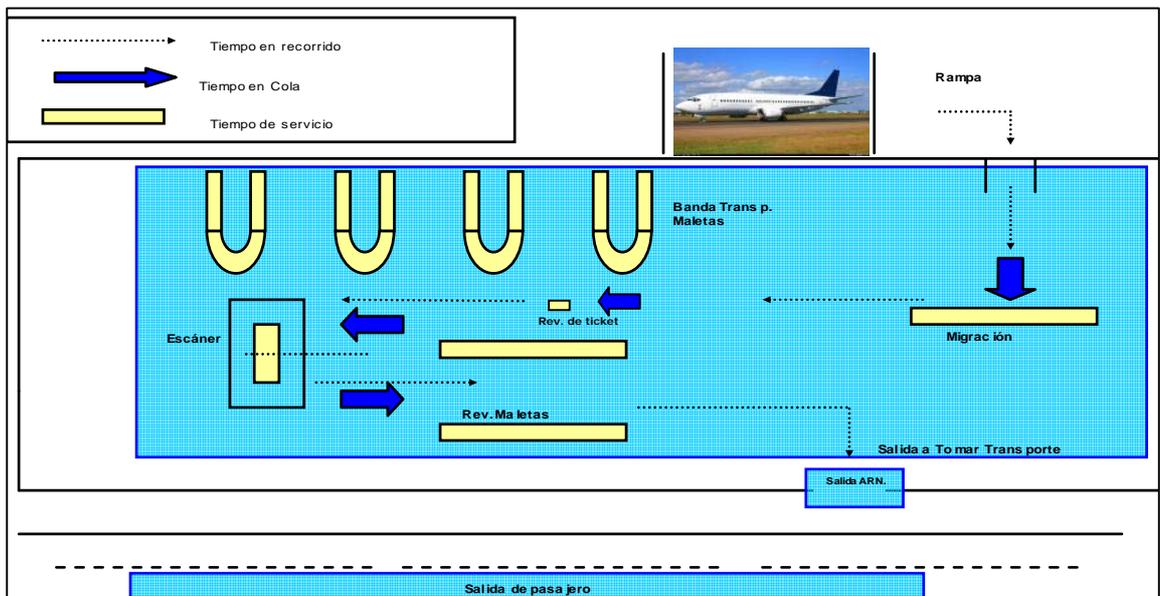


FIGURA 8. Proceso de desembarque vuelos internacionales

La revisión de equipaje de forma manual solo se hace si es requerido por las autoridades, por lo tanto, no todos los pasajeros deben pasar por esta estación.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Migración (DAS)	FIFO	Infinita	Múltiples Colas (1 – 8) Múltiples Servidores (1 – 8)
Recolección de Equipaje de Bodegaje	ALERATORIA	Infinita	No se definen colas. Múltiples Servidores (1 – 2)
Revisión de Ticket Equipaje	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor
Revisión de equipaje en Escáner	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor
Requisa de Equipaje en Forma Manual	FIFO	Infinita	1 Cola Múltiples Servidores (1 – 6)

Tabla 3. Caracterización de colas desembarque internacional

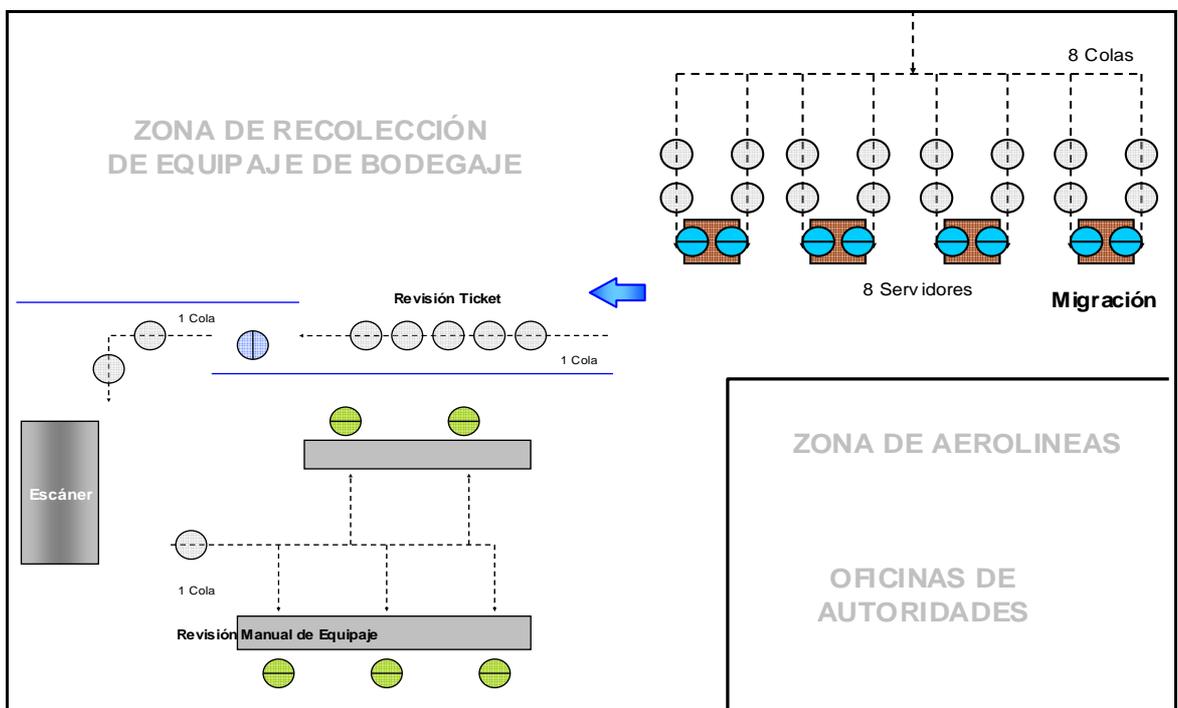


FIGURA 9. Sistema de colas llegada internacional

**2.1.3 Proceso de Cola Embarque Nacional.** Conjunto de actividades que realizan los pasajeros que viajaran a destinos nacionales. Este inicia con la llegada de los pasajeros a las instalaciones del AIRN, identificando el Counter de la aerolínea con la cual adquirió el pasaje y la fila correspondiente para registrarse y dejar su equipaje de bodega. Al terminar el registro los pasajeros pueden optar por hacer diferentes actividades o ingresar a la Sala de Abordaje de Vuelos Nacionales directamente, teniendo en cuenta los tiempos que se han dispuesto para el ingreso a sala.

Al ingresar a la Sala de Abordaje Nacional, los pasajeros son recibidos por un anfitrión el cual revisa el pasaje y lo compara con un documento de identificación, seguido se hace una revisión por escáner del equipaje de mano y al pasajero por un arco de seguridad y un dispositivo para la detección de metales. Acto seguido el pasajero llega a la estación de preabordaje donde es ingresado al sistema de la aerolínea. Como actividad final el pasajero espera la llamada a bordar para desplazarse y subir al avión que lo llevará a su destino. (Ver figuras 10 y 11).

**Subproceso 4:** se refiere a vuelos que tiene destinos nacionales diferentes a San Andrés y que no harán escala con destinos internacionales (pasajeros de conexión). En este subproceso, no se hace revisión manual de equipaje. El equipaje de bodega es revisado por medio de escáneres en la parte posterior de los Counter, por consiguiente los tiempos de operación del pasajero están desligados de esta actividad. El equipaje de mano también es revisado por medio de escáner durante el ingreso a la Sala de Espera, y solo cuando se detecta algo que cause sospecha por las autoridades es revisado manualmente.

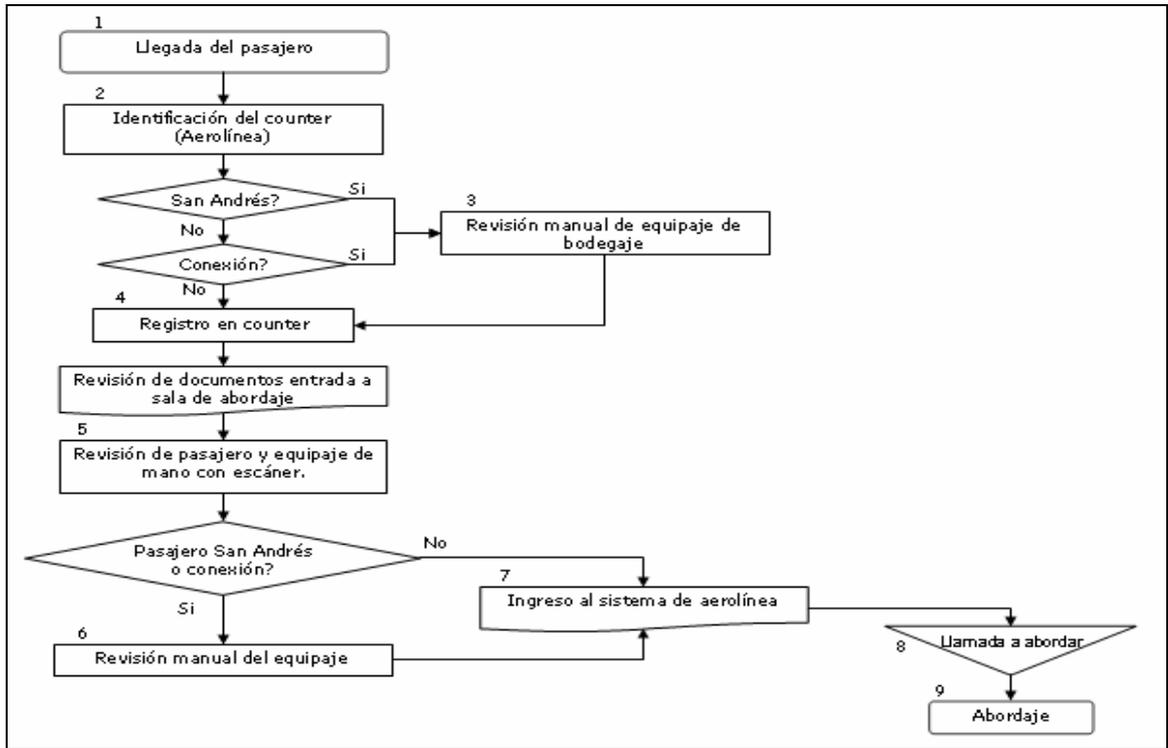


FIGURA 10. Flujo de proceso de embarque vuelos nacionales

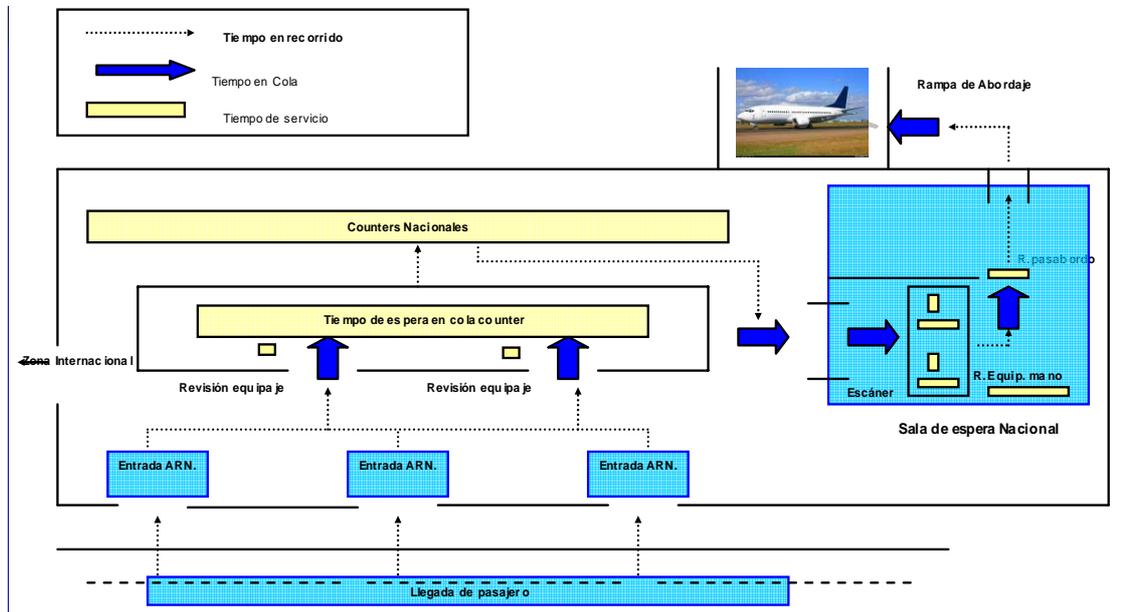


FIGURA 11. Proceso de embarque vuelos nacionales

**Caracterización de las colas.** Este subproceso se divide y se realiza en 2 partes: la primera llamada *check-In* que se realiza en el área de Counter Nacional y el *preabordaje* que se realiza en la Sala de Espera Nacional.

- Chek-In. Este proceso se realiza en la zona de Counter Nacional y se identifica una estación: Counter.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Counter	FIFO	Infinita	2 Colas Múltiples Servidores (1- 9)
Ejecutiva Counter	FIFO	Infinita	

Tabla 4. Caracterización de colas subproceso 4 (Check-in)

Para la estación de Counter se tiene el caso de tener dos colas y múltiples servidores, allí los clientes de ambas colas pasan a ser atendidos por cualquiera de los servidores, teniendo en cuenta de que los clientes de la cola Ejecutiva Counter tienen preferencia para ser atendidos por los servidores (*esto aplica para todos los procesos que se realizan en la zona de Counter Nacional*).

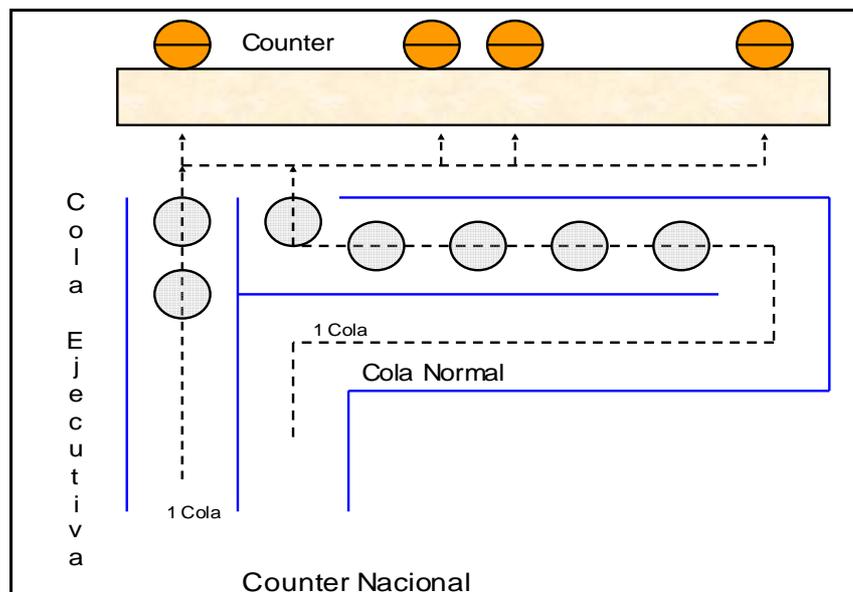


FIGURA 12. Sistema de colas counter nacional

- Preabordaje. Este proceso se realiza en la Sala de Espera Nacional y se tienen las siguientes estaciones:

1. Anfitrión.
2. Escáner (filtro de seguridad).
3. Preabordaje.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Anfitrión	FIFO	Infinita	1 Cola Múltiples Servidores (1 – 2)
Escáner (filtro de seguridad)	FIFO	Infinita	2 Colas 2 Servidores
Preabordaje	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor

Tabla 5. Caracterización de colas subproceso 4 (pre-abordaje)

En la segunda estación (escáner) se tienen dos servidores cada uno con su cola, aquí se habilitan los dos servidores dependiendo del número de pasajeros registrados para los vuelos a salir (*esto aplica para todos los procesos que se realizan en la zona de Sala de Espera Nacional*).

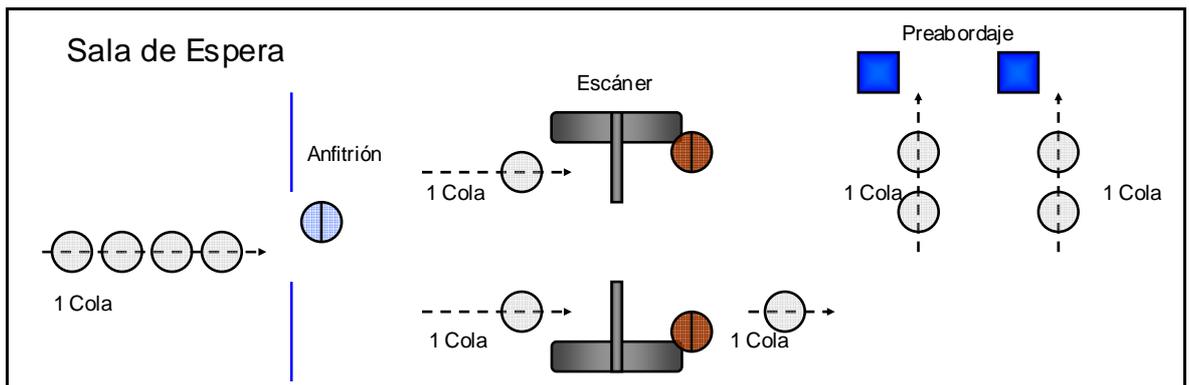


FIGURA 13. Sistema de colas sala de espera nacional

**Subproceso 5 y 6:** se refieren a las actividades que deben hacer los pasajeros que tiene destinos internacionales pero que previamente deben hacer escala en algún destino nacional (pasajeros de Conexión), y aquellos que tienen por destino específico San Andrés. Para estos pasajeros el proceso inicia con una revisión manual del equipaje de bodegaje en la zona de Counter nacional por parte de la Policía Aeroportuaria, para luego registrarse en el Counter. Al hacer el ingreso a la sala de espera, el equipaje de mano es revisado por los escáneres y luego es revisado manualmente por la Policía Aeroportuaria, para finalmente hacer el prerregistro y esperar la llamada a abordar.

**Caracterización de las colas.** Este subproceso se divide en dos partes la primera llamada *check-In* que se realiza en el área de Counter Nacional y el preabordaje que se realiza en la Sala de Espera Nacional. Tiene como característica distintiva la revisión de equipaje de bodegaje en la parte de Counter Nacional y la revisión del equipaje de mano en la Sala de Espera Nacional.

- Chek-In. Este proceso se realiza en la zona de Counter Nacional y se identifican las siguientes estaciones:

1. Revisión de Equipaje de Bodegaje.
2. Counter

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Revisión de Equipaje de Bodegaje	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 4)
Counter	FIFO	Infinita	2 Colas Múltiples Servidores (1 – 9)
Ejecutiva Counter	FIFO	Infinita	

Tabla 6. Caracterización de colas subproceso 5 y 6 (Check in)

Para los pasajeros con destino a San Andrés, el proceso es exactamente como se describe en este punto, pero para los pasajeros que harán conexión, primero se identifican para poder hacerlos pasar por el proceso y generalmente se tiene disponible a un individuo de las autoridades para que ejecute la actividad de revisión de equipaje de bodega.

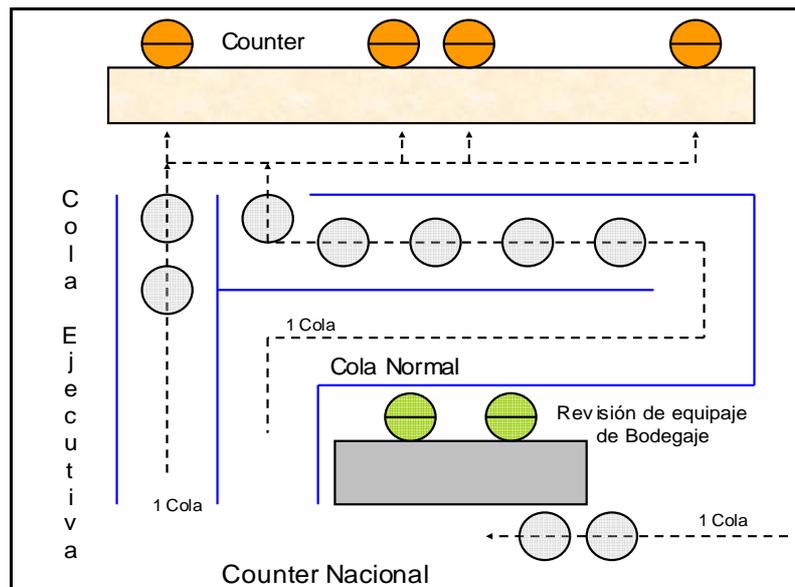


FIGURA 14. Sistema de colas counter nacional, salida a San Andrés y pasajeros de conexión.

- Preabordaje. Este proceso se realiza en la Sala de Espera Nacional y se identifican las siguientes estaciones, teniendo que en cuenta que cada aerolínea posee una estación propia de preabordaje.
  1. Anfitrión.
  2. Escáner (filtro de seguridad).
  3. Revisión de Equipaje de Mano.
  4. Preabordaje.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Anfitrión	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 2)
Escáner (filtro de seguridad)	FIFO	Infinita	2 Colas
			2 Servidores
Revisión de Equipaje de Mano	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 2)
Preabordaje	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor

Tabla 7. Caracterización de colas subproceso 5 y 6 (pre-abordaje)

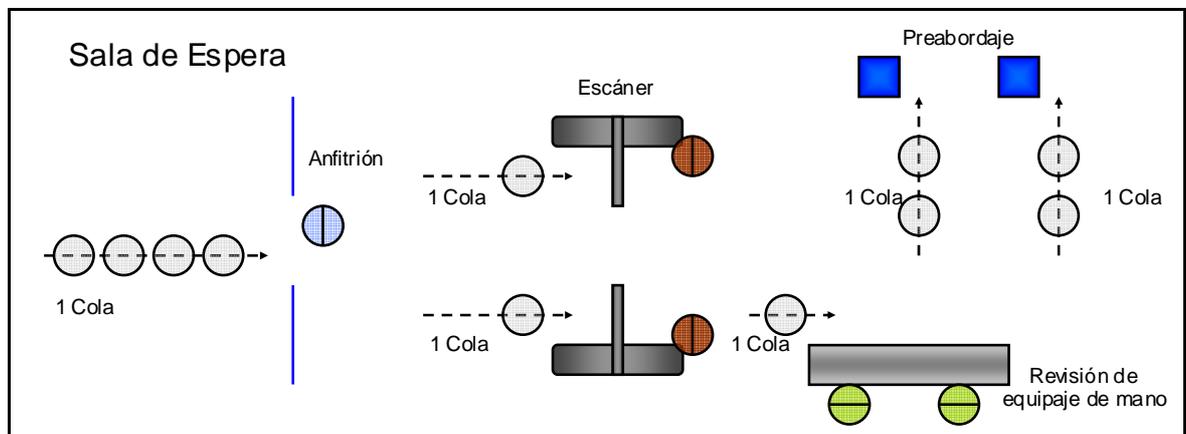


Figura 15. Sistema de colas sala de espera nacional, salida a San Andrés y pasajeros de conexión.

**2.1.4 Proceso de Cola Embarque Internacional.** Se refiere a las actividades que deben hacer los pasajeros con destinos internacionales (cabe anotar que no se incluyen a los pasajeros que harán escala aeropuertos nacionales para luego ir al destino internacional). El proceso inicia con la llegada del pasajero a las instalaciones del AIRN, donde debe identificar el Counter con el cual adquirió el pasaje para el viaje y la respectiva cola para el ingreso, los cuales pueden encontrarse en el Hall de Counter Nacionales o en el Hall de Counter Internacionales. La primera actividad que debe realizar es la definición del pago de Timbre de Aerocivil, este timbre debe pagarse si la razón por la estadía en el país es diferente a las turísticas. Para los vuelos que se realizan en el Hall de Counter Nacionales, el pasajero debe acercarse a la ventanilla de atención de Aerocivil,

donde se le informa al pasajero cuanto debe de cancelar por el timbre (impuesto por utilizar el Terminal aéreo), o se recibe un documento que confirma la exención del pago del timbre, para los que se realizan en el Hall de Counter Internacional, se habilita una estación al inicio del sistema para esta actividad.

Luego pasan por el operativo dispuesto por la Policía de Antinarcóticos, el cual comienza con una breve entrevista, esta operación es utilizados para determinar un perfil del pasajero de tráfico de narcóticos o portador de elementos no permitidos para el vuelo como son armas o explosivos entre otros, y seleccionar aquellos a los que no sería necesario hacer una revisión manual del equipaje. Aquellos a los que se determine la revisión manual del equipaje, pasan a unas mesas dispuestas para estos, donde un efectivo de la autoridad de antinarcóticos revisa el contenido del equipaje.

Al terminar esta actividad los pasajeros pasan a pagar la Tasa Aeroportuaria, para esto se colocan estaciones donde el personal dispuesto por la aerolínea realiza el cobro. La actividad siguiente es el registro en el Counter, donde se toman y verifican algunos datos personales del pasajero como nombre y dirección a la cual irán cuando lleguen a su destino y la aerolínea recibe el equipaje de bodega del mismo colocándole adhesivos de identificación (colilla). Al terminar esta serie de actividades el pasajero puede optar por entrar a la Sala de espera Internacional inmediatamente o hacerlo más tarde dentro de los tiempos estipulados para esto.

Cuando el pasajero pasa a Sala de Espera Internacional es recibido por un anfitrión de la aerolínea que revisa su documentación, luego su equipaje de mano es revisado con un escáner y el pasajero es revisado por dispositivos para la detección de metales. El paso siguiente es la revisión manual de equipaje de mano por parte de la Policía Antinarcóticos. Al terminar esta actividad pasan a la parte dispuesta para DAS, donde se revisan sus documentos de identificación y se legaliza su salida del país. Como filtro final de seguridad se hace una revisión

física rápida del pasajero por parte de la Policía Antinarcoóticos (cacheo) en busca de elementos ilícitos, y pasa a esperar la llamada para abordar el avión. Al recibir el llamado los pasajeros abandonan la sala de espera y pasan a la zona de rampa, donde abordan el avión previa revisión del pasabordo. (Ver figuras 16, 17 y 18).

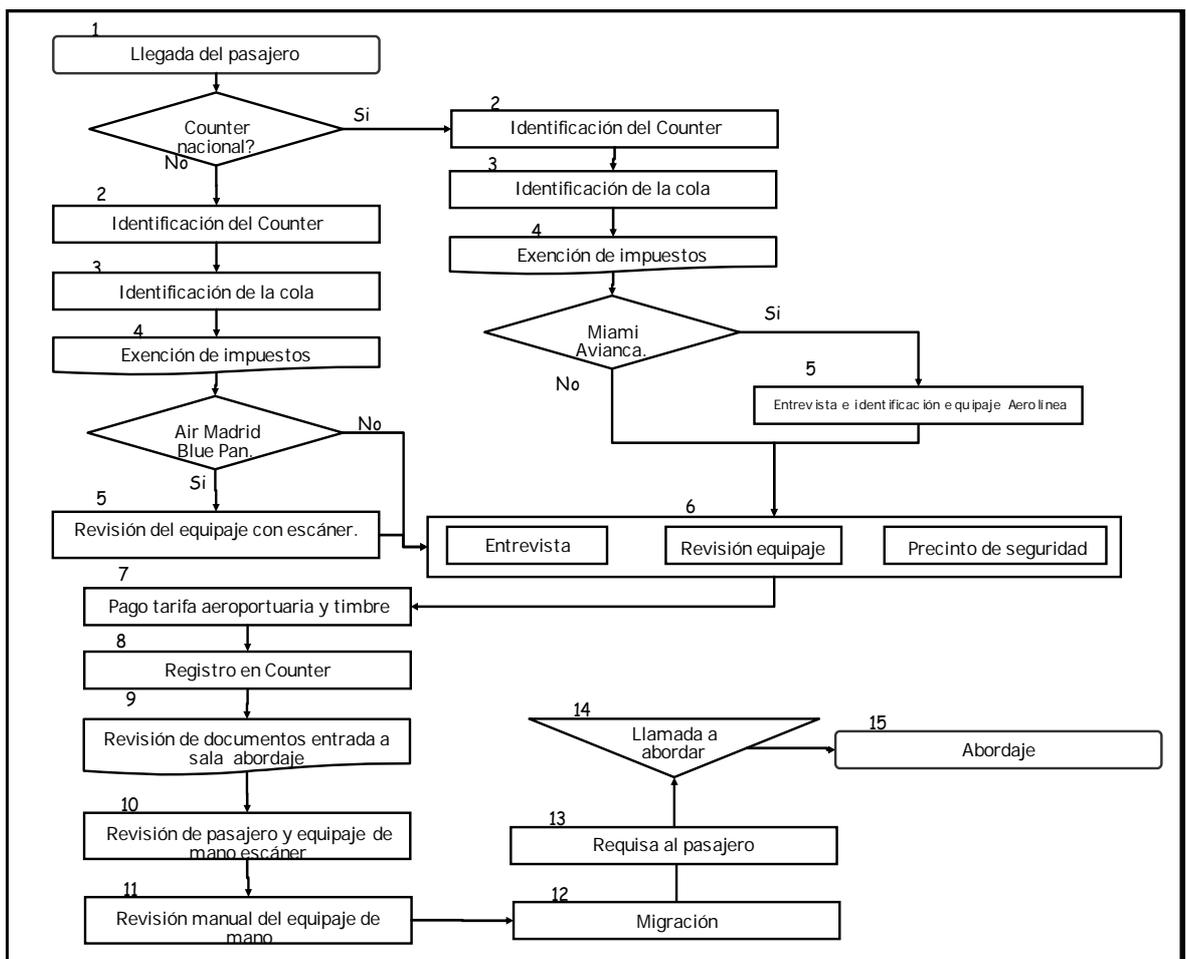


FIGURA 16. Flujograma del proceso de embarque de vuelos internacionales.

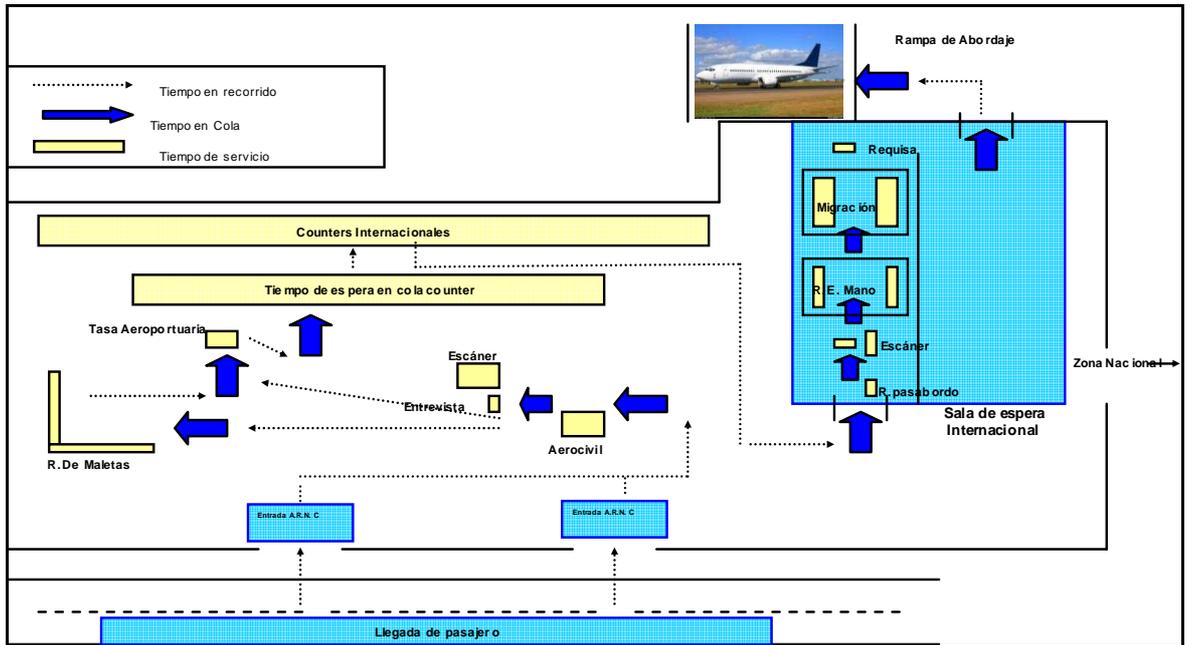


FIGURA 17. Proceso de embarque de vuelos internacionales (counter internacional)

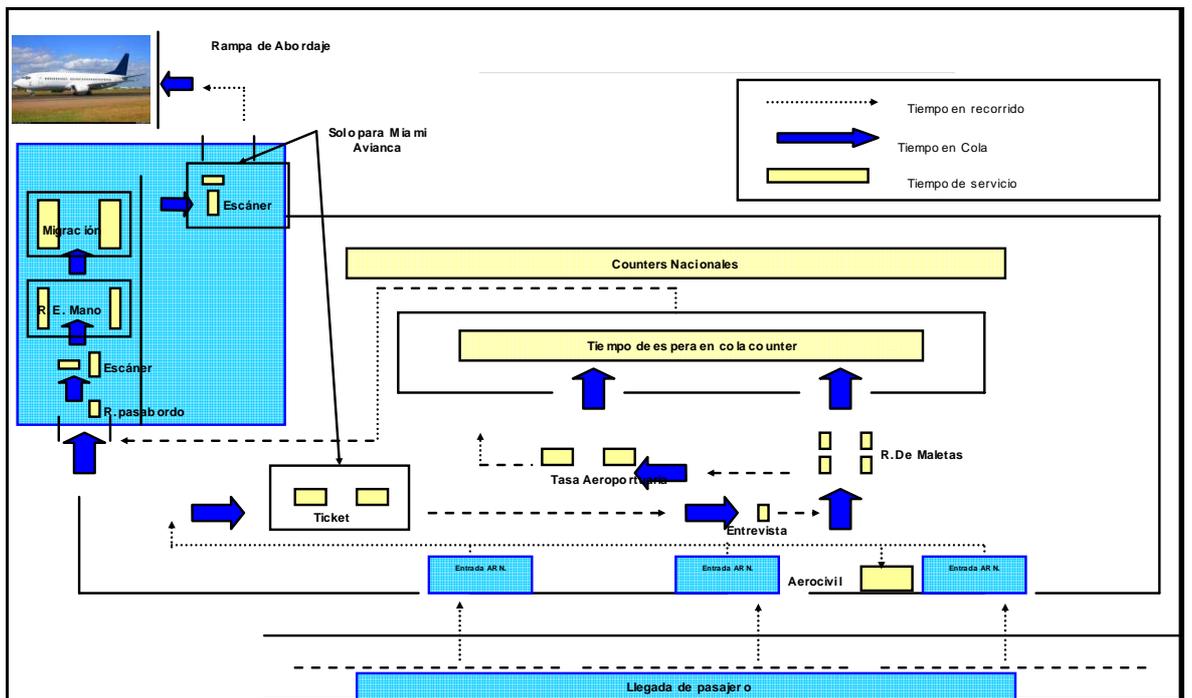


FIGURA 18. Proceso de embarque de vuelos internacionales (counter nacional)

**Subproceso 7:** Vuelos Internacionales en Counter Internacional Tipo Charter. Estos vuelos se caracterizan por el tipo de pasajero, ya que estos tienen llegadas por grupo y dependientes unas entre otras. Se utiliza un escáner para el equipaje que ayuda a la determinación de perfiles a la Policía de Antinarcóticos y las características del equipaje hace que los tiempos de revisión por parte de la Policía Antinarcóticos sea menor que los tiempos requeridos para pasajeros de un vuelo regular. Otra característica muy peculiar es que en su mayoría son pasajeros extranjeros y que su atención es por grupos, es decir, las diferentes actividades pueden hacerlas simultáneamente entre pasajeros que se conocen o individualmente según como se decida.

**Caracterización de las colas.** Este subproceso se divide en dos partes la primera llamada *Check-In* que se realiza en el área de Counter Internacional y el preabordaje que se realiza en la Sala de Espera Internacional.

- Check-In. Este proceso se realiza en la zona de Counter Internacional y se identifican las siguientes estaciones:
  1. Aerocivil.
  2. Entrevista.
  3. Requisa de Equipaje de Bodegaje.
  4. Pago de Tasa Aeroportuaria.
  5. Counter.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Aerocivil	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Entrevista	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Revisión de Equipaje de Bodegaje	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 10)
Pago de Tasa Aeroportuaria	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Counter	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 4)

Tabla 8. Caracterización de colas subproceso 7 (check-in)

Para este subproceso se tienen dos estaciones con capacidad infinita debido a que la estación de Aerocivil realiza sus actividades de manera rápida y que la estación de Entrevista funciona como un regulador del flujo de pasajeros en el sistema, los pasajeros después de pasar la estación de Aerocivil se agrupan en la cola de Entrevista, haciendo que el espacio utilizado para la cola de Aerocivil pase a ser el espacio de la cola Entrevista (*esto aplica para todos los procesos de salida internacional en la zona de Counter Internacional*).

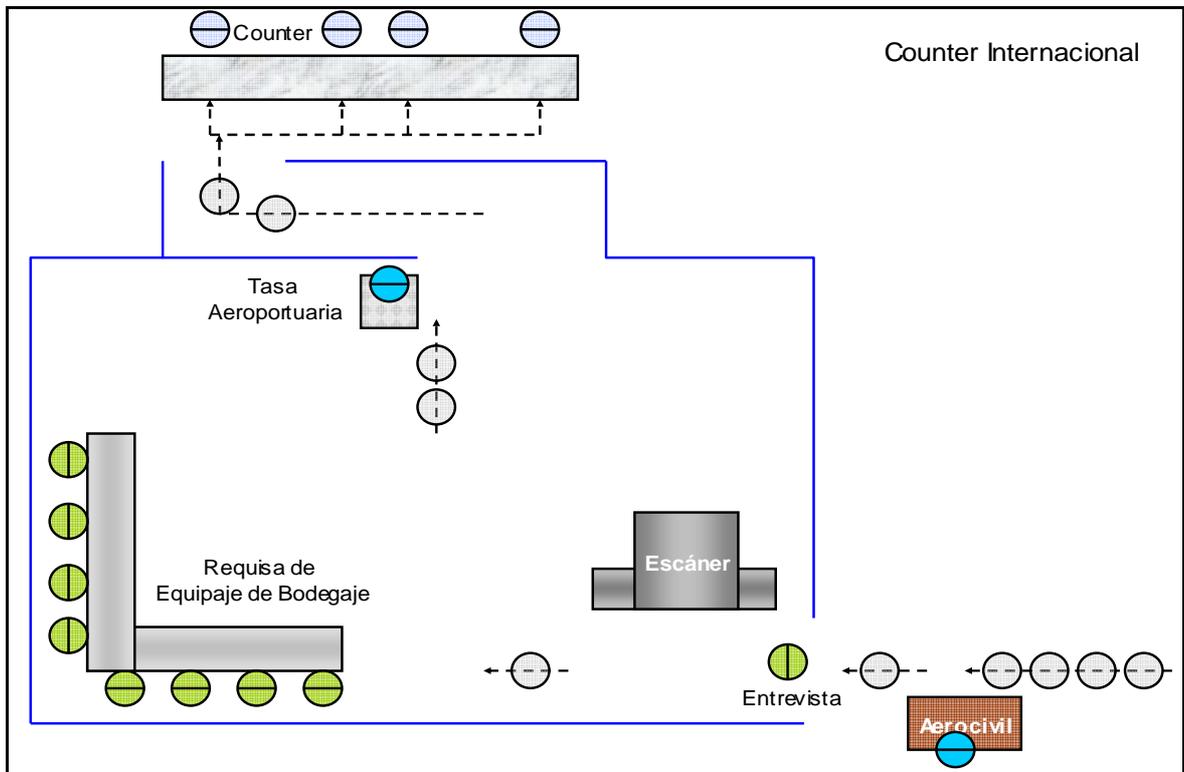


FIGURA 19. Sistema de colas counter internacional, vuelo charter

- Preabordaje. Este proceso se realiza en la Sala de Espera Internacional y se identifican las siguientes estaciones:
  1. Anfitrión.
  2. Escáner (filtro de seguridad).
  3. Revisión de Equipaje de Mano.
  4. Migración (DAS).
  5. Cacheo.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Anfitrión	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Escáner (filtro de seguridad)	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Revisión de Equipaje de Mano	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 6)
Migración (DAS)	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 4)
Cacheo	FIFO	Infinita	2 Colas
			2 Servidores

Tabla 9. Caracterización de colas subproceso 7 (Pre-abordaje)

En la última estación (cacheo) se tiene un sistema de dos servidores cada uno con su cola debido a la naturaleza de la operación que se realiza en esta estación, se tiene un individuo de las autoridades masculino y otro femenino, para que revisen a los pasajeros masculinos y femeninos respectivamente (*esto aplica para todos los subprocesos que se realizan en la Sala de Espera Internacional*).

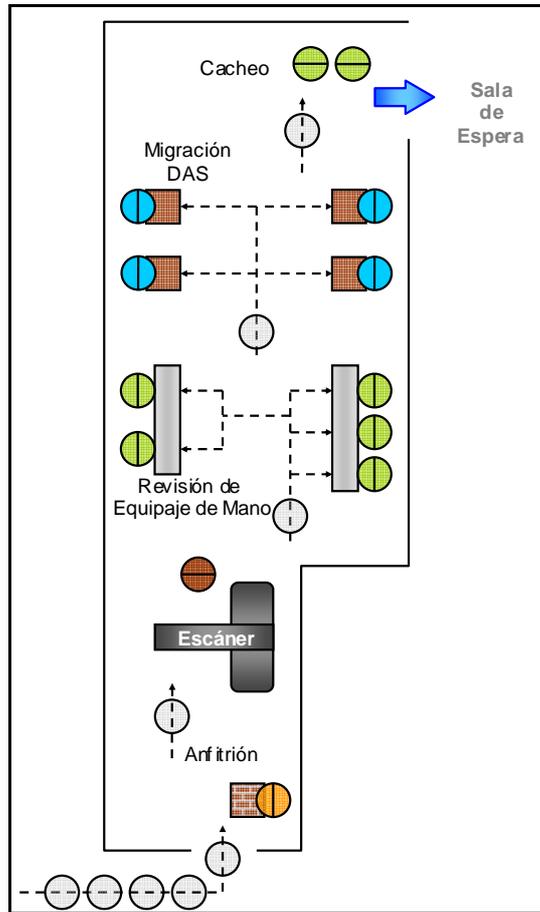


FIGURA 20. Sistema de colas de sala de espera internacional

**Subproceso 8:** Vuelos Internacionales Counter Internacional DESACOL Tipo Regular. Los pasajeros para este tipo de vuelos son en su mayoría locales y su característica de equipaje, exige unos mayores tiempos para la su revisión, las llegadas son eventos independientes y se hacen de manera individual generalmente. En este tipo de vuelos también se utiliza un escáner para revisar el equipaje del pasajero y apoyar la determinación de perfiles por la Policía Antinarcoóticos.

**Caracterización de las colas.** Este subproceso se divide en dos partes la primera llamada *Check-In* que se realiza en el área de Counter Internacional y el preabordaje que se realiza en la Sala de Espera Internacional.

- Chek-In. Este proceso se realiza en la zona de Counter Internacional y se identifican las siguientes estaciones:

1. Aerocivil.
2. Entrevista.
3. Requisa de Equipaje de Bodegaje.
4. Pago de Tasa Aeroportuaria.
5. Counter.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Aerocivil	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Entrevista	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Revisión de Equipaje de Bodegaje	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 10)
Pago de Tasa Aeroportuaria	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Counter	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 4)

Tabla 10. Caracterización de colas subproceso 8 (Check-in)

- Preabordaje. Este proceso se realiza en la Sala de Espera Internacional y se identifican las siguientes estaciones:

1. Cola para Anfitrión.
2. Cola para Escáner.
3. Cola para Revisión de Equipaje de Mano.
4. Cola para Migración (DAS).
5. Cola para Cacheo.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Anfitrión	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor
Escáner (filtro de seguridad)	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor
Revisión de Equipaje de Mano	FIFO	Infinita	1 Cola Múltiples Servidores (1 – 6)
Migración (DAS)	FIFO	Infinita	1 Cola Múltiples Servidores (1 – 4)
Cacheo	FIFO	Infinita	2 Colas 2 Servidores

Tabla 11. Caracterización de colas subproceso 8 (Pre-abordaje)

**Subproceso 9:** Vuelos Internacionales Counter Internacional COPA. Estos vuelos tienen como características pasajeros locales cuyas llegadas son eventos independientes e individuales generalmente. No se utiliza escáner para revisión de equipaje, se realiza la entrevista con el fin de determinar un perfil por parte de la Policía Antinarcoóticos y la revisión manual del equipaje se realiza en un 100%.

**Caracterización de las colas.** Este subproceso se divide en dos partes la primera llamada *Check-In* que se realiza en el área de Counter Internacional y el preabordaje que se realiza en la Sala de Espera Internacional.

- Chek-In. Este proceso se realiza en la zona de Counter Internacional y se identifican las siguientes estaciones:
  1. Aerocivil.
  2. Entrevista.
  3. Requisa de Equipaje de Bodegaje.
  4. Pago de Tasa Aeroportuaria.
  5. Counter.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Aerocivil	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor
Entrevista	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor
Revisión de Equipaje de Bodegaje	FIFO	Infinita	1 Cola Múltiples Servidores (1 – 10)
Pago de Tasa Aeroportuaria	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor
Counter	FIFO	Infinita	1 Cola Múltiples Servidores (1 – 4)

Tabla 12. Caracterización de colas subproceso 9 (Check-in)

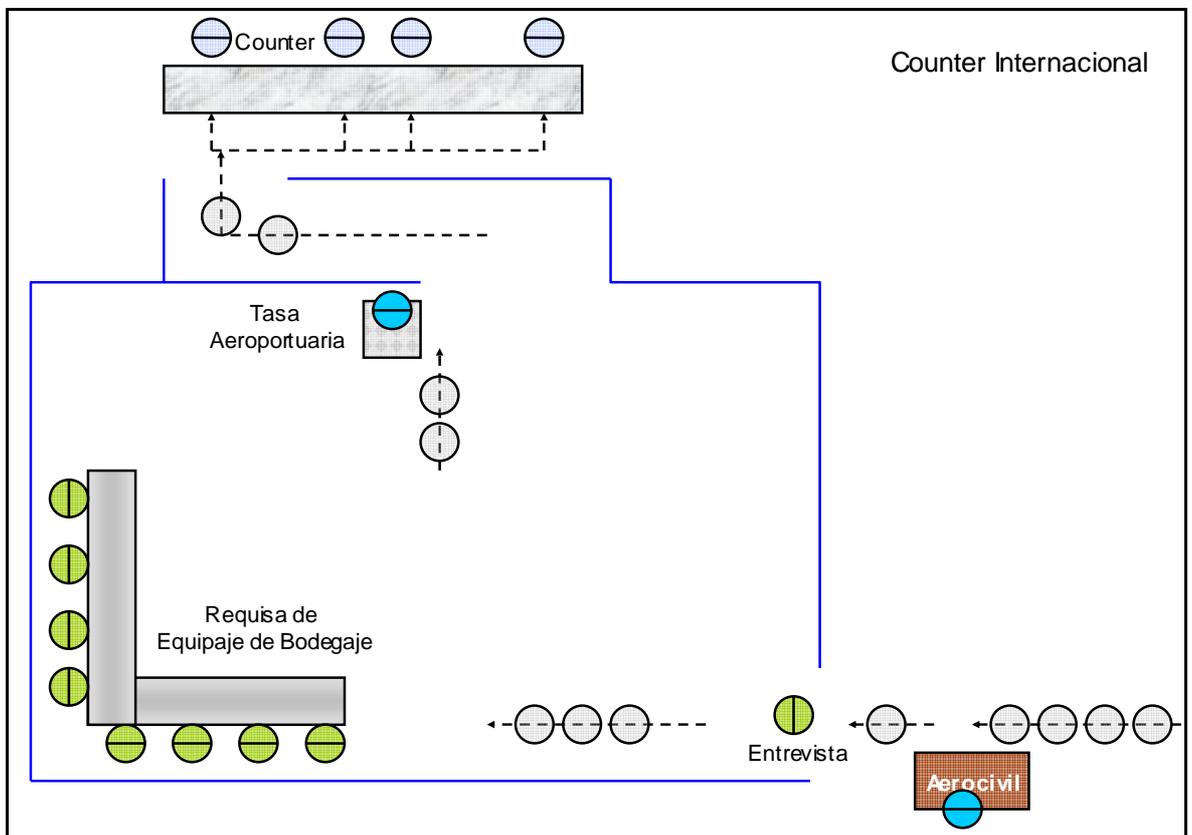


FIGURA 21. Sistema de colas counter internacional, COPA

- Preabordaje. Este proceso se realiza en la Sala de Espera Internacional y se identifican las siguientes colas.
  1. Anfitrión.

2. Escáner (filtro de seguridad).
3. Revisión de Equipaje de Mano.
4. Migración (DAS).
5. Cacheo.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Anfitrión	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Escáner (filtro de seguridad)	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Revisión de Equipaje de Mano	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 6)
Migración (DAS)	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 4)
Cacheo	FIFO	Infinita	2 Colas
			2 Servidores

Tabla 13. Caracterización de colas subproceso 9 (Pre-abordaje)

**Subproceso 10:** Vuelo Internacional Counter Nacional MIAMI Avianca. Este vuelo consta de las actividades que se realizan normalmente para los diferentes vuelos internacionales y otras adicionales que deben realizarse por normativas internacionales para vuelos que ingresaran a los Estados Unidos de la TSA. El proceso en la locación correspondiente a Aerocivil como ocurre para todos los vuelos, seguido se realiza un proceso de identificación del equipaje del pasajero llamado Screen, donde también se le hace una entrevista de diez (10) preguntas preestablecidas al pasajero, esta actividad debe realizarse individualmente. Al terminar el Screen pasa al operativo dispuesto por la Policía Antinarcoóticos, el cual consta de una entrevista y una revisión del equipaje de bodegaje cuando se considera necesario.

Las actividades finales del registro en el Counter las realizan personal asignado por la aerolínea Avianca que son el pago de la Tasa Aeroportuaria, para finalmente pasar a el registro en el Counter y dejar el equipaje de bodegaje.

Las actividades en la Sala de espera son similares a las que se realizan en los vuelos generalmente, el proceso de embarque posee una actividad adicional que es un segundo filtro de seguridad antes de abordar el avión, este consta de una revisión del equipaje de mano por escáneres y una revisión de los pasajeros con dispositivos para la detección de metales.

**Caracterización de las colas.** Este subproceso se divide en dos partes la primera llamada *Check-In* que se realiza en el área de Counter Nacional y el preabordaje que se realiza en la Sala de Espera Internacional.

- Chek-In. Este proceso a excepción de los otros vuelos internacionales se realiza en la zona de Counter Nacional y se identifican las siguientes estaciones:
  1. Aerocivil.
  2. Screen
  3. Entrevista.
  4. Requisa de Equipaje de Bodegaje.
  5. Pago de Tasa Aeroportuaria.
  6. Counter.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Aerocivil	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Screen	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 3)
Entrevista	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Revisión de Equipaje de Bodegaje	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 8)
Pago de Tasa Aeroportuaria	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Counter	FIFO	Infinita	2 Colas Múltiples Servidores (1 – 9)
Ejecutiva Counter	FIFO	Infinita	

Tabla 14. Caracterización de colas subproceso 10 (Check-in)

Para la estación de Counter se tiene el caso de tener dos colas y múltiples servidores, allí los clientes de ambas colas pasan a ser atendidos por cualquiera de los servidores, teniendo en cuenta de que los clientes de la cola Ejecutiva Counter tienen preferencia para ser atendidos por los servidores (*esto aplica para todos los procesos que se realizan en la zona de Counter Nacional*).

Para este subproceso se tienen dos estaciones con capacidad locativa infinita debido a que se encuentran en lugares diferentes y tienen la capacidad de recibir a todos los pasajeros que arriben a estas.

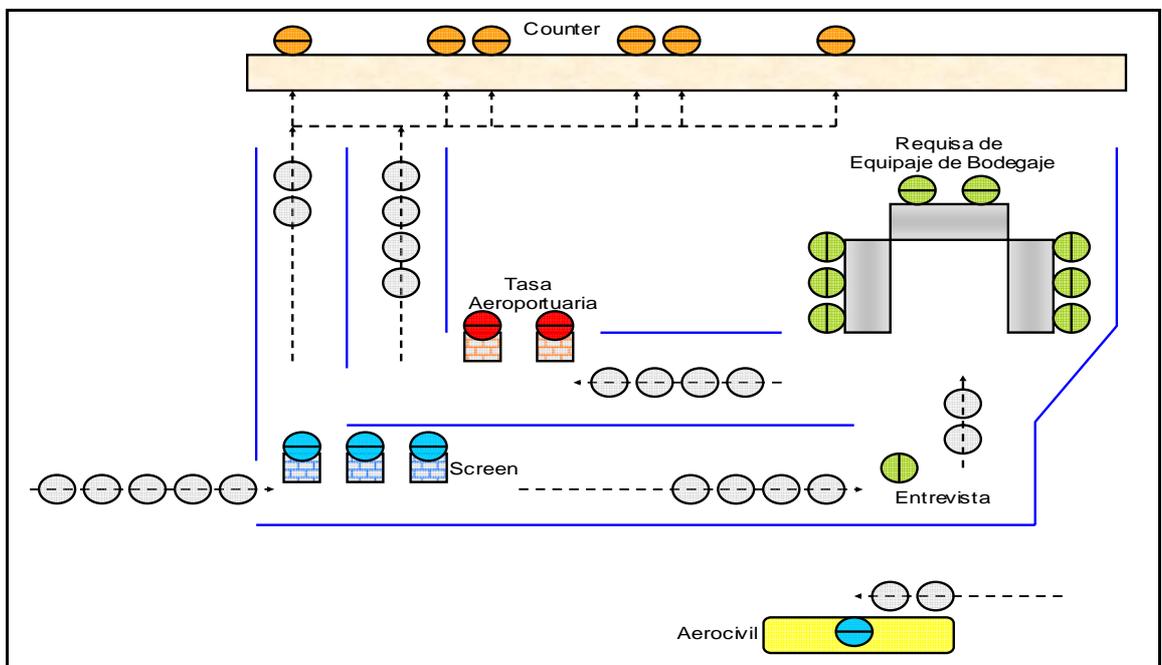


FIGURA 22 Sistema de colas counter nacional, salida a MIAMI

- Preabordaje. Este proceso se realiza en la Sala de Espera Internacional y se identifican las siguientes estaciones:
  1. Anfitrión.
  2. 1<sup>er</sup> Escáner (filtro de seguridad).
  3. Revisión de Equipaje de Mano.

4. Migración (DAS).
5. Cacheo.
6. 2º Escáner (filtro de seguridad).

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Anfitrión	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor
1º Escáner (filtro de seguridad)	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor
Revisión de Equipaje de Mano	FIFO	Infinita	1 Cola Múltiples Servidores (1 – 6)
Migración (DAS)	FIFO	Infinita	1 Cola Múltiples Servidores (1 – 4)
Cacheo	FIFO	Infinita	2 Colas 2 Servidores
2º Escáner (filtro de seguridad)	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor

Tabla 15. Caracterización de colas subproceso 10 (Pre-abordaje)

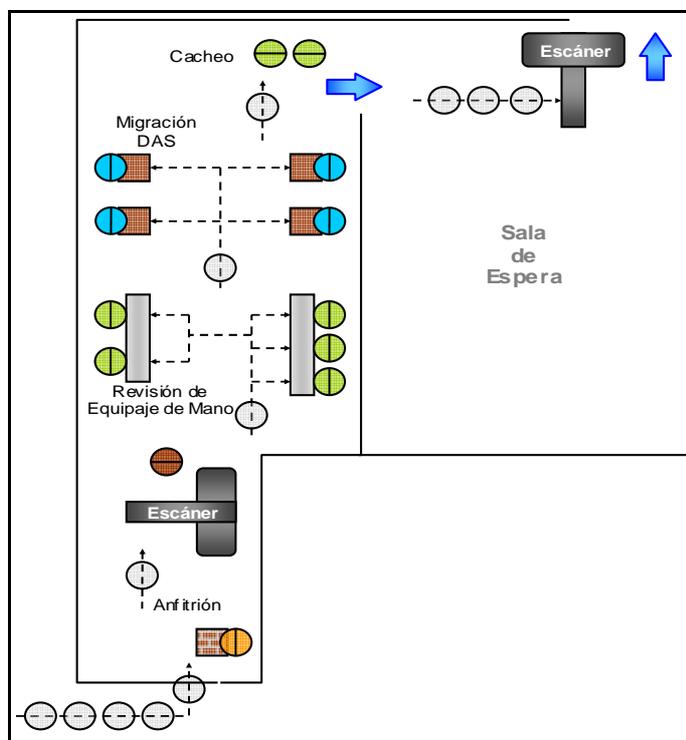


FIGURA 23. Sistema de colas Sala de Espera Internacional

**Subproceso 11:** Vuelos Internacionales Counter Nacional. Este vuelo se refiere a los destinos internacionales diferentes a Estados Unidos que se realizan por aerolíneas nacionales (Avianca, Aires, Aerorepublica), las actividades que aquí se realizan son generalmente las mismas de un proceso de Salida de Vuelos Internacionales, pero para estos vuelos hay una distinción significativa, ya que los vuelos internacionales que se dirigen a Centroamérica son catalogados como vuelos de mediano riesgo para el tráfico de narcóticos, por esto se realiza una requisa del equipaje de bodegaje y de mano por parte de las autoridades. En cambio los vuelos que se dirigen a Suramérica son catalogados de bajo riesgo y no se realiza requisa de equipaje.

**Caracterización de las colas.** Este subproceso se divide en dos partes la primera llamada *Check-In* que se realiza en el área de Counter Nacional y el preabordaje que se realiza en la Sala de Espera Internacional.

- Chek-In. Este proceso a excepción de los otros vuelos internacionales se realiza en la zona de Counter Nacional, para este subproceso el número de estaciones varía dependiendo del destino, aquí el pasajero debe de pasar por las siguientes estaciones y en el siguiente orden:
  1. Aerocivil.
  2. Revisión de Equipaje de Bodegaje.
  3. Pago de Tasa Aeroportuaria.
  4. Counter.

En todos los vuelos con destino a Suramérica se omite la estación de revisión de equipaje de bodegaje.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Aerocivil	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor
Revisión de Equipaje de Bodegaje	FIFO	Infinita	1 Cola Múltiples Servidores (1 – 4)
Pago de Tasa Aeroportuaria	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor
Counter	FIFO	Infinita	2 Colas Múltiples Servidores (1 – 9)
Ejecutiva Counter (Prioridad a ser atendidos)	FIFO	Infinita	

Tabla 16. Caracterización de colas subproceso 11 (Check-in)

- Preabordaje. Este proceso se realiza en la Sala de Espera Internacional y se identifican las siguientes estaciones.

1. Anfitrión.
2. Escáner.
3. Revisión de Equipaje de Mano.
4. Migración (DAS).
5. Cacheo.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Anfitrión	FIFO	Infinita	1 Cola Múltiples Servidores (1 – 4)
Escáner (filtro de seguridad)	FIFO	Infinita	1 Cola 1 Servidor
Revisión de Equipaje de Mano	FIFO	Infinita	1 Cola Múltiples Servidores (1 – 6)
Migración (DAS)	FIFO	Infinita	1 Cola Múltiples Servidores (1 – 4)
Cacheo	FIFO	Infinita	2 Colas 2 Servidores

Tabla 17. Caracterización de colas subproceso 11 (Pre-abordaje)

**Subproceso 12:** Vuelos Internacionales Counter Nacional tipo Charter. Estos vuelos se caracteriza por el tipo de pasajero el cual corresponde generalmente a

turistas o grupos extranjeros reunidos por algún evento, la características de estos hace que los tiempos de operación sean menores para las diferentes actividades, el proceso de exención de impuestos por Aerocivil es omitido, no se hace entrevista por parte de la Policía Antinarcoóticos, más si se revisa el equipaje de bodegaje en un 100%, el pago de la Tasa Aeroportuaria puede hacerlos el pasajero de manera individual, o bien, puede hacerlo un representante del grupo de viajeros que cancela el total correspondiente a todos los pasajeros, omitiéndose este paso en el proceso, el registro en el Counter también requiere de tiempos de operación menores a los regulares, puesto que ya está preparada la documentación de cada pasajero.

Los procesos en la sala de espera son similares a los vuelos regulares internacionales teniendo como diferencia que para vuelos con destino países de la Comunidad Andina la utilización de una cédula de identificación es suficiente para legalizar la salida del país, haciendo que no sea necesario la revisión y sello de un pasaporte disminuyendo los tiempos de operación en esta locación.

***Caracterización de las colas.*** Este subproceso se divide en dos partes la primera llamada *Check-In* que se realiza en el área de Counter Nacional y el preabordaje que se realiza en la Sala de Espera Internacional.

- Chek-In. Para este subproceso el número de estaciones varía dependiendo del destino, aquí el pasajero debe de pasar por las siguientes estaciones y en el siguiente orden:
  1. Revisión de equipaje de bodegaje.
  2. Pago de tasa Aeroportuaria.
  3. Counter.

En todos los vuelos con destino a Suramérica se omite la estación de revisión de

equipaje de bodegaje.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Revisión de Equipaje de Bodegaje	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 4)
Pago de Tasa Aeroportuaria	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Counter	FIFO	Infinita	2 Colas Múltiples Servidores (1 – 9)
Ejecutiva Counter (Prioridad a ser atendidos)	FIFO	Infinita	

Tabla 18. Caracterización de colas subproceso 12 (Check-in)

- Preabordaje. Para este subproceso el número de estaciones varía dependiendo del destino, aquí el pasajero debe de pasar por las siguientes estaciones y en el siguiente orden:

1. Anfitrión.
2. Escáner (filtro de seguridad).
3. Revisión de Equipaje de Mano.
4. Migración (DAS).
5. Cacheo.

En todos los vuelos con destino a Suramérica se omite la estación de revisión de equipaje de mano.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Anfitrión	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 4)
Escáner (filtro de seguridad)	FIFO	Infinita	1 Cola
			1 Servidor
Revisión de Equipaje de Mano	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 6)
Migración (DAS)	FIFO	Infinita	1 Cola
			Múltiples Servidores (1 – 4)
Cacheo	FIFO	Infinita	2 Colas
			2 Servidores

Tabla 19. Caracterización de colas subproceso 12 (Pre-abordaje)

## **2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOCACIONES Y SUS CONDICIONES**

Se identificaron seis locaciones por las que puede pasar un pasajero dentro de los procesos de embarque y desembarque de vuelos nacionales e internacionales en el Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena, la primera es la “zona de Counters Nacional”, aquí ingresa el pasajero al sistema para el embarque de vuelos que se realizan por medio de aerolíneas nacionales (Avianca, Aires, Aerorepública), la segunda es la “Zona de Counter Internacional”, donde el pasajero ingresa al sistema de embarque de vuelos internacionales, utilizando aerolíneas internacionales (COPA, Air Madrid, Blue Panorama), para esta zona se exceptúan los vuelos de Aerolínea de Antioquia, los cuales se realizan en estas zona, pero son vuelos con destinos nacionales, siendo esta aerolínea nacional también.

La tercera y cuarta zona son las salas de abordaje de vuelos nacionales e internacionales respectivamente. En la tercera zona “Sala de abordaje vuelos nacionales” que se identifican como Puertas 1, 2 y 3, se realizan las actividades de preabordaje y espera del abordaje del vuelo de destino nacional. Caso similar ocurre para las cuarta zona “Sala de abordaje vuelos Internacionales”, para este caso, las pasajeros con destinos internacionales, acceden a las salas identificadas como puertas 4 y 5, aquí se desarrollan las actividades relacionadas con autoridades (Policía Antinarcóticos y DAS) y la espera para lo toma del vuelo con destino internacional. Cabe anotar que las actividades realizadas en las Zonas 3 y 4 se desarrollan después del registro en los counters nacionales e internacionales respectivamente.

La quinta zona es la “Llegada vuelos Nacionales” aquí se inicia el proceso de desembarque de vuelos nacionales y se desarrollan las actividades de toma de equipaje por los pasajeros y también se da la salida del sistema. A esta zona llegan los pasajeros procedentes de vuelos nacionales, exceptuando los vuelos procedentes de San Andrés islas.

La sexta zona es la de “Llegada de vuelos Internacionales”, aquí se inicia el en proceso de desembarque de vuelos Internacionales, se desarrollan las actividades de legalización del ingreso al país, toma de equipaje de pasajeros provenientes de vuelos internacionales y revisión por escáner de equipaje y revisión manual de aquellos que se consideren necesarios. En esta zona también se realiza el desembarque de vuelos provenientes de San Andrés islas.

Las anotaciones realizadas para cada una de las zonas o locaciones identificadas en el AIRN, están basadas en las observaciones que tuvieron los evaluadores de este proyecto en desarrollo de los diferentes procesos estudiados, dichas observaciones corresponden a la distribución de los espacios habilitados para la realización de los mismos.

### **ZONA 1 HALL COUNTERS NACIONAL**

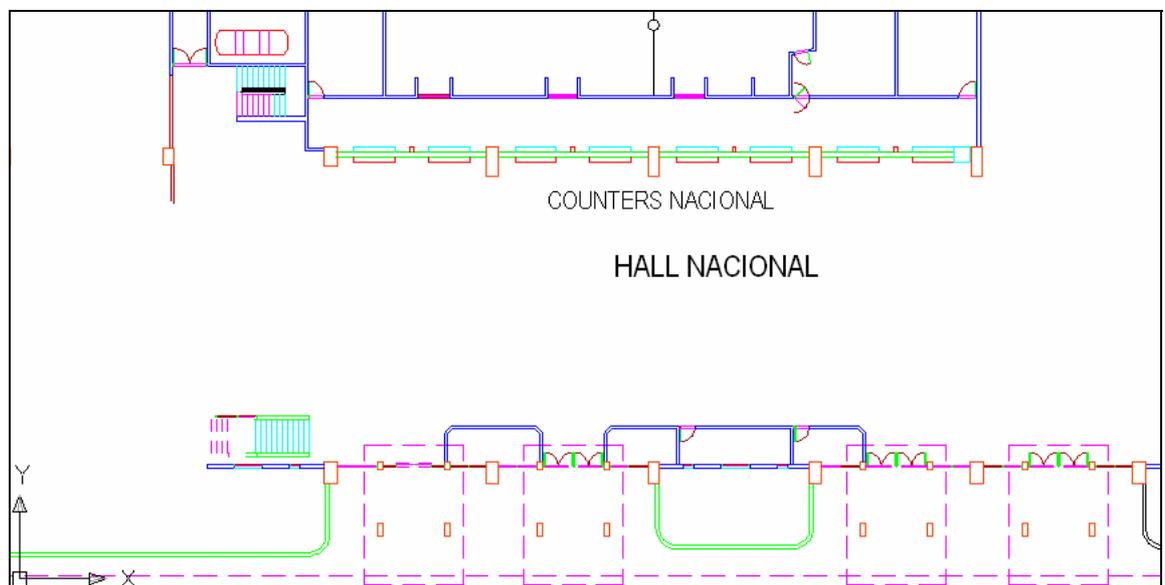


FIGURA 24. Zona Hall Counters Nacionales

**ZONA 2 HALL COUNTERS INTERNACIONAL**

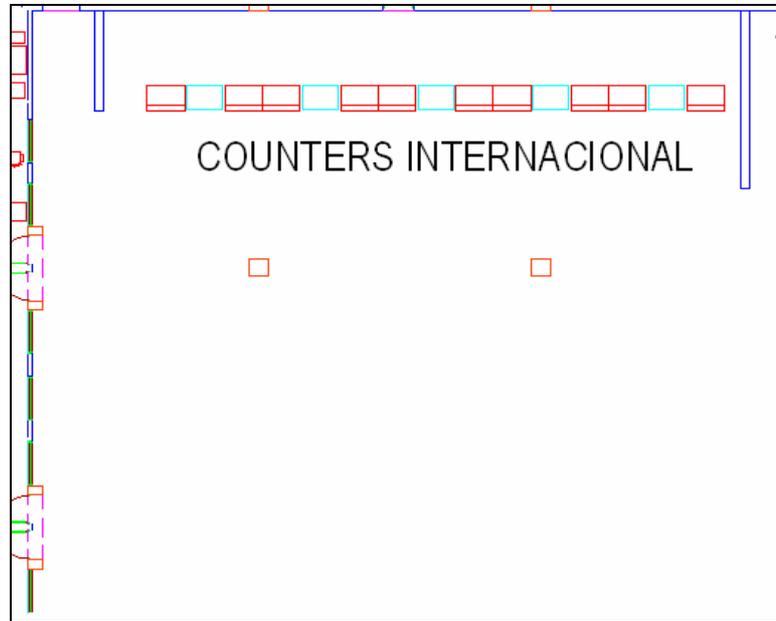


FIGURA 25. Zona Counters Internacional

**ZONA 3 SALA DE ABORDAJE NACIONALES**



FIGURA 26. Zona de Abordaje Nacionales

## ZONA 4 SALA DE ABORDAJE INTERNACIONAL

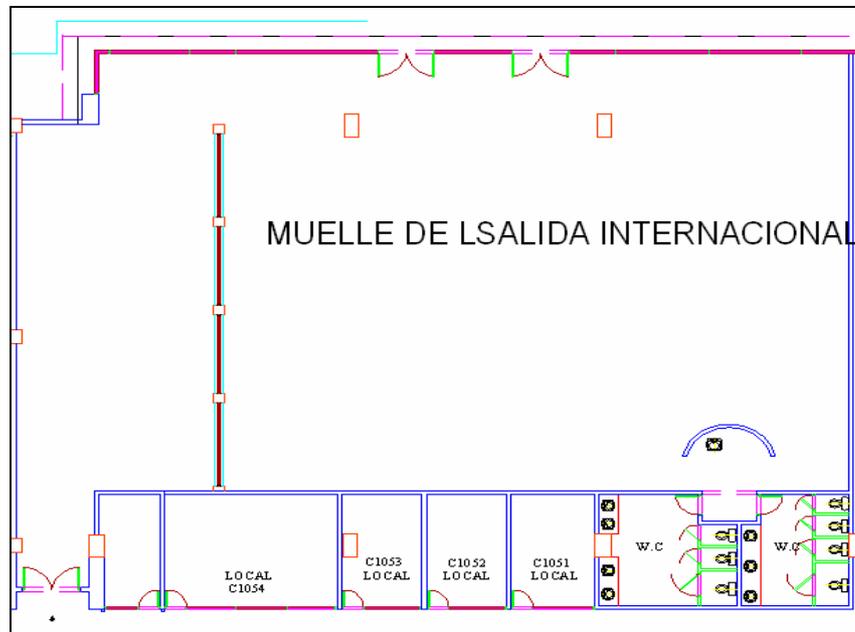


FIGURA 27. Zona de Abordaje Internacional

## ZONA 5 LLEGADAS NACIONALES

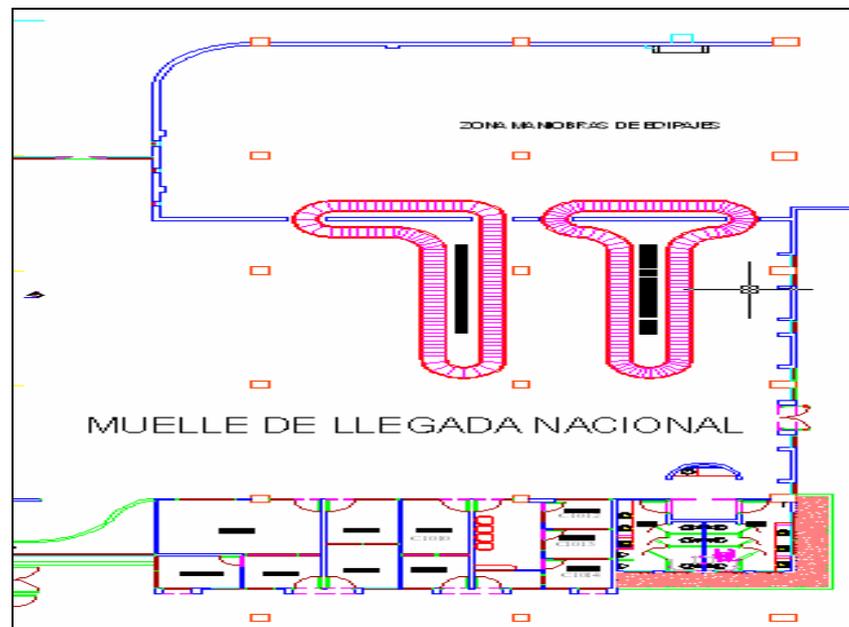


FIGURA 28. Zona Llegadas Nacionales

## ZONA 6 LLEGADAS INTERNACIONALES

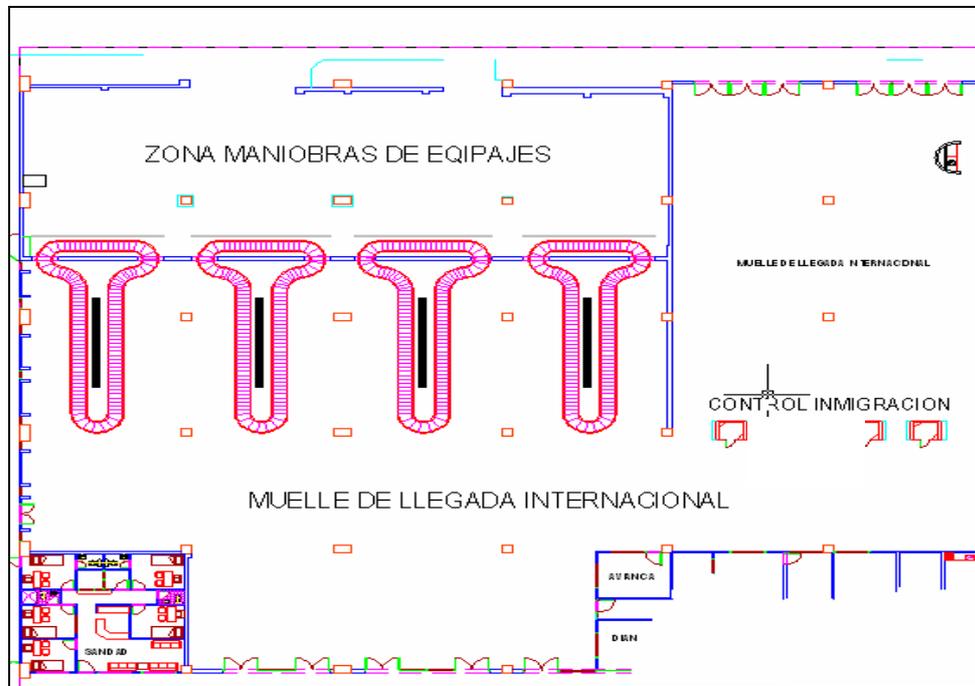


FIGURA 29. Zona Llegadas Internacionales

**2.2.1. Zona Hall Counter Nacional.** Esta zona es el primer contacto que tiene el pasajero de procesos de embarque de vuelos, el pasajero es responsable por determinar las actividades que debe seguir según el proceso. Existen anuncios luminosos que indican los lugares que han sido asignados a cada Aerolínea nacional, pero no hay indicación según los destinos a los que corresponde cada pasajero. No hay ninguna señalización que indique al pasajero el proceso que debe seguir, esto genera en algunos casos desconcierto y generalmente confusión cuando una aerolínea tiene diferentes vuelos en los mismos horarios. Solo en algunos casos existe una persona por parte de las aerolíneas que da indicaciones a pasajeros sobre las colas a las que debe ingresar y esto sólo se da cuando el pasajero ya ha identificado la aerolínea.

Esta zona consta de dos partes, la primera es donde se encuentran los counters

de las aerolíneas, y la segunda es donde se establecen las colas para la atención de los counters y para el desarrollo de las diferentes actividades previas al registro.

Durante las observaciones que se realizaron, se determinó que los espacios para la colas de los diferentes counter, es apenas justa para la cantidad de pasajeros que se manejan, es decir, los espacios no ofrecen ninguna comodidad para el pasajero, solo las distancias suficientes para moverse dentro del sistema, y cuando se presenten eventos de una magnitud mayor a la que se maneja en promedio (es el caso de inicio y terminación de temporadas turísticas altas), las condiciones del sistema se degeneran y causan traumatismos para los pasajeros, solo en algunas ocasiones se observó que los espacios asignados no eran suficientes para los volúmenes manejados, recurriendo a espacios de otras aerolíneas, de igual forma las colas salen de los lugares asignados (que no se encuentran demarcados) para las aerolíneas y toman los pasillos del aeropuerto pasando por zonas comerciales.

Para la atención de vuelos internacionales con destino MIAMI, se habilitan diferentes estaciones. La primera es la estación de Screen, donde colocan tres cubículos de atención, se habilitan 5 mesas metálicas rodeadas por biombos dispuestos en forma de "U" para la revisión manual de equipaje de bodega, por ultimo se habilitan 2 cubículos para el cobro de la tasa aeroportuaria.

Para los demás vuelos de carácter internacional, solo se habilitan cubículos para el cobro de la Tasa Aeroportuaria y mesas metálicas para la revisión de equipaje si se considera necesario.

Las distribuciones de los espacios que tiene asignado cada aerolínea, es flexible y se ajusta según las necesidades que se tengan y las locaciones que quieran habilitar, apoyados en un sistema de separadores de cinta.

La zona donde se encuentran los counters ha sido distribuida para las tres aerolíneas de operación nacional, estas pueden determinar el número de estaciones prestadoras de servicio que requieren para atender un vuelo y habilitarlas según sea más conveniente. Los espacios para operación de las personas que atienden en los counters son suficientes y permiten la utilización de servidores múltiples compartiendo recursos sin crear complicaciones.

**2.2.2. Zona Hall de Counter Internacional.** A esta zona acceden los pasajeros que viajarán por medio de aerolíneas internacionales (COPA y aerolíneas de DESACOL) con destinos internacionales. El primer contacto que tiene el pasajero de procesos de embarque de vuelos, el pasajero es responsable por determinar las actividades que debe seguir según el proceso. Existen anuncios luminosos que indican los lugares que han sido asignados a cada Aerolínea nacional, pero no hay indicación según los destinos a los que corresponde cada pasajero. No hay ninguna señalización que indique al pasajero el proceso que debe seguir, esto genera en algunos casos desconcierto y generalmente confusión cuando una aerolínea tiene diferentes vuelos en los mismos horarios. Solo en algunos casos existe una persona por parte de las aerolíneas que da indicaciones a pasajeros sobre las colas a las que debe ingresar y esto sólo se da cuando el pasajero ya ha identificado la aerolínea.

Esta zona consta de dos partes, la primera es donde se encuentran los counters de las aerolíneas, y la segunda es donde se establecen las colas para la atención de los counters y para el desarrollo de las diferentes actividades previas al registro.

Durante las observaciones que se realizaron, se determinó que los espacios para la colas de los diferentes Counter, es apenas justa para la cantidad de pasajeros que se manejan, es decir, los espacios no ofrecen ninguna comodidad para el

pasajero, solo las distancias suficientes para moverse dentro del sistema, y cuando se presenten eventos de una magnitud mayor a la que se maneja en promedio (es el caso de inicio y terminación de temporadas turísticas altas), las condiciones del sistema se degeneran y causan traumatismos para los pasajeros, solo en algunas ocasiones se observó que los espacios asignados no eran suficientes par los volúmenes manejados, recurriendo a espacios de otras aerolíneas, de igual forma las colas salen de los lugares asignados (que no se encuentran demarcados) para las aerolíneas y toman los pasillos del aeropuerto pasando por zonas comerciales.

Para la atención de vuelos internacionales con destino MIAMI, se habilitan diferentes estaciones. La primera es la estación de Screen, donde colocan tres cubículos de atención, se habilitan 5 mesas metálicas rodeadas por biombos dispuestos en forma de “U” para la revisión manual de equipaje de bodegaje, por ultimo se habilitan 2 cubículos para el cobro de la tasa aeroportuaria. Todas estas estaciones ubicadas en la zona donde se generan las colas para la atención de los counters.

Para los demás vuelos de carácter internacional, solo se habilitan cubículos para el cobro de la Tasa Aeroportuaria y mesas metálicas para la revisión de equipaje si se considera necesario.

Las distribuciones de los espacios que tiene asignado cada aerolínea, es flexible y se ajusta según las necesidades que se tengan y las locaciones que quieran habilitar, apoyados en un sistema de separadores de cinta.

La zona donde se encuentran los counters ha sido distribuida par las tres aerolíneas de operación nacional, estas pueden determinar el número de estaciones prestadoras de servicio que requieren para atender un vuelo y habilitarlas según sea más conveniente. Los espacios para operación de las

personas que atienden en los counters son suficientes y permiten la utilización de servidores múltiples compartiendo recursos sin crear complicaciones.

**2.2.3 Zona Sala de Abordaje Nacional.** Luego de realizar las actividades correspondientes en la zona de counter, los pasajeros con destino nacional se disponen a seguir a esta zona, la cual cuenta con separadores de cinta en la entrada, por donde los pasajeros forman una cola para ingresar al abordaje. Esta zona es de fácil identificación por parte del pasajero, ya que se encuentra señalizada por un aviso luminoso en la parte superior a la entrada de la misma. Los separadores de cinta disponibles para esta parte de la zona, permiten la atención sin inconvenientes para el número de pasajeros que se presenten para vuelos simultáneos. Cuando se tienen vuelos simultáneos se habilita una puerta adicional con el objetivo de que las colas no sean largas y mantener un flujo normal de personas dispuestas a tomar su vuelo.

Ya en el interior de la sala de abordaje, esta zona consta de cuatro partes las cuales son: la parte de escáner y cacheo, revisión de equipaje de mano, la parte de preabordaje y la espera para el abordaje al avión.

En la parte de escáner y cacheo se tiene un espacio suficiente para soportar las colas que forman los pasajeros que esperan ser atendidos. Se cuenta con los elementos necesarios para la realización de esta actividad y en buen estado, tales como canastillas donde se colocan los elementos personales que serán revisadas por el escáner. Esta parte se encuentra demarcada con una línea amarilla la cual indica que se debe esperar que el escáner esté disponible. Cuando se tienen vuelos simultáneos con san Andrés se habilitan los dos escáner que se tienen en esa instalación.

El área disponible para la revisión de equipaje cuenta con dos mesas de madera donde se lleva a cabo esta actividad. También es amplia, es decir, los pasajeros

tienen espacio suficiente para transitar y estar recibiendo la atención.

La parte de preabordaje también cuenta con espacio lo suficientemente amplio para la comodidad de los pasajeros que se encuentran en esta estación. En esta parte se ubican tres cubículos, los cuales son atendidos por cada aerolínea.

En la última parte donde el pasajero espera el abordaje, cuenta con sillas de madera, las cuales sirven de descanso mientras se espera la llamada a abordar el avión. Estas sillas están ubicadas de tal manera que se puede acceder a la rampa sin obstáculo. Cuenta con espaciosos pasillos por donde los pasajeros transitan sin problema. En esta parte pudimos apreciar que su capacidad es suficiente para atender los vuelos que se tengan al mismo tiempo. La zona límite entre la sala y la rampa está demarcada por una línea

En términos generales se puede decir que el espacio habilitado para la realización de las actividades de la sala de abordaje nacional permite llevarlas a cabo teniendo en cuenta que se pueden atender vuelos simultáneos sin obtener como resultado la degeneración de las condiciones del sistema. Cuenta con los elementos necesarios para ofrecer un servicio cómodo a los pasajeros con destino nacional, tales como silletería, aire acondicionado, entre otros. Por lo anterior no se causa trauma cuando se realiza esta actividad.

**2.2.4. Zona Sala de Abordaje Internacional.** En esta sala se cuenta con señalización por medio de un tablero, el cual indica que es la zona de abordaje. Al igual que en la sala de abordaje nacional, en la parte inicial se dispone de un laberinto hecho con separadores de cinta para tener un orden de ingreso a la sala, pero este no es suficiente para la cantidad de pasajeros que ingresan a ésta.

En el interior de esta zona, se complica el espacio disponible ya que entre el escáner y el anfitrión se tiene un espacio que no es el suficiente para las personas

que esperan ser atendidos por el escáner. En ocasiones la cola para escáner se confunde con las personas que están en anfitrión. La parte del anfitrión cuenta con un cubículo de madera para llevar a cabo esta tarea.

Dentro de esta sala de abordaje internacional, también se revisan elementos personales por medio de un escáner. Se tienen canastillas para esta operación como en la sala de abordaje nacional. Los pasajeros atraviesan un arco, el cual detecta materiales metálicos que por ningún motivo son permitidos para abordar al avión.

En la parte de revisión de equipaje de mano se tienen disponibles cuatro mesas colocadas a cada lado del pasillo. En esta parte se observa que no se cuenta con un espacio adecuado para las personas que esperan ser atendidos en esta estación, es decir, el espacio disponible solo puede soportar tres personas en promedio, por esta razón el flujo de personas se ve afectado ya que el proceso del escáner se ve obligado a detener su actividad básicamente por razones de seguridad, debido muchas veces se confunden las personas que están siendo atendidas por antinarcóticos y las que han salido del escáner. Se cuenta con elementos tales como “chuzos” para la debida requisa de los equipajes que en su interior llevan elementos en polvo, gel o crema.

El área de migración, esta limitada por el poco espacio disponible que se tiene, en ocasiones los pasajeros que esperan esta operación se mezclan con otros que están siendo atendidos por antinarcóticos, aunque la parte donde se hacen las operaciones es suficiente. Esta parte de migración posee cuatro cubículos grandes de madera los cuales ocupan gran parte del área que se tiene para esta actividad. Luego en el área de cacheo en términos generales es adecuado el espacio.

Cada una de las partes mencionadas anteriormente, están demarcadas con líneas

que indican “no pase de aquí si esta ocupada la estación siguiente”.

Ya en la parte de espera para abordaje se cuenta con sillas ubicadas por todo el espacio disponible con amplios pasillos para que los pasajeros transiten por ella. Dentro de esta parte se encuentra una tienda de variedades para que el pasajero no perciba el tiempo que debe esperar para poder abordar el vuelo al cual pertenece. Cuando el vuelo internacional es con destino a Miami se ubica un escáner adicional en la parte final de la sala, metros antes de la puerta que comunica con la rampa de abordaje.

De acuerdo a las observaciones realizadas, se puede afirmar que en el momento en que hay vuelos simultáneos el espacio que posee cada estación para llevar a cabo sus actividades, no permite la realización normal de las operaciones, ocasionando traumas en el sistema. Ya que este es estrictamente suficiente para un vuelo aunque en nuestro concepto no soporta un vuelo completo.

**2.2.5. Zona Llegadas Nacionales.** Cuando tenemos una llegada de origen nacional, esta es la zona que primero ven los pasajeros. En términos generales esta zona esta bajo condiciones adecuadas de operación, ya que el espacio disponible para esta locación es amplio y permite atender vuelos simultáneos sin tener traumas en el proceso de desembarque nacional.

Esta zona cuenta con un sistema conformado por dos bandas transportadoras, las cuales son utilizadas para hacer llegar los equipajes de bodega a cada pasajero. En algunas ocasiones la capacidad de estas no es suficiente para atender la cantidad de equipaje que los pasajeros traen.

Los pasillos son amplios para permitir las caminatas de los pasajeros. Estos pasillos poseen sillas plásticas para que los pasajeros esperen cómodamente que su equipaje esté en la banda transportadora.

Esta sala de llegada posee con baños disponibles al uso de los viajeros, que en determinado momento requieran de este servicio. Estos pasajeros también pueden encontrar en esta zona, tanto oficinas de agencias de viaje como oficinas de aerolíneas para hacer los trámites de servicios ofrecidos por estas a los viajeros.

En la parte final de la sala, donde los pasajeros dejan la sala, hay un sistema de cintas para tener control sobre los pasajeros en cuanto a las maletas que recogen de las bandas, es aquí donde se controla que los pasajeros tomen el equipaje que les corresponde. Esta sección de la sala posee amplio espacio en el cual la cantidad de personas que han desembarcado puedan estar en esta locación sin problema alguno y abandonar las instalaciones del AIRN. En la parte superior de la salida hay un aviso luminoso que indica sala de llegada de origen nacional.

**2.2.6. Zona Llegadas Internacionales.** La llegada internacional es similar a la llegada nacional, solo difieren en unas partes requeridas para arribos internacionales como lo son migración y requisa de equipaje manual y con escáner.

Esta locación también cuenta con espacios amplios para cada subproceso identificado como parte de esta zona.

La parte de migración, que es el primer contacto de los pasajeros de origen internacional con el aeropuerto, cuenta (según apreciaciones realizadas por el equipo realizador del proyecto en los diferentes vuelos analizados) con un espacio suficiente para abarcar la cantidad de pasajeros procedentes de origen internacional que hayan arribado de vuelos simultáneos, los cuales pueden o no traer el cupo lleno, es decir, 250 Pax aproximadamente. Para este subproceso se cuenta con cuatro grandes cubículos de madera, los cuales son ocupados cada

uno por dos miembros del DAS. Estos cubículos están separados a una distancia tal que permite el flujo de pasajeros que son atendidos en la estación.

Esta zona cuenta con una casa de cambio que demanda un espacio dentro de la sala, este espacio es suficiente también.

Otra parte de la sala de llegada internacional, es donde se encuentran las bandas transportadoras de equipajes de bodegaje, esta área tiene disponibilidad adecuada de espacio para realizar la espera de las maletas por parte de los pasajeros, aunque en algunas ocasiones se ve un poco congestionada por la cantidad de maletas que trae el vuelo. Esta congestión es formada, en parte, porque los pasajeros no han salido de migración y sus maletas ya están en la banda (solo por mencionar alguna de las observaciones que fueron hechas durante el estudio).

La parte de revisión de ticket está separada de la parte de revisión de equipaje por medio de cinta, donde se forma una pequeña cola. En algunos casos el espacio disponible para esta cola no es suficiente para la cantidad de pasajeros que llegan a la estación.

En el escáner, donde se realiza la revisión de maletas, el espacio es un poco reducido, aunque no se tienen contratiempos en esta parte de la sala, se puede decir que las operaciones en esta parte se realizan en un espacio apenas suficiente en los momentos en que un pasajero lleva un número de maletas superior a 6.

Para la revisión manual de maletas, se cuenta con cuatro mesas de madera ubicadas en un área extensa que permite la circulación sin problemas de los pasajeros, es decir, la realización de la actividad de revisión manual de equipaje no obstruye las demás actividades propias de esta zona.

No se tienen señalizados los puestos de operaciones debido a que la distribución de la zona obliga al pasajero a tomar la única salida de esta. En la parte de la puerta se tiene un aviso luminoso que informa de existencia de la sala de llegada internacional.

## **CAPITULO 3: PARAMETRIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE COLA**

### **3.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Con los diferentes procesos, subprocesos y actividades ya identificados, se procede a determinar prioridades para la recolección de datos, al igual que se establecen documentos para la recolección de la información y se determinan momentos de inicio y finalización de las actividades con el fin de medir de la misma manera los datos de los tiempos, aunque sean tomados por personal diferente (ver Anexo C). El método utilizado para la utilización del cronometro fue el del cronometro sin vuelta a cero o del reloj corriendo, que consiste en realizar las tomas de tiempo en el momento que ocurren, para luego por medio de operaciones aritméticas realizar los cálculos de los datos de interés para el observador.

Para realizar la toma de tiempo se definieron el inicio y fin de las operaciones de la estaciones a observar de la siguiente manera:

- Tiempo de Caminata de Llegada: Comienza cuando el pasajero abandona el avión, baja las escaleras y camina por la pasarela de transito en plataforma, y termina cuando el pasajero llega a la sala de llegada correspondiente (Nacional o Internacional).
- Tiempo en Banda de Recolección de Equipaje (Llegadas): Comienza cuando el pasajero se coloca en frente o cerca de la banda transportadora de maletas, a esperar su maleta, y termina cuando el pasajero recoge su maleta y se dispone a salir de la sala de llegadas.

- Tiempo de Escáner (Llegadas): comienza cuando el pasajero o el ayudante del pasajero coloca la maleta en la banda de entrada del escáner, y termina cuando uno de estos individuos retira la maleta de la banda de salida del escáner.
- Tiempo de Revisión Manual de Equipaje (Aplica para todas las actividades de revisión manual de equipaje): comienza cuando el pasajero coloca la maleta sobre la mesa de revisión y termina cuando el pasajero retira su maleta de la mesa de revisión y se dispone a abandonar el lugar de revisión de equipaje.
- Tiempo Escaner (Sala de Espera): comienza cuando el pasajero coloca sus pertenencias y/o equipaje de mano en la banda de entrada del escáner y termina cuando retira sus pertenencias y/o equipaje de mano en la banda de salida del escáner.
- Tiempo de Cacheo: comienza cuando el pasajero se coloca enfrente del funcionario de la PONAL o Policía Antinarcótics, y termina cuando el funcionario de las autoridades le informa que termino la actividad.

Para las siguientes estaciones el tiempo de inicio de operación se considera que es cuando el pasajero se coloca enfrente de la persona o del lugar físico donde se presta el servicio y que termina cuando la persona abandona este lugar. Las estaciones son:

- ✓ Migración DAS (Llegadas).
- ✓ Revisión de Ticket.
- ✓ Aerocivil.
- ✓ Screen.
- ✓ Entrevista Antinarcótics.

- ✓ Pago de Tasa Aeroportuaria.
- ✓ Counter
- ✓ Anfitrión de Sala de Espera.
- ✓ Revisión de Pasabodo.
- ✓ Migración DAS (Sala de Espera).

La toma de datos se planificó para 8 semanas en las cuales apoyados por las programaciones entregadas de llegadas y salida de vuelos se determinó y ejecutó un plan de acción buscando recolectar la mayor cantidad de datos posibles de los tiempos de operación de las estaciones de los sistemas definidos. También se hizo especial énfasis y seguimiento en las operaciones relacionadas con los vuelos internacionales por requerimientos de SACSA.

### **3.2 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Los datos que se tomaron fueron sistematizados por medio de archivos planos en documentos de hojas de cálculo, los cuales permiten su manipulación, seguidamente se analizaron por medio de gráficos de dispersión y se filtraron para evitar incluir datos erróneos (ver Anexo Datos en la carpeta de Datos del CD adjunto al trabajo).

Con los datos ya establecidos para cada actividad, se ingresaron al software Statfitt 2.0.0 donde se determinaron todas las características descriptivas de los datos como media, desviación, etc (ver Anexo B).

El software arroja la distribución de probabilidad a la cual mejor se ajustan los datos, y esta será el parámetro para describir el comportamiento de los tiempos de operación de cada actividad.

### **3.3 PARAMETRIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN**

A cada tiempo de operación se le determinó una medida de tendencia central llamada media y una desviación llamada desviación estándar. Junto con esta se establecieron los valores mínimos y máximos observados y una gráfica que muestra el ajuste del parámetro a la distribución de probabilidad de los tiempos de operación tomados (ver anexo B)

### **3.4 VALIDACIÓN DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN**

La validación de los datos obtenidos se realizó mediante diferentes reuniones realizadas con los diferentes actores de los procesos, donde se aprobaron la mayoría de ellos mientras algunos debieron ser revisados y corregidos por el equipo de trabajo, como fueron los tiempos de revisión de equipaje por parte de Antinarcóticos para vuelos tipo charter, los tiempos de ciclo para el proceso de embarque con destino Miami, la tasa de atención del segundo filtro de seguridad para la salida de vuelos con destino Miami, entre otros parámetros.

Lo anterior conllevó al equipo de trabajo a una toma adicional de datos que permitieran la validación de los ya procesados.

### **3.5 SOFTWARE UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN**

El software utilizado para la simulación de los procesos de embarque y desembarque de pasajeros en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, fue el software ProModel, el cual es uno de los paquetes de simulación más conocidos en el ámbito internacional y ha sido utilizado con éxito por muchas empresas líderes en los mercados internacionales, como General Electric, DuPont, Ford, Michelin, 3M, Boeing, IBM, Coca-Cola, Dell Computer, Siemens, Nokia, Whirlpool,

Motorola y muchas más. ProModel, como software de simulación, es una herramienta sencilla de utilizar para la que no se necesita ser un programador, aunque sí el dominio de requerimientos de especificaciones en su propio lenguaje de programación y conocimientos de simulación.

Una de las ventajas del software ProModel, es que permite animar el modelo del sistema representado y ser una herramienta de comunicación muy válida y potente para transmitir el comportamiento de distintos escenarios evaluados a las áreas de una organización relacionadas con un sistema. Su flexibilidad y manejo de un ambiente de trabajo tipo ventana, le permite al usuario su fácil interacción con el mismo para la manipulación de variables susceptibles de evaluación en la construcción de escenarios.

El paquete de simulación de ProModel incluye, además del software básico, una serie de herramientas adicionales para garantizar el éxito en su implantación. Una de estas herramientas es el Statfit 2.0.0, el cual permite hacer en forma rápida y sencilla todo un análisis estadístico con fines descriptivos de un grupo de datos, también realiza tres tipos de prueba para determinar el nivel de ajuste de una distribución de probabilidad con respecto al comportamiento de un grupo de datos, para final mente generan un parámetro que puede ser incluido en el software de simulación ProModel®.

### **3.6 CARACTERIZACIÓN DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

A continuación se enuncian las características de los modelos de simulación contruidos en ProModel para evaluar la situación actual de los sistemas de embarque y desembarque de pasajeros en el AIRN.

Los modelos construidos para el análisis de la situación actual se encuentran en el CD adjunto al trabajo en la carpeta Modelos de Simulación.

Los modelos donde se analiza la situación actual son los siguientes.

### **1) Llegada Nacional.**

Este modelo simula el proceso de desembarque Nacional con excepción de San Andrés, teniendo en cuenta:

- ✓ Tiempo de Caminata del Avión a Sala de Espera.
- ✓ Porcentaje de Pasajeros que solo llevan Equipaje de Mano o no llevan Equipaje (10%)
- ✓ Tiempo de Espera en la Banda transportadora de maletas.
- ✓ Tiempo de Operación Revisión de Ticket.

### **2) Nacional San Andrés**

- ✓ Tiempo de Caminata del Avión a Sala de Espera, definido por un ciclo de llegada a la sala de espera.
- ✓ Porcentaje de Pasajeros que solo llevan Equipaje de Mano o no llevan Equipaje (10%)
- ✓ Tiempo de Espera en la Banda transportadora de maletas.
- ✓ Tiempo de Operación Revisión de Ticket.
- ✓ Tiempo de Operación Escáner.
- ✓ Tiempo de Operación Revisión Manual de Equipaje.

### **3) Llegada Internacional**

Este modelo simula el proceso de desembarque Internacional, teniendo en cuenta:

- ✓ Tiempo de Caminata del Avión a Sala de Espera, definido por un ciclo de llegada a la sala de espera.
- ✓ Tiempo de Operación Migración
- ✓ Porcentaje de Pasajeros que solo llevan Equipaje de Mano o no llevan Equipaje (5%)
- ✓ Tiempo de Espera en la Banda transportadora de maletas.
- ✓ Tiempo de Operación Revisión de Ticket.
- ✓ Tiempo de Operación Escáner.
- ✓ Tiempo de Operación Revisión Manual de Equipaje.

*El subproceso 3. No fue modelado porque no se registró la ocurrencia del evento llegada de pasajeros de conexión, por esto no se pudo observar su comportamiento y tampoco se considero este evento para incluirlo dentro de los modelos de simulación.*

#### **4) Salidas Nacionales Counter**

Este modelo simula el proceso de embarque Nacional con pasajeros de conexión, teniendo en cuenta:

- ✓ Tiempo entre Llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de una hora.
- ✓ Porcentaje de pasajeros que pasan a la Revisión Manual de Equipaje de Bodegaje, pasajeros de conexión (10%).
- ✓ Tiempo de Operación de Requisa Manual de Equipaje de Bodegaje.
- ✓ Tiempo de Operación de Counter pasajeros individual.
- ✓ Tiempo de Operación de Counter pareja de pasajeros.
- ✓ Numero de pasajero que llegan Individuales y pasajeros que llegan en grupo. (esto es a criterio del evaluador del modelo).

## **Salidas Nacionales Sala de Espera**

Este modelo simula el proceso de embarque Nacional con pasajeros de conexión, teniendo en cuenta:

- ✓ Tiempo entre Llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de una hora.
- ✓ Tiempo de Operación Anfitrión.
- ✓ Tiempo de Operación Filtro de Seguridad.
- ✓ Porcentaje de pasajeros que pasan a la Revisión Manual de Equipaje de Mano, pasajeros de conexión (10%).
- ✓ Tiempo de Operación Revisión de Manual de Equipaje de Mano.
- ✓ Tiempo de Operación de Revisión Pasabordo.
- ✓ Todos los pasajeros ingresan de forma individual a la Sala de Espera

*Los procesos de Embarque Nacional con destino San Andrés, Counter y Sala de Espera, se pueden simular haciendo el cambio en los modelos sobre los porcentajes de pasajeros que pasan a Revisión Manual de Equipaje de Bodegaje en el modelo de Counter y el porcentaje de pasajeros que pasan a Revisión Manual de Equipaje de Mano en el modelo de Sala de Espera, a un 100% de los pasajeros que pasan por el sistema.*

## **5) Charter Internacional Avianca**

Para este modelo se eligió evaluar al modelo de Charter de Avianca, debido a que fue el único vuelo charter que tuvo ocurrencia y fue al que se le hicieron las observaciones. Para este tipo de vuelos las Aerolíneas se ponen de acuerdo con las agencias de viajes y los hoteles para coordinar la llegada de los pasajeros al terminal aéreo. Este modelo tiene en cuenta:

- ✓ Las Llegadas se programan cada 10 minutos, de un número aproximado de

30 pasajeros.

- ✓ Se considera que llegan 15 parejas de pasajeros, debido a que las parejas se pasajeros son el común denominador de los Charter.
- ✓ Tiempo de Operación de Revisión de Equipaje de Bodegaje.
- ✓ Tiempo de Operación de Pago de Tasa.
- ✓ Tiempo de Operación Counter.

### **Sala de Espera**

- ✓ Tiempo entre Llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de una hora y 15 minutos.
- ✓ Tiempo de Operación Anfitrión.
- ✓ Tiempo de Operación Filtro de Seguridad.
- ✓ Todos los pasajeros pasan a la Revisión Manual de Equipaje de Mano.
- ✓ Tiempo de Operación Revisión de Manual de Equipaje de Mano.
- ✓ Tiempo de Operación Migración DAS
- ✓ Tiempo de Operación Cacheo.
- ✓ Todos los pasajeros ingresan de forma individual a la Sala de Espera

### **6) Vuelo Internacional DESACOL**

Este modelo simula el proceso de atención de los vuelos atendidos por la compañía DESACOL, que es la única que utiliza un escáner para la revisión de Equipaje de Bodegaje y así disminuir el número de pasajeros que pasan a Revisión de Equipaje Manual, Este modelo tiene en cuenta:

- ✓ Tiempo entre Llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de una hora y 30 minutos.
- ✓ Todos los pasajeros llegan de forma Individual.
- ✓ Tiempo Operación Aerocivil.

- ✓ Tiempo Operación Escáner.
- ✓ Tiempo Operación Entrevista Antinarcoáticos
- ✓ El 70 % de los pasajeros pasan a Revisión de Equipaje de Bodegaje.
- ✓ Tiempo de Operación de Revisión de Equipaje de Bodegaje.
- ✓ Tiempo de Operación de Pago de Tasa.
- ✓ Tiempo de Operación Counter.

### **Sala de Espera**

- ✓ Tiempo entre Llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de una hora y 15 minutos.
- ✓ Tiempo de Operación Anfitrión.
- ✓ Tiempo de Operación Filtro de Seguridad.
- ✓ Todos los pasajeros pasan a la Revisión Manual de Equipaje de Mano.
- ✓ Tiempo de Operación Revisión de Manual de Equipaje de Mano.
- ✓ Tiempo de Operación Migración DAS
- ✓ Tiempo de Operación Cacheo.
- ✓ Todos los pasajeros ingresan de forma individual a la Sala de Espera

### **7) Vuelo Panamá COPA.**

Este modelo simula el proceso de embarque Internacional con destino Panamá de la Aerolínea COPA, teniendo en cuenta:

- ✓ Tiempo entre llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de una hora y 30 minutos.
- ✓ Todos los pasajeros llegan de forma Individual.
- ✓ Tiempo Operación Aerocivil.
- ✓ Tiempo Operación Entrevista Antinarcoáticos
- ✓ Todos los pasajeros pasan a Revisión de Equipaje de Bodegaje.

- ✓ Tiempo de Operación de Revisión de Equipaje de Bodegaje.
- ✓ Tiempo de Operación de Pago de Tasa.
- ✓ Tiempo de Operación Counter.

### **Sala de Espera**

- ✓ Tiempo entre Llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de una hora y 40 minutos.
- ✓ Tiempo de Operación Anfitrión.
- ✓ Tiempo de Operación Filtro de Seguridad.
- ✓ Todos los pasajeros pasan a la Revisión Manual de Equipaje de Mano.
- ✓ Tiempo de Operación Revisión de Manual de Equipaje de Mano.
- ✓ Tiempo de Operación Migración DAS
- ✓ Tiempo de Operación Cacheo.
- ✓ Todos los pasajeros ingresan de forma individual a la Sala de Espera

### **8) Vuelo Miami Avianca.**

Este modelo simula el proceso de embarque Internacional con destino Miami de la Aerolínea Avianca, este modelo tiene en cuenta lo siguiente:

- ✓ Tiempo entre llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de dos horas.
- ✓ Un 73% de los pasajeros llega en parejas y el 27% restante llega de manera individual.
- ✓ Un 70% de los pasajeros pasa por la estación de aerocivil
- ✓ Tiempo Operación Aerocivil.
- ✓ Tiempo Operación Entrevista Antinarcóticos
- ✓ Un 70% de los pasajeros pasa por la estación de Revisión de Equipaje Manual.
- ✓ Tiempo de Operación de Revisión de Equipaje de Bodegaje.

- ✓ Tiempo de Operación de Pago de Tasa.
- ✓ Tiempo de Operación Counter para un pasajero.
- ✓ Tiempo de Operación Counter para una pareja de pasajeros.

### **Sala de Espera**

- ✓ Tiempo entre Llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de una hora y 40 minutos.
- ✓ Tiempo de Operación Anfitrión.
- ✓ Tiempo de Operación Filtro de Seguridad.
- ✓ Todos los pasajeros pasan a la Revisión Manual de Equipaje de Mano.
- ✓ Tiempo de Operación Revisión de Manual de Equipaje de Mano.
- ✓ Tiempo de Operación Migración DAS
- ✓ Tiempo de Operación Cacheo.
- ✓ Todos los pasajeros ingresan de forma individual a la Sala de Espera
- ✓ Tiempo de Operación Escáner Final (Antes de Abordar el Avión).

## CAPITULO 4: ANÁLISIS SITUACIONAL PROCESOS DE COLA

### 4.1 MODELO VUELO A MIAMI - AVIANCA

Los datos que se muestran a continuación son el resultado de 30 corridas de simulación del modelo 01. El número de personas atendidas es de 147 PAX que corresponde a 100% de los pasajeros (cupó máximo de los aviones utilizados para este tipo de vuelos), quiere decir que el sistema es capaz de atender a todos los pasajeros. Las entidades se caracterizaron como pasajeros individuales (27%) y grupo de pasajeros (parejas) (73%). El tiempo utilizado para esto es de 174 minutos, equivalente a 2 horas y 54 minutos, que también correspondería a las 8:24 a.m. suponiendo que el counter es abierto a las 5:30 a.m. como ocurre habitualmente.



FIGURA 30. Estado de las locaciones Modelo Vuelo a Miami - Avianca

La figura 30 muestra que la locación con mayor porcentaje de ocupación es la de Counter, cuyo porcentaje de ocupación esta cerca del 80% del total de la corrida, seguido muy cerca por las estaciones asignadas para pagos y con tiempos de holgura suficientes para la actividad de screen y revisión de equipaje, la estación de Aerocivil, muestra el porcentaje de inactividad más elevado de todos. Se presentan pequeños bloqueos en las diferentes locaciones, esto debido a la variabilidad del proceso que puede hacer que en cualquier momento cualquier locación pueda convertirse en un cuello de botella. El único bloque significativo se muestra en la estación de entrada, correspondiente a los pasajeros que están haciendo cola para ingresar al sistema iniciando por la actividad de screen, este bloqueo equivale a las largas colas que se forman en ocasiones. La grafica nos ayuda a concluir que el sistema esta balanceado entre las diferentes actividades, es decir, que las relaciones de tiempos de operación y personal disponible para la atención hacen que la variabilidad de la forma en que llegan los pasajeros sea absorbida por el sistema y balanceada a una duración de 2 horas y 50 minutos.

## INDICADORES

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes indicadores asociados al modelo de simulación en el software ProModel:

VARIABLE	Situación Actual		
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
tc aerocivil*	0,62	4,82	1,88
tc screen*	1,06	24,29	10,68
tc antinarcotico*	0,39	28,81	11,00
tc pagos*	1,06	16,21	6,71
tc counter*	2,38	38,38	14,69
tc sistema*	10,74	81,75	<b>44,66</b>
th aerocivil*	0,12	0,31	0,23
th screen*	0,21	1,21	0,98
th antinarcotico*	0,15	1,07	0,84
th pagos*	0,12	1,00	0,77

th counter*	0,08	0,87	0,65
th sistema*	0,06	0,87	<b>0,65</b>
wip aerocivil*	0,00	3,50	1,02
wip screen*	0,00	30,77	14,54
wip antinarcotico*	0,00	24,27	13,72
wip pagos*	0,00	14,43	7,67
wip counter*	0,00	29,10	15,66
wip sistema*	0,00	74,13	<b>44,03</b>

Tabla 20. Indicadores Modelo Miami-Avianca

Los resultados de los tiempos de atención muestran que Counter, Pagos y Antinarcóticos, son las operaciones más lentas del sistema respectivamente, indicando que cualquier esfuerzo por mejorar debe empezar por estas locaciones e ir haciéndose mancomunadamente, por que el mejorar cualquiera de estas, las exigencias para el resto de operaciones será mayor y no generaran los resultados esperados.

Los tiempos de ciclo más altos son los de Counter y Antinarcóticos respectivamente, esta variable es percibida directamente por el pasajero dándole prioridad a determinar formas y estrategias que permitan la disminución de estos dos tiempos de operación primero que cualquier otro. Esto podría lograrse de dos formas, aumentando la capacidad locativa del sistema con un mayor número de servidores o incluyendo cambios tecnológicos en el proceso que permitan la disminución de los tiempos de operación. En el capítulo 5 se puede evidenciar profundamente cada una de las alternativas planteadas en este párrafo.

La búsqueda de herramientas para la disminución de los tiempos de ciclo se fortalece cuando se analiza la variable “personas en el sistema” (WIP), de acuerdo a observaciones realizadas se determina que 40 personas en promedio para el sistema es un número alto teniendo en cuenta las restricción actuales de espacios. Al disminuir los tiempos de ciclo las personas fluirán más rápidamente, provocando que estén menos personas dentro del sistema para ser atendidas y por consiguiente se tendrá menor tiempo en cola.

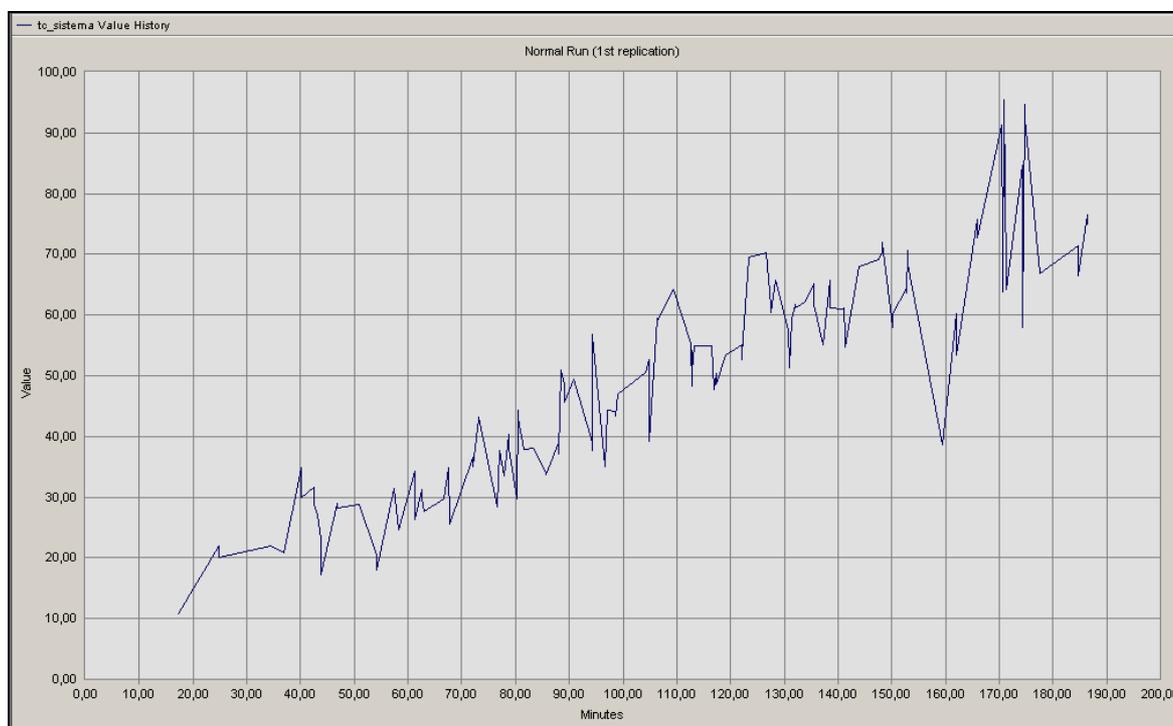


FIGURA 31. Tiempo de Ciclo Modelo Vuelo a Miami – Avianca

El comportamiento del tiempo de ciclo trata de buscar una tendencia, pero la variabilidad de los tiempos de operación y las actividades, en especial la selección de equipaje para revisar, junto con la tendencia de llegada de los pasajeros, hace que en las condiciones actuales no sea imposible que la variable pueda mostrar un comportamiento con tendencia claramente definida.

El pico que muestra la grafica es el tiempo máximo de espera de un pasajero y hace referencia a aquel que llegó con el sistema en su máxima congestión, fue seleccionado para revisar su equipaje, mostró perfil de tráfico de elementos prohibidos, y requirió altos tiempos de atención en el counter.

Es necesario buscar la estabilidad del comportamiento de esta variable, ya que es la de mayor percepción por el cliente, y puede causar mayores inconformismos, ya

que puede ver como una persona es atendida en 30 minutos mientras su atención puede durar más de 1 hora, este caso también puede ocurrir con el viajero frecuente y notar diferencias en los tiempos de operación entre un vuelo y otro.

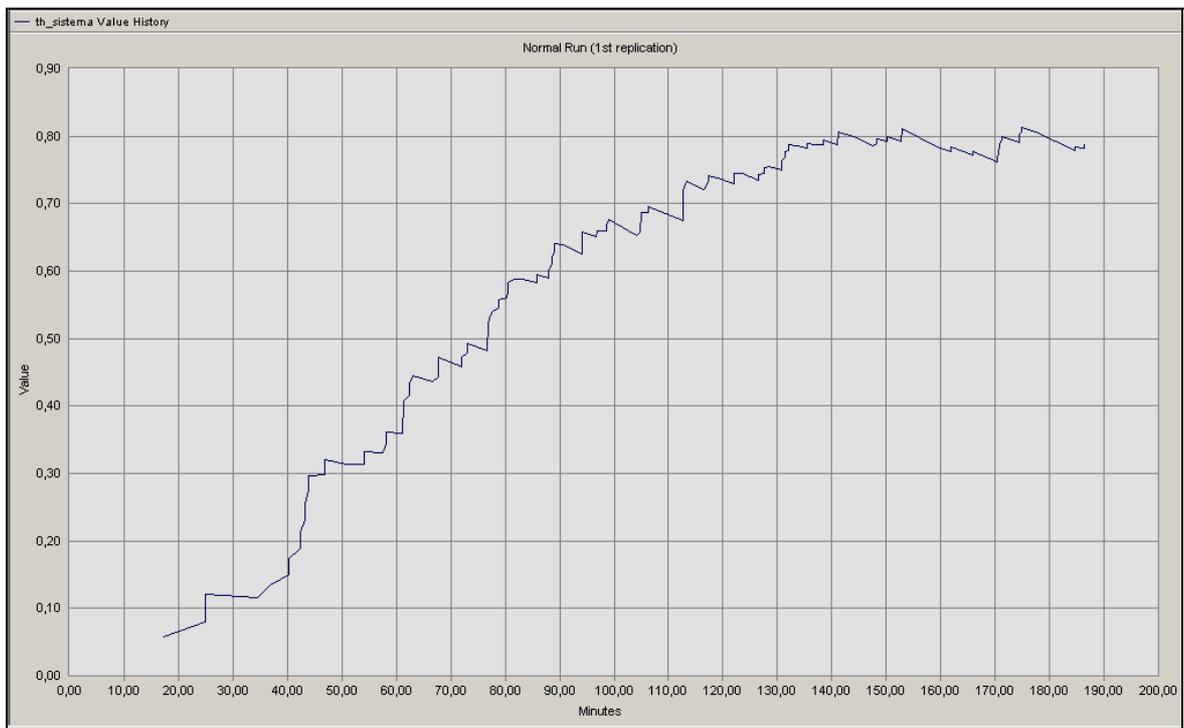


FIGURA 32. Tasa de Atención Modelo Vuelo a Miami – Avianca

El comportamiento de esta variable comienza haciendo un ascenso, lo cual es normal, pero el ascenso no es estable y debido a que las llegadas de los pasajeros no son suficientes para lograr llevar al sistema a un ritmo de trabajo, solo cuando el sistema se encuentra saturado de pasajeros para ser atendidos, se muestra una tendencia en el comportamiento que sin embargo sigue mostrando una inestabilidad que ya no es referente al pasajero, sino a la variabilidad de los tiempos de operación y las características de las actividades.

Esta tasa de atención está altamente ligada la forma en que llegan los pasajeros pues son los que garantizan la ocupación del sistema, y se puede afirmar que en

promedio el sistema no alcanza a atender a una persona por minuto.



FIGURA 33. Número de personas en el sistema Modelo Vuelo a Miami – Avianca

La figura nos muestra como los pasajeros se van acumulando en el sistema demandando atención, el comportamiento de la variable no es atípico, es decir, no posee cambios bruscos y muestra su incremento a medida que llegan los clientes y como van saliendo del sistema a medida que son atendidos. El pico de la gráfica muestra el momento de mayor congestión en el sistema, en el cual está en mayor número de personas, y este va desocupándose paulatinamente hasta atender a todos los pasajeros. También podemos apreciar el número máximo de personas en el sistema que puede llegar a ser de más de 60 personas.

#### 4.2 MODELO VUELO CHARTER INTERNACIONAL

Los datos que se muestran a continuación son el resultado de 30 corridas de

simulación del modelo 02. El número de personas atendidas es de 150 PAX que corresponde a 100% de los pasajeros, cuyas llegadas y tiempos de atención se caracterizaron en parejas, y se concluye que el sistema es capaz de atender a todos los pasajeros, el tiempo utilizado para esto es de 85 minutos, equivalente a 1 hora y 25 minutos, que también corresponde a 1 hora y 35 minutos antes de salir el vuelo suponiendo que el counter se abre 3 horas antes de la salida del vuelo como la normativa lo indica.

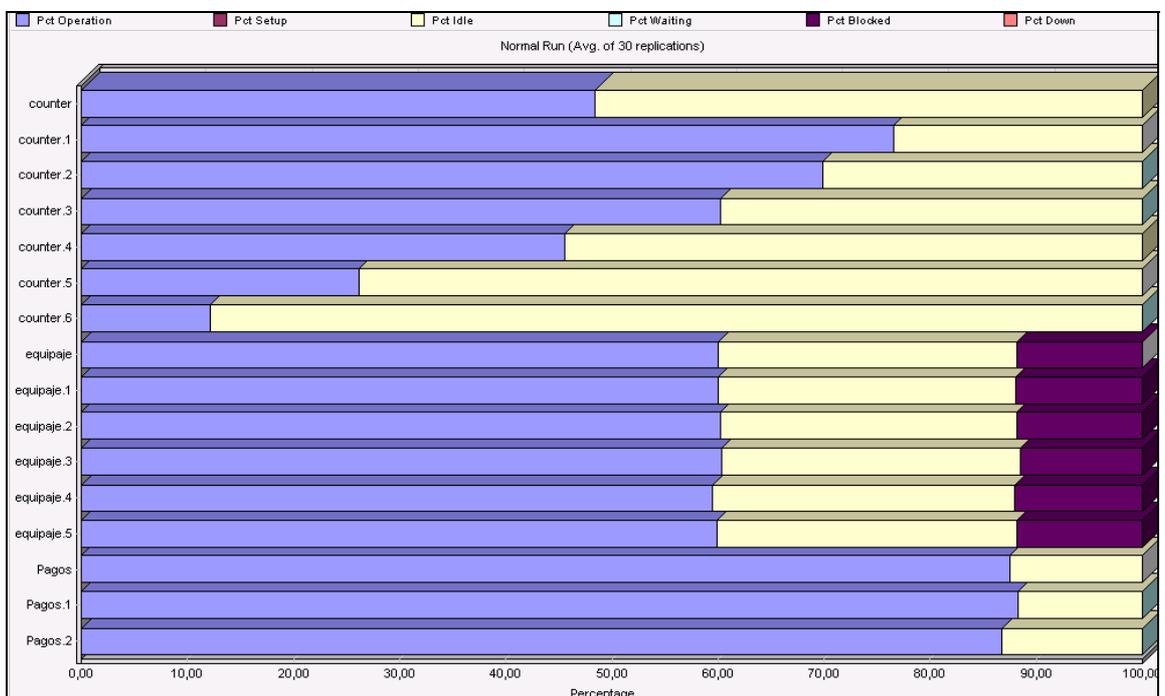


FIGURA 34. Ocupación de las Locaciones Modelo Vuelo Charter Internacional

La figura 34 muestra las locaciones de counter con una ocupación del 50%, mientras pagos muestra una ocupación cercana al 90%, y es seguido por revisión de equipaje con un 70%. Los resultados mostrados por este modelo indican que actualmente se está subutilizado un recurso en el counter, ya que el ritmo del resto de operaciones, especialmente la de pagos, es mucho menor. Se notan claros bloqueos a la estación de revisión de equipaje por parte de la estación destinada para los pagos. Esto se da por que las unidades disponibles para la operación

más lentas no son suficientes para balacear el sistema, y por el tipo de llegada que tiene este tipo de vuelos charter, siempre se garantizan unidades disponibles para ser atendidas.

Es importante de este modelo identificar las metodologías utilizadas por el counter para la atención, ya que esta es la operación más lenta de otros modelos y para este los tiempos de operación se reducen significativamente dando posiblemente estrategias para implementar en los demás procesos.

## INDICADORES

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes indicadores asociados al modelo de simulación en el software ProModel:

VARIABLE	Situación Actual		
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
tc antinarcotico*	2,09	36,80	15,47
tc pagos*	2,45	19,31	11,69
tc counter*	2,17	15,30	4,90
<b>tc sistema*</b>	<b>7,91</b>	<b>55,92</b>	<b>31,06</b>
th antinarcotico*	0,95	2,51	2,02
th pagos*	0,48	1,58	1,38
th counter*	0,26	1,48	1,22
<b>th sistema*</b>	<b>0,26</b>	<b>1,48</b>	<b>1,22</b>
wip antinarcotico*	0,00	56,87	28,50
wip pagos*	0,00	23,67	17,37
wip counter*	0,00	13,53	6,95
<b>wip sistema*</b>	<b>0,00</b>	<b>85,47</b>	<b>46,08</b>

Tabla 21. Indicadores Modelo charter-internacional

Los tiempos de operación del sistema están en promedio de 31 minutos, lo cual es un indicador bueno, todas las tasas de atención tienen valores superiores a 1 lo que indica que cada una de las actividades y el sistema en general son capaces de atender a un pasajero en por lo menos en un minuto. El Tiempo de Ciclo de

Antinarcóticos es el más elevado, pero este se da por que incluye los tiempos de espera en la cola para entrar al sistema y la forma de las llegadas que es por lote hace que se formen colas de manera muy rápida.

Para mejorar este sistema será necesario enfocar los esfuerzos en la parte de pagos que actualmente es la operación cuello de botella y bloquea significativamente la operación anterior.

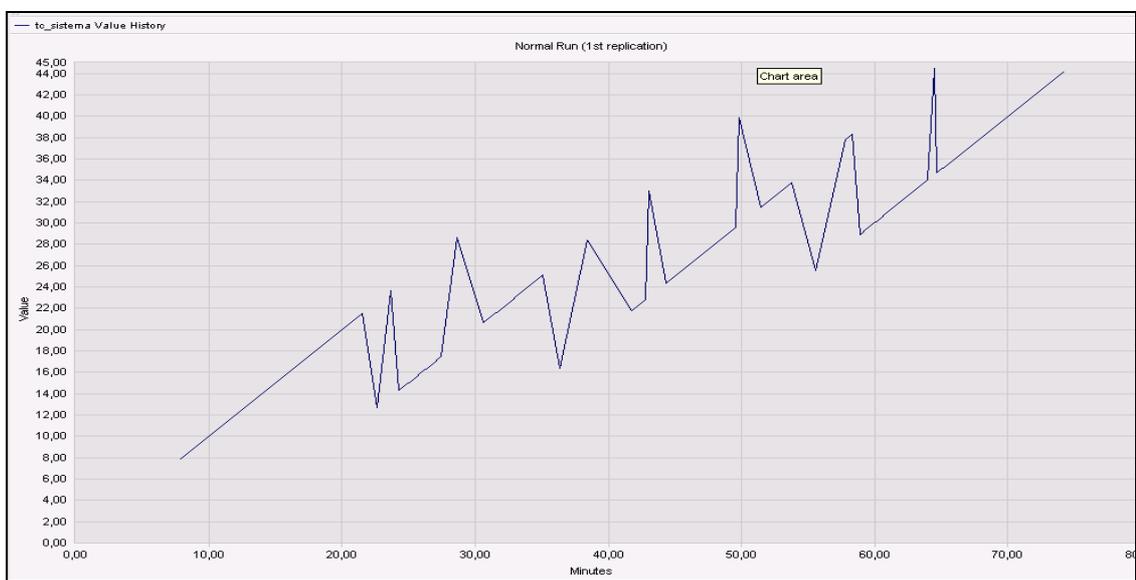


FIGURA 35. Tiempo de Ciclo Modelo Vuelo Charter Internacional

La variable Tiempo de Ciclo, muestra líneas de tendencia en los tiempos de espera de los pasajeros sujetas a su forma de llegadas, pero estas tendencias son cortadas por los bloqueos que causa la operación de pago de la Tasa Aeroportuaria y genera los picos que se dan en la gráfica. Este tipo de vuelos tiene la ventaja de que las llegas de los pasajeros no son eventos independientes como lo son en los vuelos, esto debe ser aprovechado para darle al proceso la estabilidad que se requiere.

La figura 35, también muestra una tendencia al aumento en los Tiempos de Ciclo, y esto se debe a que cuando se dan las llegadas, aun no han sido evacuado todas

los pasajeros que llegaron en el lote anterior, haciendo que la nueva llegada deba esperar a que se desocupe el grupo que esta siendo atendido.

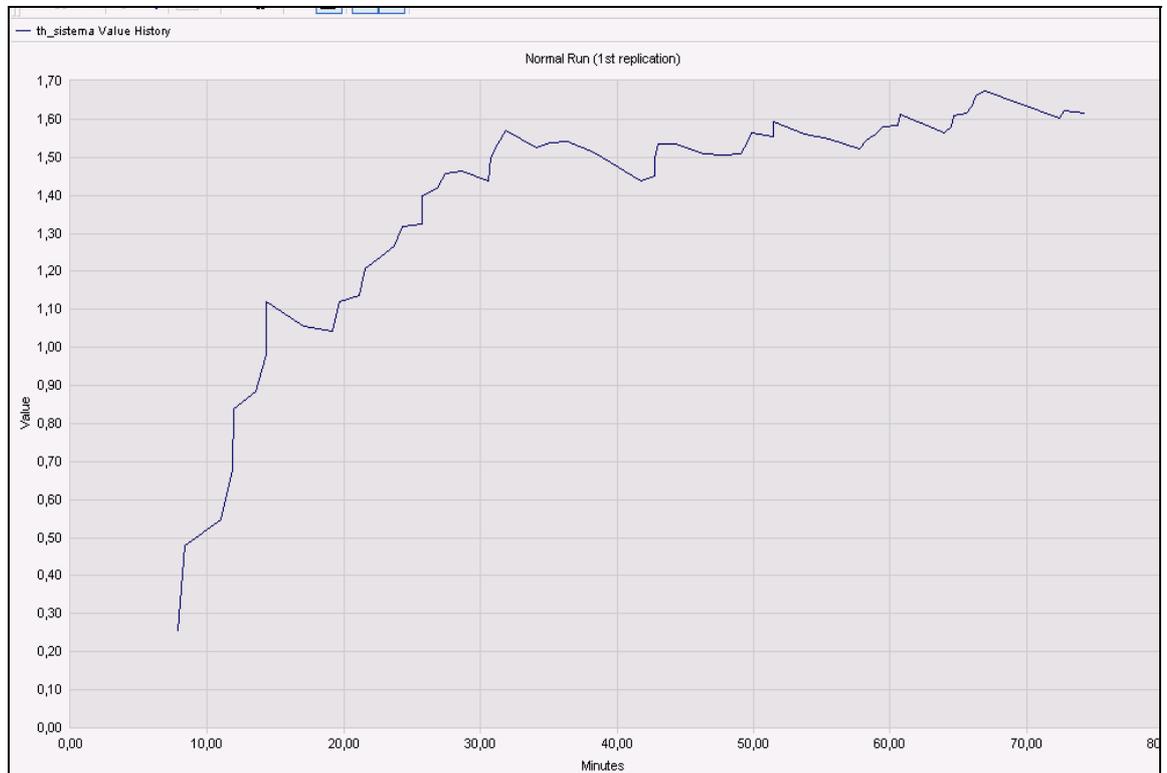


FIGURA 36. Tasa de Atención Modelo Vuelo Charter Internacional

La Tasa de atención para este subproceso muestra un comportamiento estable. A partir de los 30 minutos de operación, alcanza un ritmo de trabajo que esta en promedio de 1.5 y 1.7 pasajeros por minutos. Es importante anotar que la forma e que llegan los pasajeros ayuda a que se de este tipo de comportamiento estable, ya que se garantiza que siempre habrá pasajeros requiriendo atención, y un sistema estable para su atención.

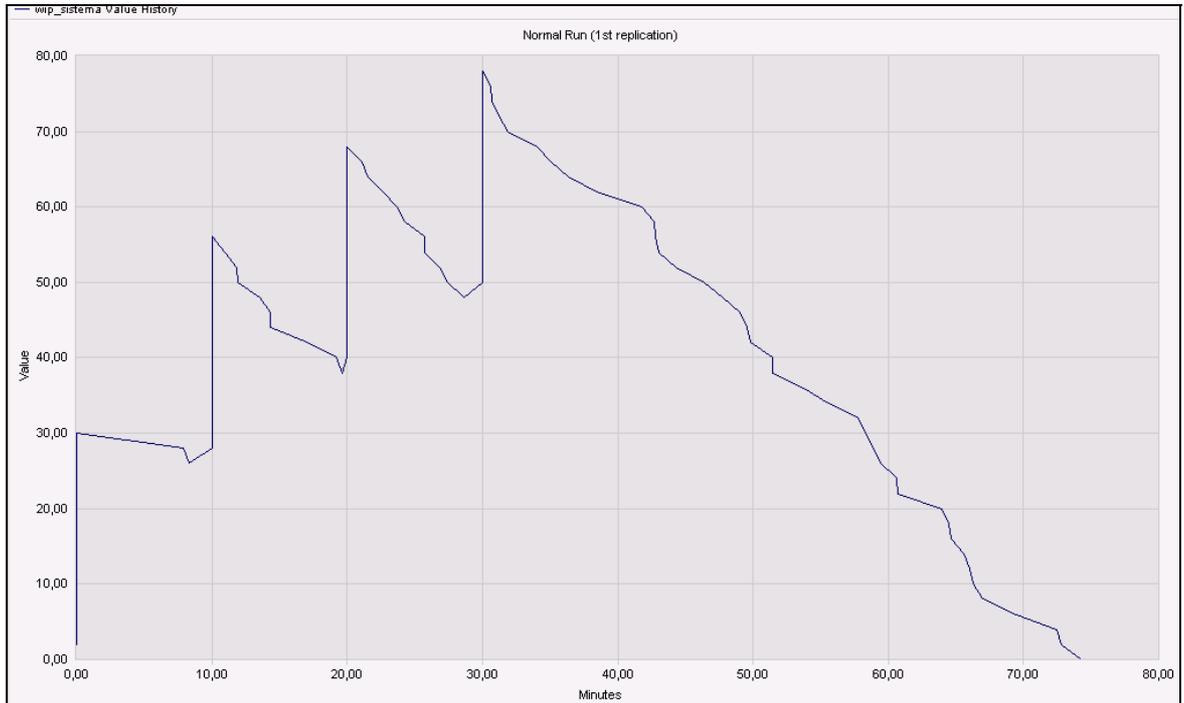


FIGURA 37. Número de personas en el sistema Modelo Vuelo Charter Internacional

La figura 37, nos muestra el comportamiento de la variable personas en el sistema el cual pasa de un valor de 0 a 30 debido a la llegada de primer grupo de pasajeros, seguido se ven 3 picos, los cuales muestran las llegadas de los otros 3 grupos de pasajeros y de allí en adelante la variable va decreciendo hasta evacuar todos las entidades.

Es importante anotar que cuando se dan las 3 últimas llegas el sistema no se ha desocupado y se van acumulando entidades en el sistema que no han sido atendidas por esto el último pico es el más alto puesto que el sistema se encuentra lleno y se da una llegada en grupo. Esta cantidad de personas en el sistema hace que los tiempos de ciclo sean mayores, se recomienda que estos picos estén un poco distanciado para permitir que el sistema se desocupe haciendo que las cantidades de personas se disminuya y los Tiempos de Ciclo sean más cortos

### 4.3 MODELO INTERNACIONAL COPA – AEROREPÚBLICA

Los datos que se muestran a continuación son el resultado de 30 corridas de simulación del modelo 03. El número de personas atendidas es de 70 PAX que corresponde a 100% de los pasajeros, las llegadas y los tiempos de operación se caracterizaron de manera individual, el tiempo utilizado para esto es de 123 minutos, equivalente a 2 horas y 3 minutos, que también corresponde a 57 minutos antes de salir el vuelo suponiendo que el counter se abre 3 horas antes de la salida del vuelo como la normativa lo indica.

La figura 38, muestra la locación de counter con una ocupación aproximada del 80%, identificándose este como el cuello de botella para el proceso, las estaciones de equipaje y pagos, muestran apenas una holgura, esto combinado con la forma de llegada de los pasajeros, hace que los tiempos requeridos para la atención de los pasajeros sea un poco superior a las 2 horas, lo que se convierte en un factor de riesgo para el incumplimiento de los tiempos de salida del vuelo.

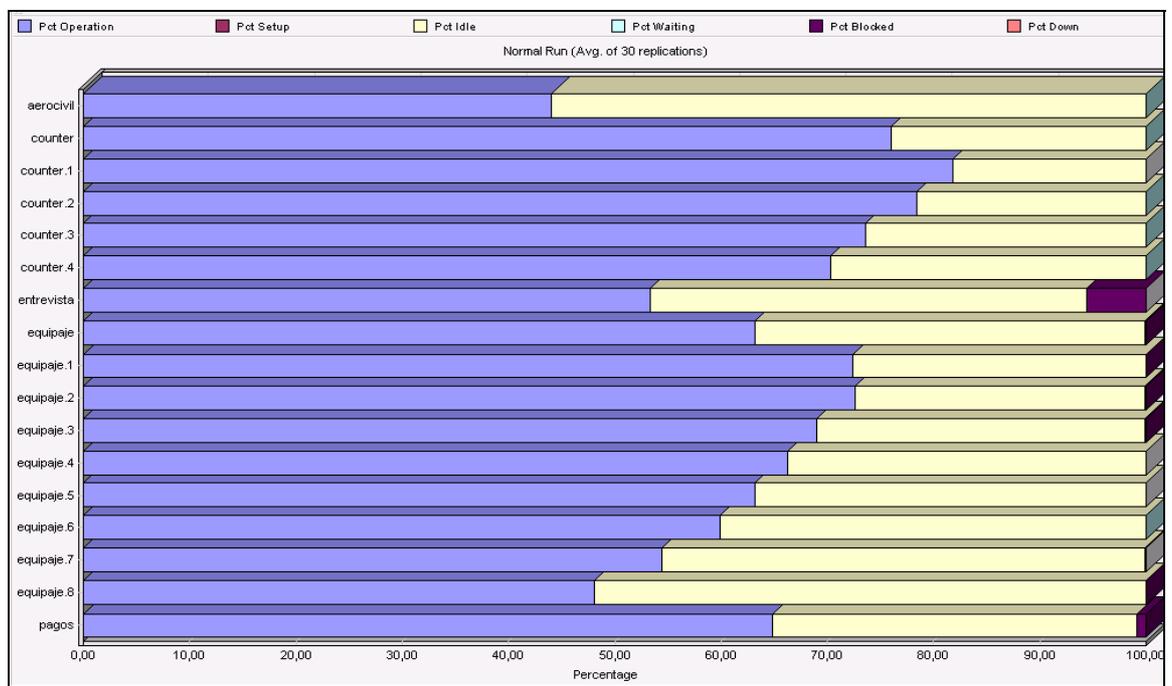


FIGURA 38. Utilización de Locaciones Modelo Internacional COPA - Aerorepública

Se presenta un pequeño bloque en la estación de pagos, la cual se traduce a revisión de equipaje, que por tener un mayor número de estaciones, este bloqueo es absorbido por cada uno de los servidores, pero se manifiesta con mayor incidencia en la estación de entrevistas donde el bloqueo alcanza un nivel del aproximado del 7%.

## INDICADORES

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes indicadores asociados al modelo de simulación en el software ProModel:

VARIABLE	Situación Actual		
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
tc aerocivil*	0,54	7,94	2,94
tc antinarcotico*	4,65	31,79	15,03
tc pagos*	0,74	10,31	4,38
tc counter*	2,85	33,30	9,89
<b>tc sistema*</b>	<b>12,76</b>	<b>59,23</b>	<b>30,74</b>
th llegada*	0,56	1,30	0,92
th antinarcotico*	0,12	0,74	0,60
th pagos*	0,11	0,69	0,56
th counter*	0,07	0,61	0,48
<b>th sistema*</b>	<b>0,07</b>	<b>0,61</b>	<b>0,48</b>
wip llegada*	0,00	8,77	2,56
wip antinarcotico*	0,00	19,53	10,99
wip pagos*	0,00	7,80	3,05
wip counter*	0,00	11,43	6,47
<b>wip sistema*</b>	<b>0,00</b>	<b>29,10</b>	<b>19,16</b>

Tabla 22. Indicadores Modelo COPA-Aerorepública

Los indicadores muestran un tiempo de ciclo de 30 min lo que en promedio es bueno, más aun, las tasas de servicio están por debajo de 1, lo que indica que el sistema no es capaz de atender a más de una persona por minuto. Concluyendo podemos decir que la disposición actual de recursos es suficiente para la cantidad de pasajeros que se están atendiendo, pero cuando se trabaje con vuelos de

mayor cantidad de pasajeros, las condiciones del sistema se degenerarán y requerirá una mayor disposición de recursos.

Los tiempos de ciclos más altos se muestran en la operación de Antinarcóticos y Counter, respectivamente, pero las tasa de atención más bajas son las de Counter y Pagos, esto nos muestra que Antinarcóticos es la operación más lenta del sistema, pero la cantidad de recursos que tiene disponible hace que otras operaciones sean los cuellos de botella. Para la mejora de este sistema se hace necesario enfocar los esfuerzos a las estaciones de Counter y de Pagos, y hacer seguimiento a las operaciones de Antinarcóticos buscando el sostenimiento de las condiciones actuales.

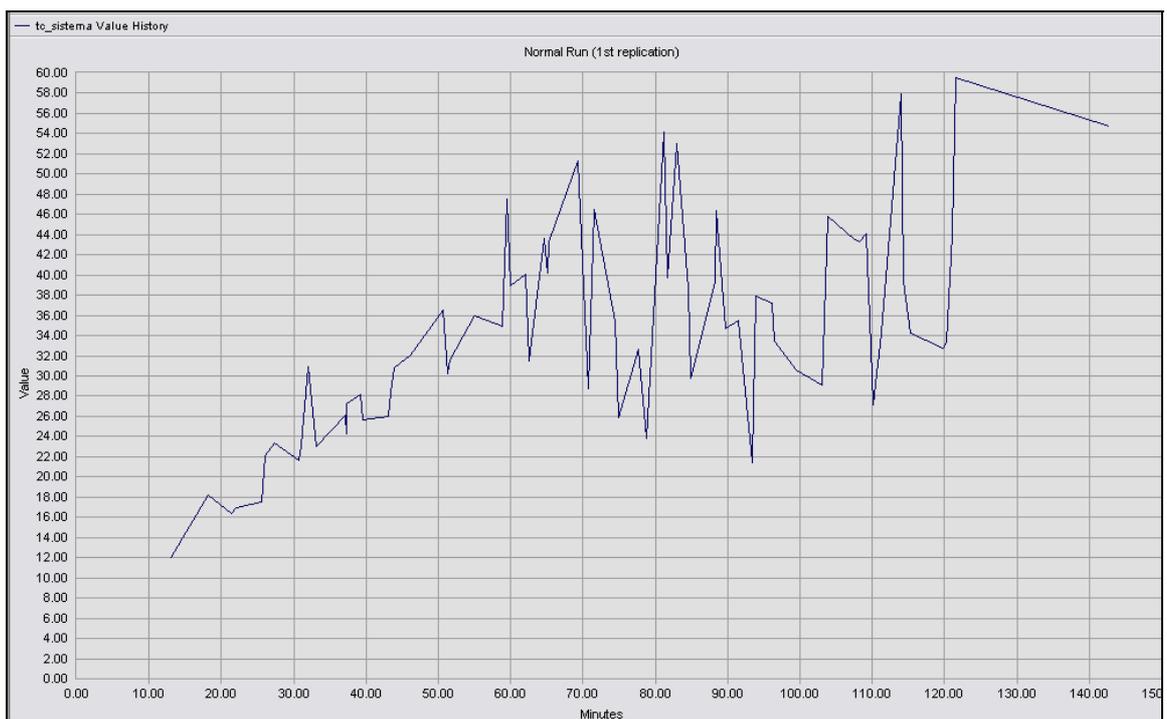


FIGURA 39. Tiempo de Ciclo Modelo Internacional COPA – Aerorepública

La gráfica muestra la variabilidad del sistema y los picos de congestión entre el minuto 60 y el minuto 100, muestra un tiempo máximo de ciclo en el último

pasajero que llega, pero este tiempo no es por congestión si no por la variabilidad del proceso. Este vuelo se caracteriza por que la revisión de equipaje se hace al 100% de los pasajeros, dejando la variabilidad de los tiempos de ciclos ligado netamente a la variación de los tiempos de operación, por tanto el trabajo en la estandarización de los tiempos de operación, se reflejará en una estabilización del comportamiento de esta variable.

La figura 40, muestra un comportamiento normal para este tipo de variable, un tiempo necesario de arranque del sistema para luego buscar una tasa de atención estable, se ve en la gráfica que la variable no alcanza a tomar el valor de 1, lo que indica que el sistema no es capaz de atender a un pasajero por minuto.

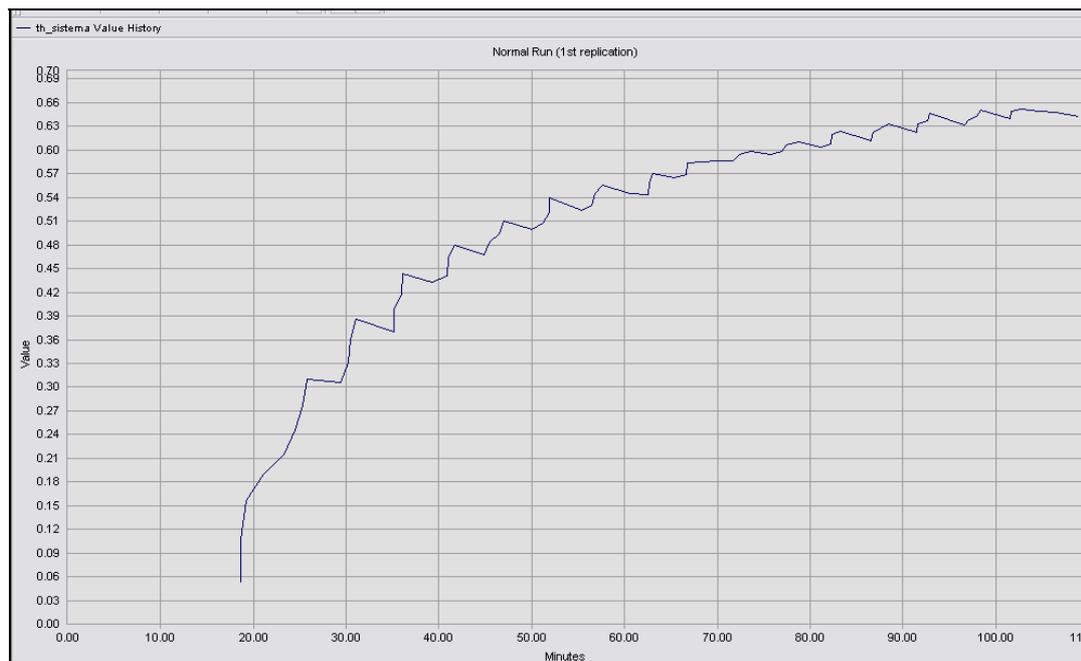


FIGURA 40. Tasa de Atención Modelo Internacional COPA – Aerorepública

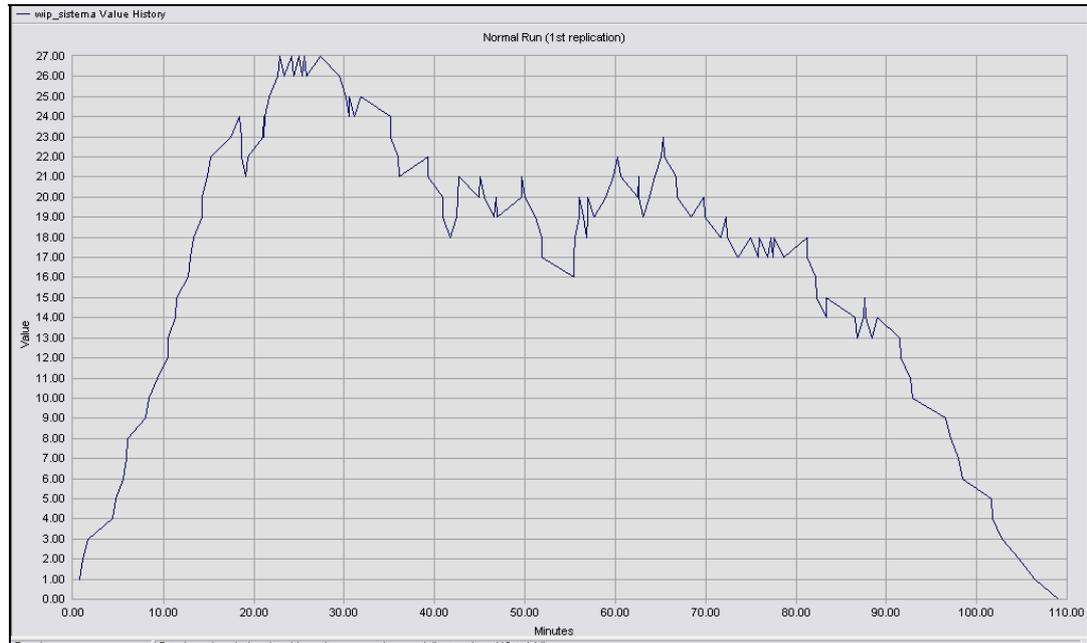


FIGURA 41. Número de personas en el sistema Modelo Internacional COPA - Aerorepública

La variable personas en el sistema muestra su máxima congestión entre el minuto 25 y 30, luego del sistema van saliendo y entrando pasajeros según la tasa de atención y la tasa de llegada respectivamente, hasta que a partir del minuto 90 se identifica un tendencia marcada a la baja, que representa la terminación del ciclo de llegada de los pasajeros, se puede decir que el sistema está permanentemente ocupado y que siempre tendrá unidades esperando por ser atendida, esto claro, bajo las condiciones actuales del sistema.

El número de personas promedio en el sistema es de 20, lo cual es un indicador bueno teniendo en cuenta que del total 14 pasajeros estarían siendo atendidos y solamente 6 estarían esperando en las diferentes colas del sistema.

#### 4.4 MODELO INTERNACIONAL MADRID – DESACOL

Los datos que se muestran a continuación son el resultado de 30 corridas de simulación del modelo 04. El número de personas atendidas es de 70 PAX que

corresponde a 100% de los pasajeros, las llegadas y los tiempos de operación se caracterizaron de manera individual, el tiempo utilizado para esto es de 122 minutos, equivalente a 2 horas y 2 minutos, que también corresponde a 56 minutos antes de salir el vuelo suponiendo que el counter se abre 3 horas antes de la salida del vuelo como la normativa lo indica.

La figura 42, muestra a las locaciones de pagos y counter como las de mayor ocupación, las estaciones de revisión de equipaje muestran una ocupación aproximada del 50% lo que significa una holgura suficiente para las actividades con relación a los tiempos de ciclo de las demás operaciones, a pesar que esta es la operación más demorada, se utiliza un número de estaciones superior a cualquier otra, que hace que se den estas holguras.

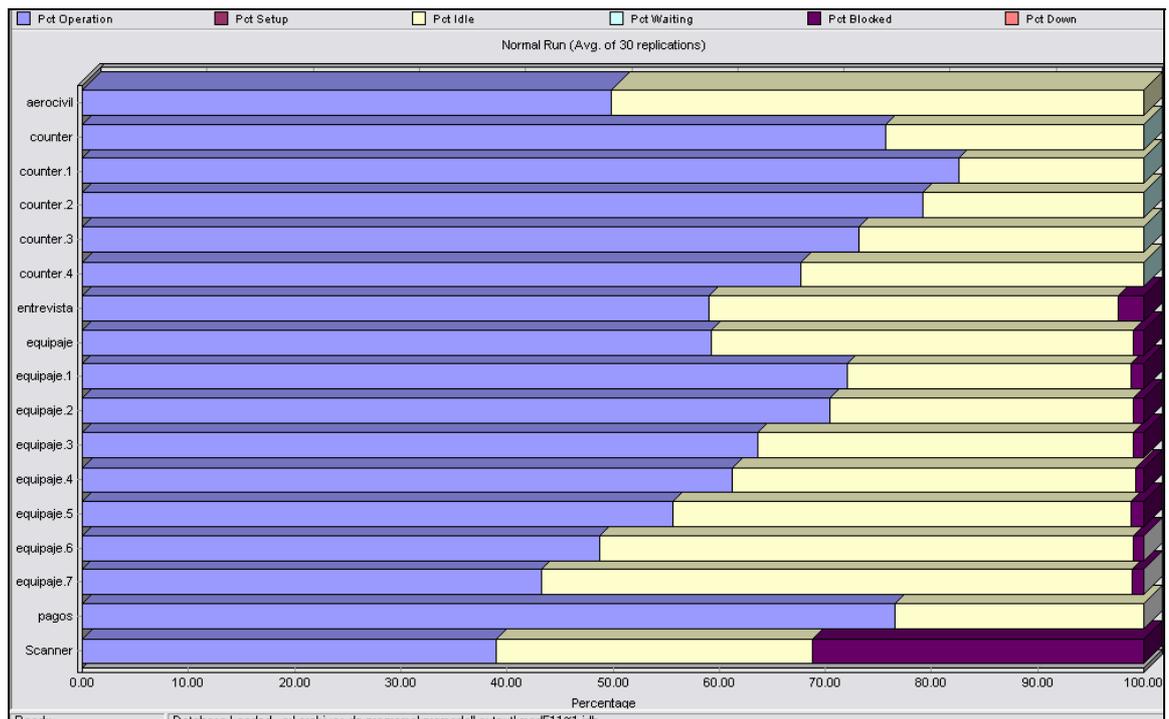


FIGURA 42. Utilización de Locaciones Modelo Internacional Madrid - DESACOL

Se identifica un bloqueo en la estación de escáner, lo que indica que esta

operación es más rápida que la de entrevista que es la estación siguiente, este bloque tiene dos características, la primera es que los tiempos de estas operaciones son muy cortos con relación a las demás operaciones, es decir, mientras la revisión de equipaje dura aproximadamente nueve minutos, la operación de escáner y entrevista no superan el minuto cada una, la segunda es que en ocasiones estas operaciones son realizadas en simultánea, es decir, que mientras se entrevista al pasajero, sus maletas están siendo revisadas por el escáner.

Se recomendaría que las acciones de mejoras se enfocaran a las estaciones de pagos y counter quienes muestran las mayores ocupaciones, y formalizar las operaciones de escáner y entrevista, ya sea para la unión de ellas o la separación definitiva de las mismas, con el fin de establecer un protocolo claro para la atención del pasajero y determinar estrategias para minimizar los bloqueos.

## INDICADORES

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes indicadores asociados al modelo de simulación en el software ProModel:

VARIABLE	Situación Actual		
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
tc aerocivil*	0,57	8,82	3,78
tc antinarcotico*	7,27	32,41	20,02
tc pagos*	0,84	14,22	6,91
tc counter*	2,67	21,11	7,92
<b>tc sistema*</b>	<b>9,40</b>	<b>56,25</b>	<b>34,31</b>
th llegada*	0,64	1,49	1,08
th antinarcotico*	0,10	0,56	0,46
th pagos*	0,16	0,74	0,60
th counter*	0,10	0,67	0,53
<b>th sistema*</b>	<b>0,10</b>	<b>0,67</b>	<b>0,53</b>
wip llegada*	0,00	10,50	3,68

wip antinarcotico*	0,00	23,20	13,87
wip pagos*	0,00	10,30	5,16
wip counter*	0,00	11,37	5,64
<b>wip sistema*</b>	<b>0,00</b>	<b>35,07</b>	<b>23,50</b>

Tabla 23 . Indicadores Modelo DESACOL-Madrid)

Los indicadores muestran a Antinarcóticos como la operación cuello de botella del sistema, seguido por la actividades de counter y pagos, debe tenerse en cuenta que los indicadores de counter, a diferencia de los subprocessos anteriores, no se muestra como la operación cuello de botella, vale la pena anotar que las operaciones en counter de este subprocesso son diferentes al las demás, puesto que estas se hacen de manera manual, mientras las otras se realizan de forma sistematizada.

El tiempo de ciclo esta cerca de los 30 minutos, lo cual es un buen indicador, pero al presentarse algunos bloqueos se puede concluir que el sistema presentaría complicaciones al aumentar el número de pasajeros, exigiendo otra infraestructura para la atención.

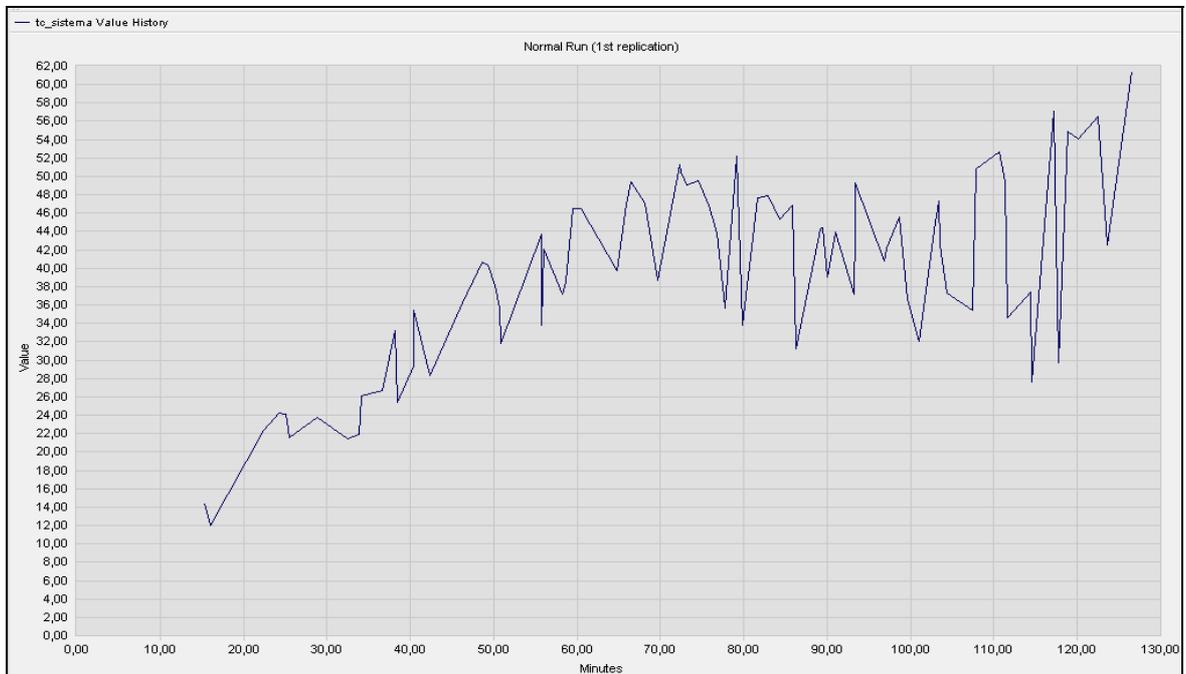


FIGURA 43. Tiempo de Ciclo Modelo Internacional Madrid – DESACOL

Los tiempos de ciclo son relativamente bajos al iniciar el proceso, pero a medida que el sistema se empieza a congestionar, los tiempos de ciclo van siendo mayores, se presentan picos del sistema debido a la unión factores como la congestión del sistema y la variabilidad de los procesos. Hace necesario trabajar en la estandarización de los tiempos de operación con el fin de suavizar la línea de tendencia y disminuir las diferencias en los ciclos de operación entre un pasajero y otro.

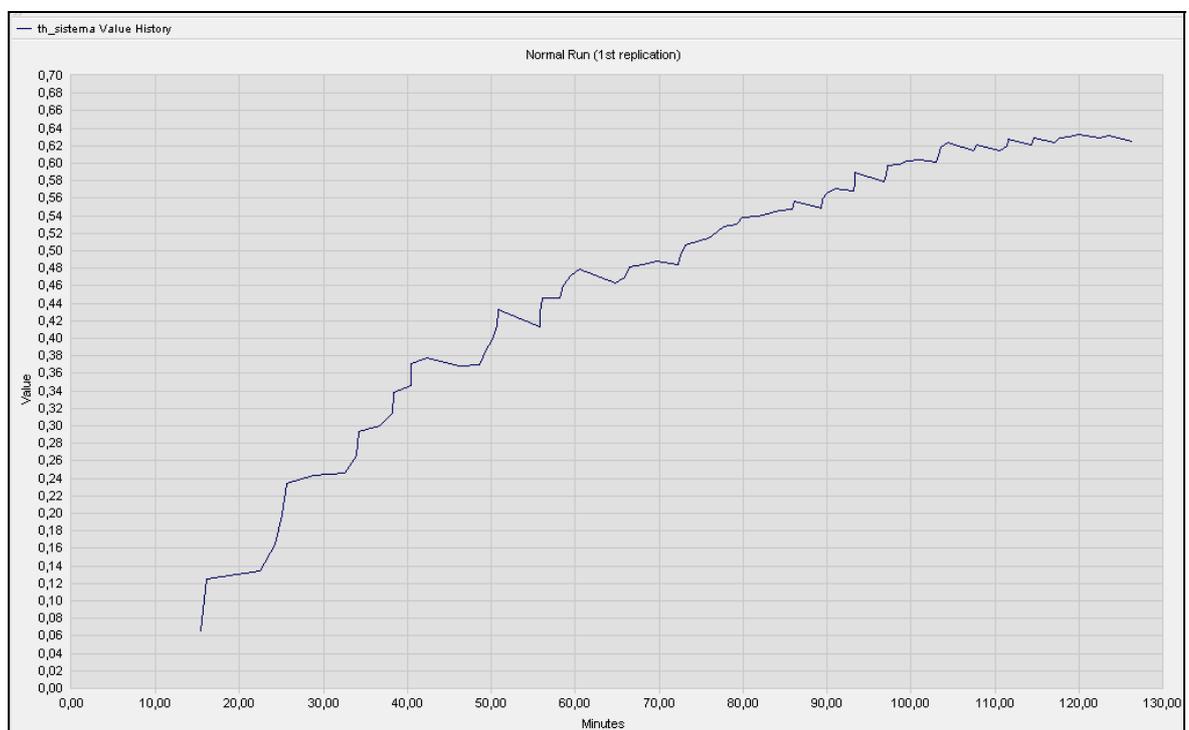


FIGURA 44. Tasa de Atención Modelo Internacional Madrid – DESACOL

La figura 44, muestra que el sistema busca un ritmo de trabajo pero no llega a alcanzarlo, esto es debido a la variabilidad de las operaciones y la forma como llegan los pasajeros. La variable nunca alcanza el valor de 1 lo que suponer que el sistema no puede atender a más de una persona por minuto, más sin embargo, haciendo la relación entre los pasajeros que deben ser atendidos (80) y el tiempo disponible para esto (120 min), sería necesario que la tasa fuera mayor de 0.66,

para este subprocesso la tasa promedio de atención es de 0.53, mostrando que el sistema es plenamente capaz de atender a todos los pasajeros en el tiempo necesario.

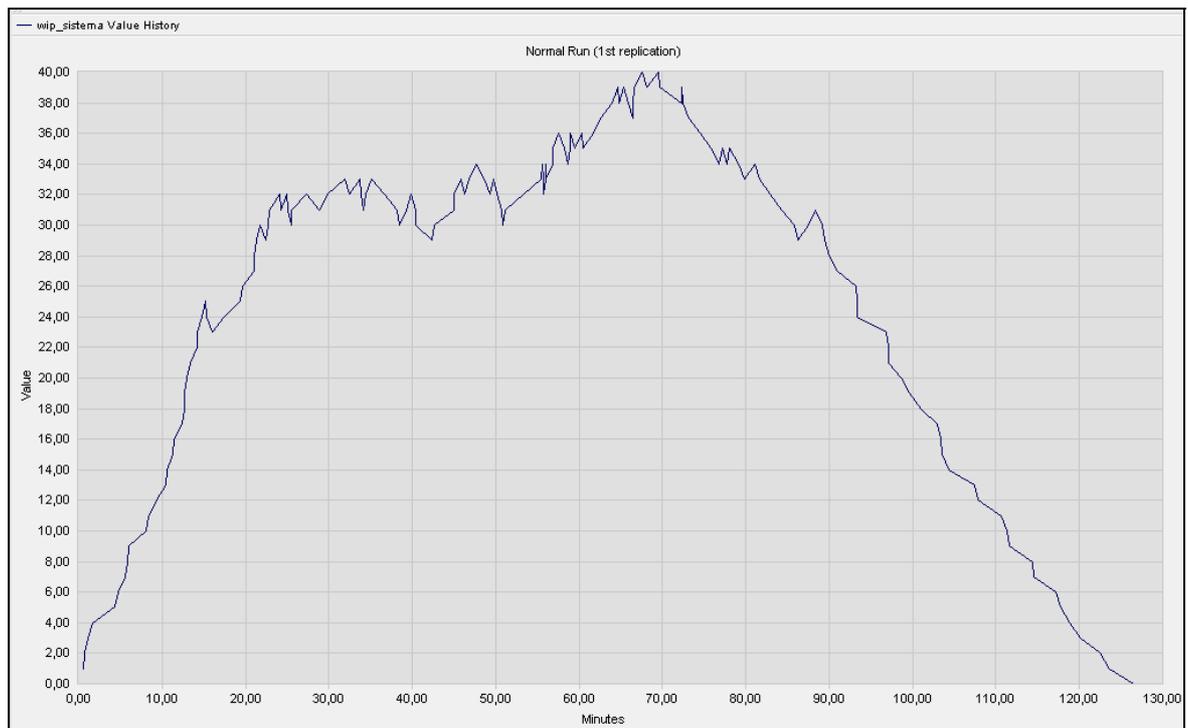


FIGURA 45. Número de personas en el sistema Modelo Internacional Madrid – DESACOL

El comportamiento de la variable es normal para este tipo, nos muestra que el sistema se congestiona a partir de los 30 minutos de haber iniciado, y llega a su máxima congestión a partir de la hora de operación. El sistema empieza a descongestionarse a partir del minuto 70 y se identifican algunos picos de que se dan por llegadas aisladas de los pasajeros que llegan al final del proceso.

#### 4.5 MODELOS SALA DE ABORDAJE INTERNACIONAL

El abordaje de los vuelos internacionales se realiza en la misma locación para todos los subprocessos del proceso de embarque de vuelos internacionales. Las

condiciones y estaciones son las mismas, teniendo como únicas diferencias los tiempos de operación para las operaciones de migración, y un segundo filtro de seguridad previo al abordaje, para aquellos vuelos que tengan como destino los Estados Unidos.

En general el comportamiento de las salas de abordaje es aceptable para los vuelos en cuanto se refiere a los tiempos de operación, y la capacidad del sistema es suficiente para lograr atender a la cantidad de pasajeros que van a viajar en el tiempo requerido. Sin embargo, se presentan situaciones especiales en las cuales se degeneran las condiciones de atención al pasajero, esto se da cuando la disponibilidad de personal no es suficiente para prestar un buen servicio aunque se logre atender a todos los pasajeros dentro de los términos. Es el caso específico de DAS y Antinarcóticos, donde al ocurrir eventos simultáneos, deben dar prioridades a otras actividades y disminuir la cantidad de servidores en determinado momento de la prestación del servicio, haciendo que los tiempos de espera aumente y por ende los tiempo de ciclo de los pasajeros.

Otra situación en la que se presenta insuficiencia para la atención en la sala de espera es para vuelos simultáneos, es decir, la capacidad de atención de la sala de espera es suficiente para atender un vuelos de capacidad alta (entre 147 y 200 PAX), tomando diferentes decisiones y alternativas para lograr cumplir los términos de horas de vuelos, pero en el caso de presentarse vuelos simultáneos de capacidad alta (dos vuelos de más de 147 PAX c/u) el sistema se degenera y no es capaz de cumplir los tiempos necesarios. A la fecha de la realización del estudio, solo se manejaba una frecuencia de vuelos de salida internacional que coincidían (Vuelo COPA con destino Panamá salida 8:00 a.m. y Vuelo Avianca con destino Miami salida 9:00 a.m.), los cuales solo mostraron problemas durante una frecuencia de temporada alta, donde ambos vuelos estaban en su máxima capacidad (147 PAX c/u).

Una situación agravante para los procesos de sala de espera es la falta de disposición de los pasajeros para el ingreso, estos no ingresan a la sala de manera continua durante el tiempo estipulado para esto, al inicio entra un porcentaje relativamente bajo con relación a los tiempos finales, esto se identifica con mayor claridad cuando los pasajeros son locales donde impera la cultura de durar en sala de espera el menor tiempo posible.

Se recomienda trabajar por mejorar las condiciones de capacidad del sistema según los requerimientos de las frecuencias de vuelos y la cultura de ingreso a la sala de espera con el fin de tener un proceso más uniforme y que no presente congestiones en las horas finales.

Las tablas con los indicadores de los diferentes subprocesos de las salas de espera se encuentran en el Capítulo 5 diseño de experimentos y corridas de simulación, ya que estas se utilizan para hacer los comparativos entre la situación actual y los diferentes escenarios planteados.

#### **4.6 MODELO EMBARQUE DE VUELOS NACIONALES.**

Los datos que se muestran a continuación son el resultado de 30 corridas de simulación del modelo 06. El número de personas atendidas es de 70 PAX que corresponde 40 pasajeros individuales y 30 pasajeros en grupos (15 parejas), las llegadas y los tiempos de operación se caracterizaron de manera individual y grupal, como punto especial se tiene definido que el porcentaje de pasajeros que viaja de conexión es del 10% de los pasajeros del vuelo. El tiempo promedio utilizado para esto es de 69.08 minutos, equivalente a una hora y 9 minutos, que también corresponde a 51 minutos antes de salir el vuelo suponiendo que el Counter se abre 2 horas antes de la salida del vuelo como la normativa lo indica.

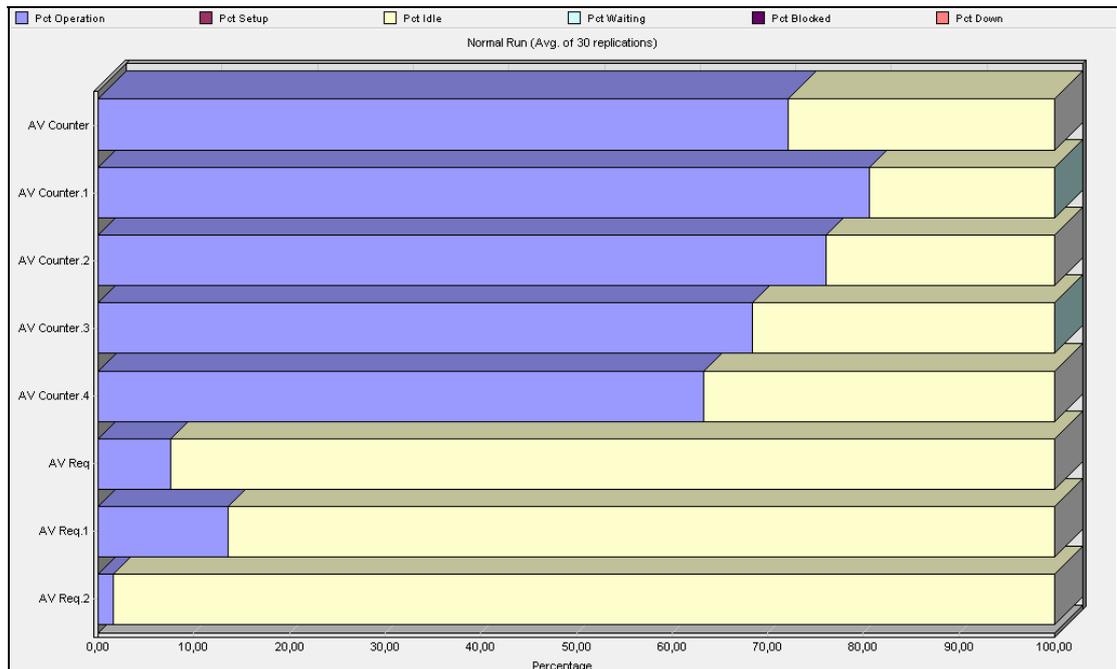


FIGURA 46. Utilización de Locaciones Modelo de Embarque Vuelos Nacionales

El figura 46, muestra que el porcentaje de ocupación más alto es el de Counter 72.12% debido a que solo se revisan a los pasajeros que viajan de conexión, los cuales son máximo el 10% de los pasajeros del vuelo por lo tanto se tendrá un porcentaje de desocupación alto 92.42% para esta locación. Se identifica que para la estación de Counter un porcentaje de desocupación 27.88%, esto se debe a la tasa de llegada de los pasajeros y al número de pasajeros esperados para el vuelo.

## INDICADORES

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes indicadores asociados al modelo de simulación en el software ProModel:

<i>Variable</i>	<b><i>Situación Actual</i></b>		
	<i>Valor Mínimo</i>	<i>Valor Máximo</i>	<i>Promedio</i>
<b>TC*</b>	<b>1,45</b>	<b>21,68</b>	<b>6,35</b>
TC Revision de Equipaje*	0,69	7,40	2,17
TC Counter*	1,43	17,95	6,13
<b>TH*</b>	<b>0,33</b>	<b>1,34</b>	<b>1,07</b>
TH Revision de Equipaje*	0,10	0,23	0,16
TH Counter*	0,33	1,34	1,07
<b>WIP*</b>	<b>0,00</b>	<b>15,57</b>	<b>7,77</b>
WIP Revision de Equipaje*	0,00	2,17	0,80
WIP Counter*	0,00	15,30	7,58

Tabla 24. Indicadores de Embarque de vuelos nacionales

Los indicadores muestran a la estación de Counter como la que marca el ritmo del sistema ya que el número de pasajeros que atiende la Revisión de Equipaje no afecta la velocidad del sistema. Los indicadores son buenos ya que muestran que el tiempo de atención es corto, lo cual se ve reflejado en la satisfacción del cliente debido a un servicio con pocas estaciones y rápido en su funcionamiento. Es importante evaluar el comportamiento del sistema cuando se aumente el número de pasajeros para este tipo de vuelos.

Al observar la figura 47, se evidencia que el sistema tiene una alta variación del tiempo de ciclo, debido principalmente a la tasa de llegada de los pasajeros y a la variabilidad de los tiempos de operación del sistema, lo cual hace necesario trabajar en la estandarización de los tiempos de operación con el fin de suavizar la línea de tendencia y disminuir las diferencias en los ciclos de operación entre un pasajero y otro.

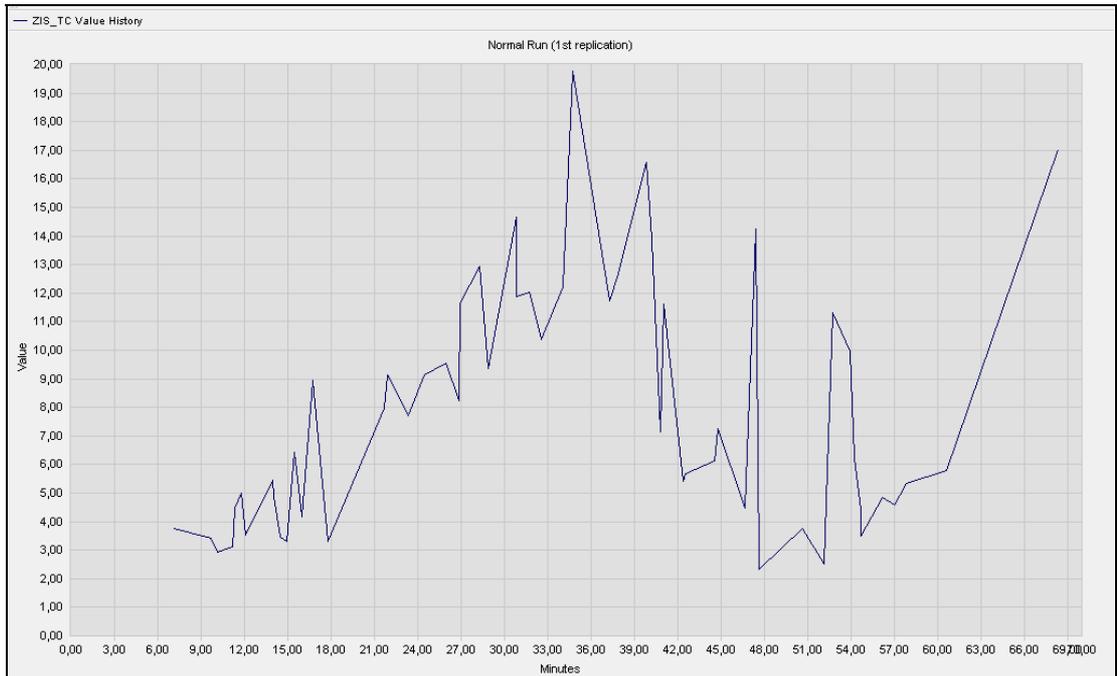


FIGURA 47. Tiempo de Ciclo Modelo de Embarque Vuelos Nacionales

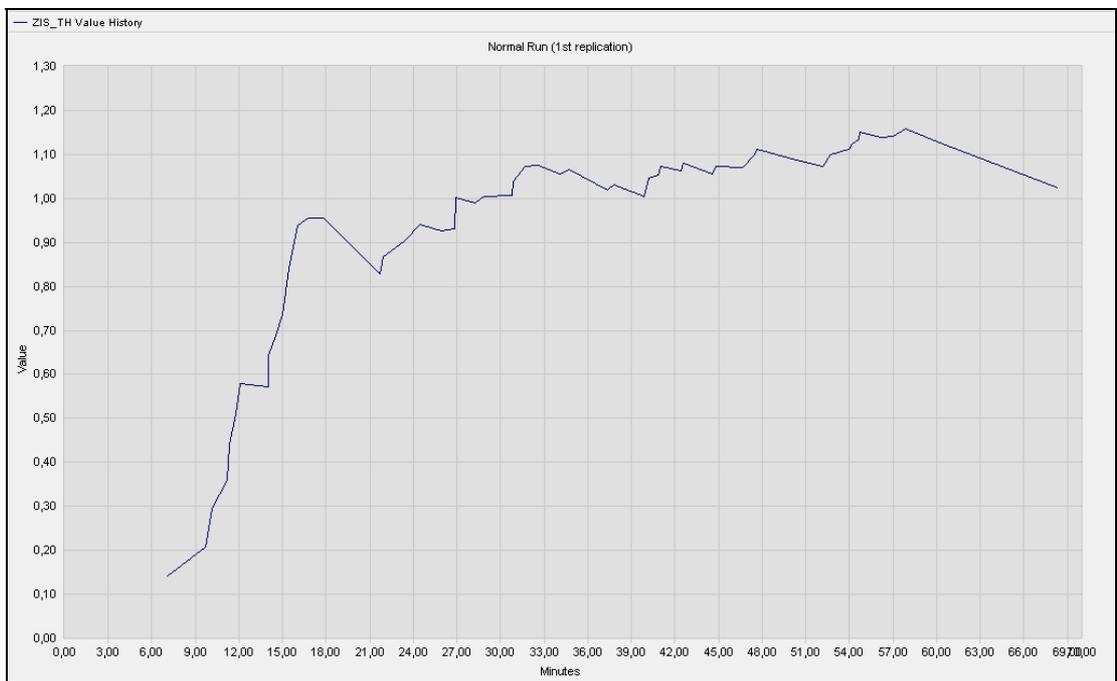


FIGURA 48. Tasa de Salida Modelo de Embarque Vuelos Nacionales

Con relación a la tasa de salida, se tiene que la variable tiene un ritmo de trabajo bueno con un rango (1 – 1.20) lo cual indica que puede sacar a más de una persona por minuto, lo que muestra que el sistema es capaz de atender a las personas que lo utilizan actualmente sin contratiempos.

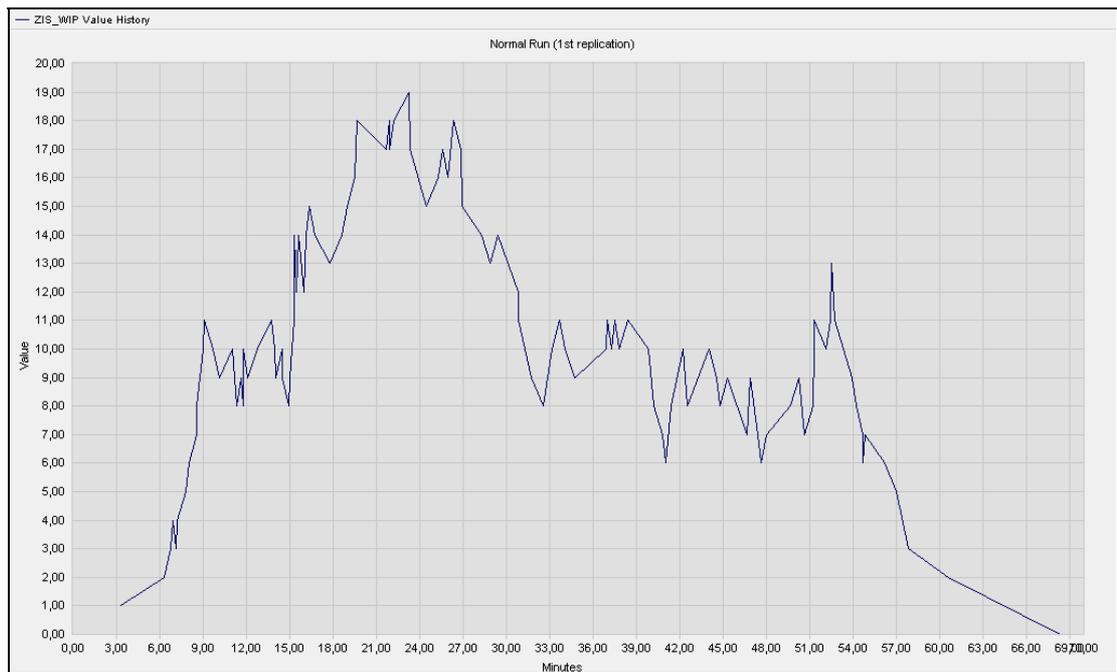


FIGURA 49. Personas en el Sistema Modelo de Embarque Vuelos Nacionales

Se observa en la figura 49 que el sistema atiende rápidamente a sus clientes, ya que solo se tienen picos elevados que indican congestiones cortas, y que cada vez que se produce un alto número de llegadas, el sistema es capaz de evacuarlos rápidamente.

#### **4.7 MODELO EMBARQUE DE VUELOS NACIONALES DESTINO A SAN ANDRÉS.**

Los datos que se muestran a continuación son el resultado de 30 corridas de simulación del modelo 06. El número de personas atendidas es de 70 PAX que

corresponde 40 pasajeros individuales y 30 pasajeros en grupos (15 parejas), las llegadas y los tiempos de operación se caracterizaron de manera individual y grupal, el tiempo promedio utilizado para esto es de 71 minutos, equivalente a una hora y 11 minutos, que también corresponde a 49 minutos antes de salir el vuelo suponiendo que el counter se abre 2 horas antes de la salida del vuelo como la normativa lo indica.

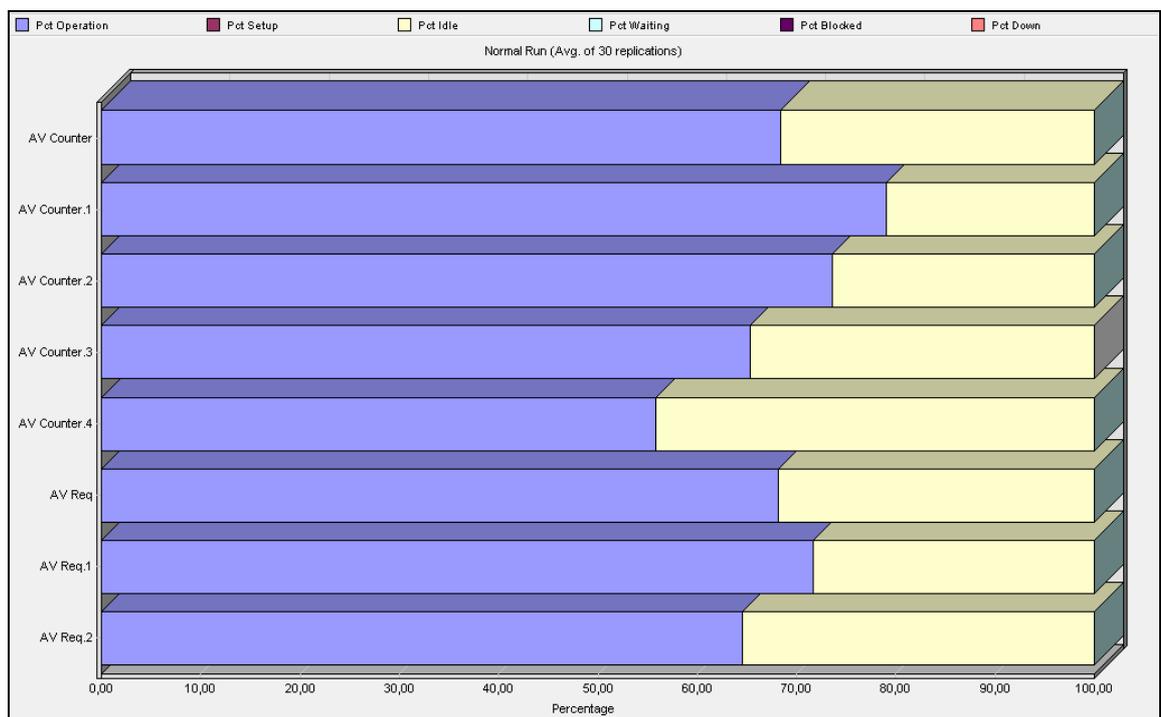


FIGURA 50. Utilización de Locaciones Modelo Embarque de Vuelos Nacionales Destino a San Andrés

En la figura 50, se observa que los porcentajes de ocupación de las locaciones son casi iguales, Counter con el 68.45% y la revisión de equipaje con el 68.16%, debido a que deben de atender al 100% de los pasajeros. Los porcentajes de tiempo de desocupación son causados por el tiempo entre las llegadas de los pasajeros, ya que da tiempo al sistema de evacuar a todos los individuos que contiene.

## INDICADORES

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes indicadores asociados al modelo de simulación en el software ProModel:

<i>Variable</i>	<i>Situación Actual</i>		
	<i>Valor Mínimo</i>	<i>Valor Máximo</i>	<i>Promedio</i>
<b>TC*</b>	<b>2,43</b>	<b>27,19</b>	<b>9,70</b>
TC Revision de Equipaje*	0,43	19,24	4,30
TC Counter*	1,39	16,81	5,40
<b>TH*</b>	<b>0,24</b>	<b>1,18</b>	<b>0,94</b>
TH Revision de Equipaje*	0,62	1,67	1,21
TH Counter*	0,24	1,18	0,94
<b>WIP*</b>	<b>0,00</b>	<b>20,33</b>	<b>10,86</b>
WIP Revision de Equipaje*	0,00	13,20	5,22
WIP Counter*	0,00	14,07	6,77

Tabla 25. Indicadores de embarque vuelos San Andrés

Los indicadores muestran que el sistema atiende rápidamente a sus clientes y que es capaz de evacuar a una persona por minuto, lo cual va en pro de la satisfacción del cliente. Es importante evaluar el comportamiento del sistema cuando se aumente el número de pasajeros para este tipo de vuelos.

De la figura 51, se evidencia que el sistema varía el tiempo de ciclo mostrando un patrón totalmente aleatorio, lo cual es perjudicial para la satisfacción del cliente, ya que los tiempos de atención entre uno y otro tienen gran diferencia, lo cual hace necesario trabajar en la estandarización de los tiempos de operación con el disminuir las diferencias en los ciclos de operación entre un pasajero y otro.

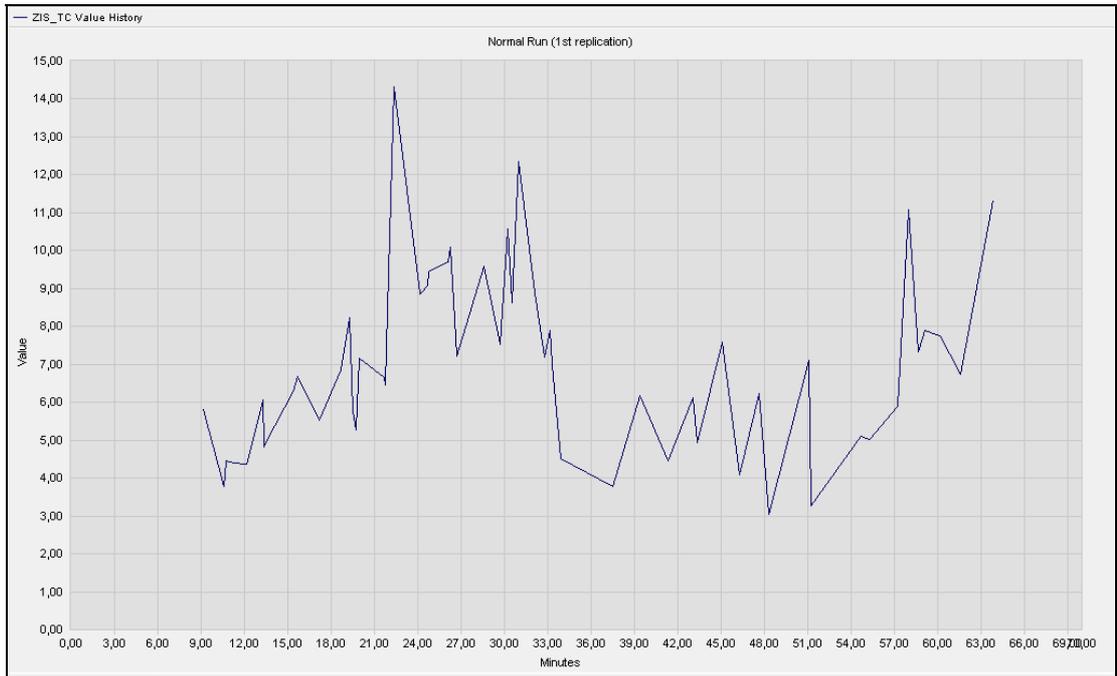


FIGURA 51. Tiempo de Ciclo del Embarque de Vuelos Nacionales Destino a San Andrés

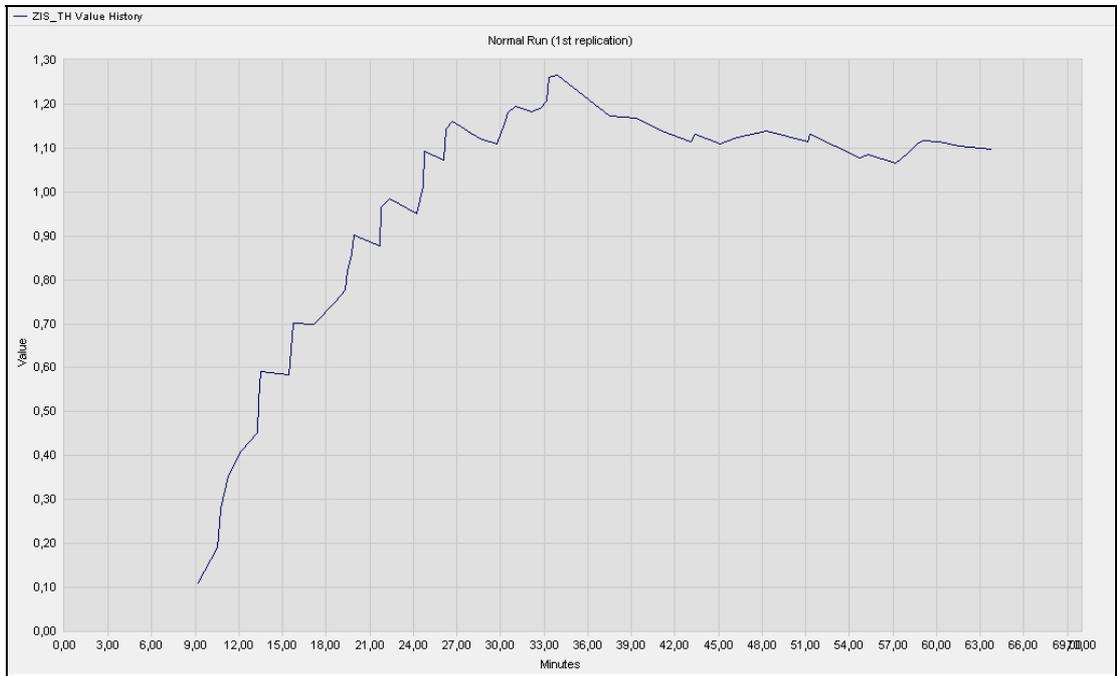


FIGURA 52. Tasa de Salida del Modelo Embarque de Vuelos Nacionales Destino a San Andrés

Con relación a la tasa de salida, la variable tiene un ritmo de trabajo bueno con un rango (1 – 1.25) lo cual indica que puede sacar a más de una persona por minuto, lo que muestra que el sistema es capaz de atender a las personas que lo utilizan actualmente sin contratiempos (ver figura 52).

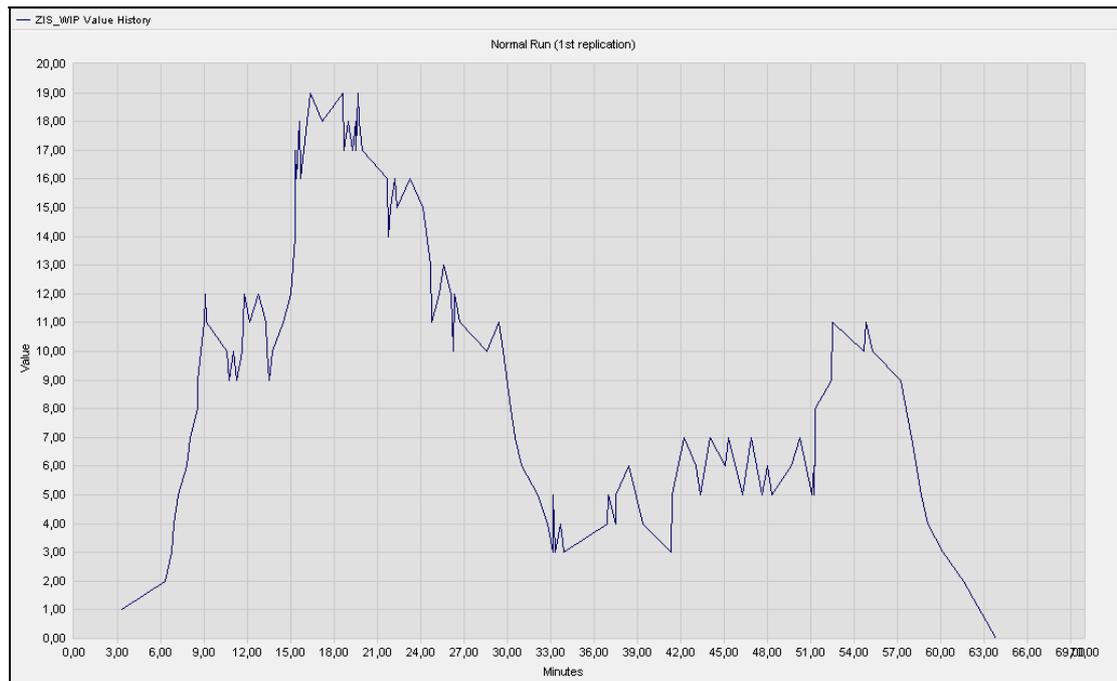


FIGURA 53. Personas en el Sistema del Modelo Embarque de Vuelos Nacionales Destino a San Andrés

La figura 53, muestra picos que descienden rápidamente, lo cual indica que al producirse un alto número de llegadas el sistema evacua sin contratiempos a sus clientes, teniendo congestiones cortas durante sus operaciones.

#### 4.8 MODELO DESEMBARQUE DE VUELOS INTERNACIONALES

Los datos que se muestran a continuación son el resultado de 30 corridas de simulación del modelo 08. El número de personas atendidas es de 147 PAX que llegan en un solo lote al muelle de llegada de vuelos internacionales. El tiempo

promedio utilizado para esto es de 84 minutos, equivalente a 1 hora y 24 minutos desde el inicio del desembarco del primer pasajero.

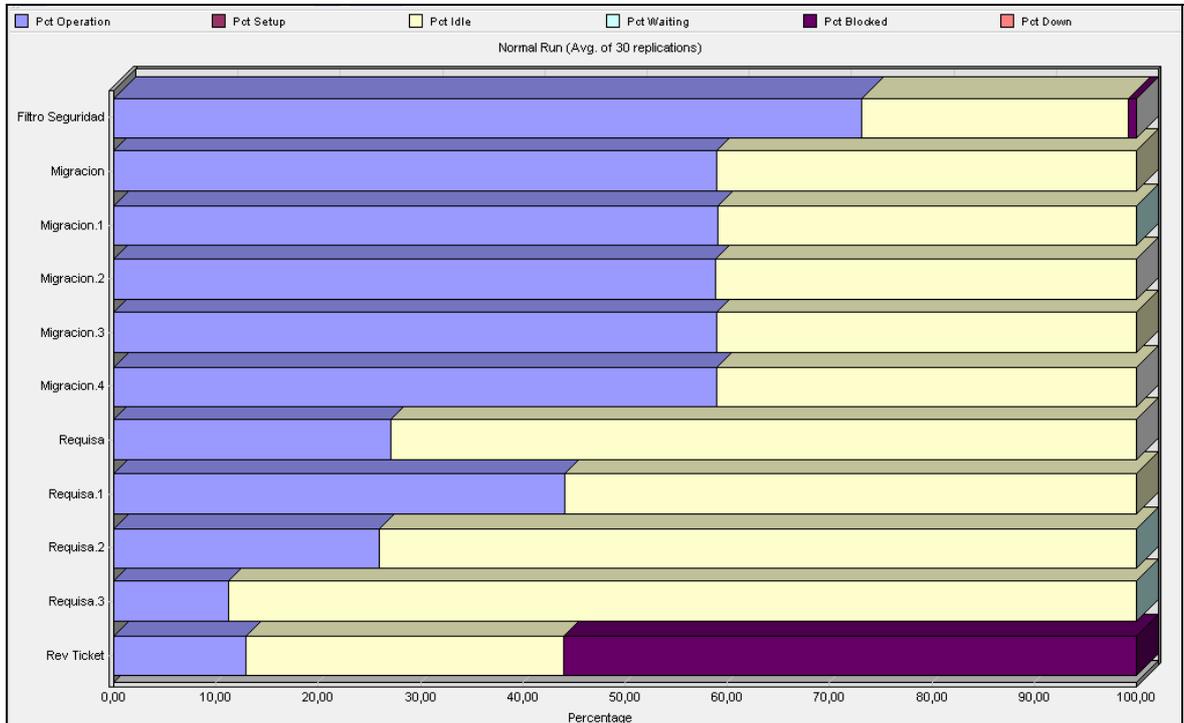


FIGURA 54. Utilización de Locaciones Modelo Desembarque de Vuelos Internacionales

La figura 54, muestra al escáner utilizado para la revisión del equipaje como el cuello de botella del sistema, es importante anotar que aunque se identifican tiempos desocupados (franjas amarillas), esto se refieren a las etapas iniciales, dado que el primer pasajero que llega a la estación de escáner lo hace a los 20 minutos de iniciado el proceso y solo minutos más adelante es que empieza a congestionar el sistema en esta estación.

La operación en migración muestra una ocupación cercana al 60%, esto se debe a que el 40% del tiempo se refiere a los pasajeros que ya han sido atendidos y que están recogiendo el equipaje y esperando pasar por los filtros de seguridad, es decir que aunque el proceso puede durar 85 minutos aproximadamente, los

funcionarios de migración, podrían abandonar el sistema aproximadamente a los 60 minutos de haber iniciado.

Se identifica un bloque significativo en la estación de revisión ticket, esto se debe a que esta estación está regulando la entrada al cuello de botella que es el escáner de revisión de maletas, por esto se forma cola en esta estación. Esto son políticas necesarias, ya que de utilizar una cola para la estación de revisión de equipaje después de la revisión del ticket, se podría confundir el equipaje y darse pérdida del mismo, lo cual sería grave para el proceso.

## INDICADORES

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes indicadores asociados al modelo de simulación en el software ProModel:

Nombre	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
TC Sistema*	8.44	69.13	43.31
TH Sistema*	0.12	1.89	1.41
WIP Sistema*	0.00	146	73.28

Tabla 26. Indicadores de desembarque vuelos internacionales

Los indicadores muestran un promedio de tiempo de ciclo bastante alto, este se da por que llegan 147 pasajeros en un solo instante, y el sistema no posee la infraestructura para la atención inmediata de todos.

La tasa de atención tiene un valor promedio de 1.41, que quiere decir que el sistema es capaz de atender a más de un pasajero por minuto, más sin embargo, por la forma como llegan los pasajeros, el sistema necesita una tasa de atención más alta con el fin de disminuir los tiempos de espera.

El indicador de personas en el sistema no es ajeno a estas condiciones, el hecho que el valor máximo de esta variable sea de 146 pasajeros es normal ya que al desembarcar del avión, estos se agrupan esperando la atención del personal de migración.

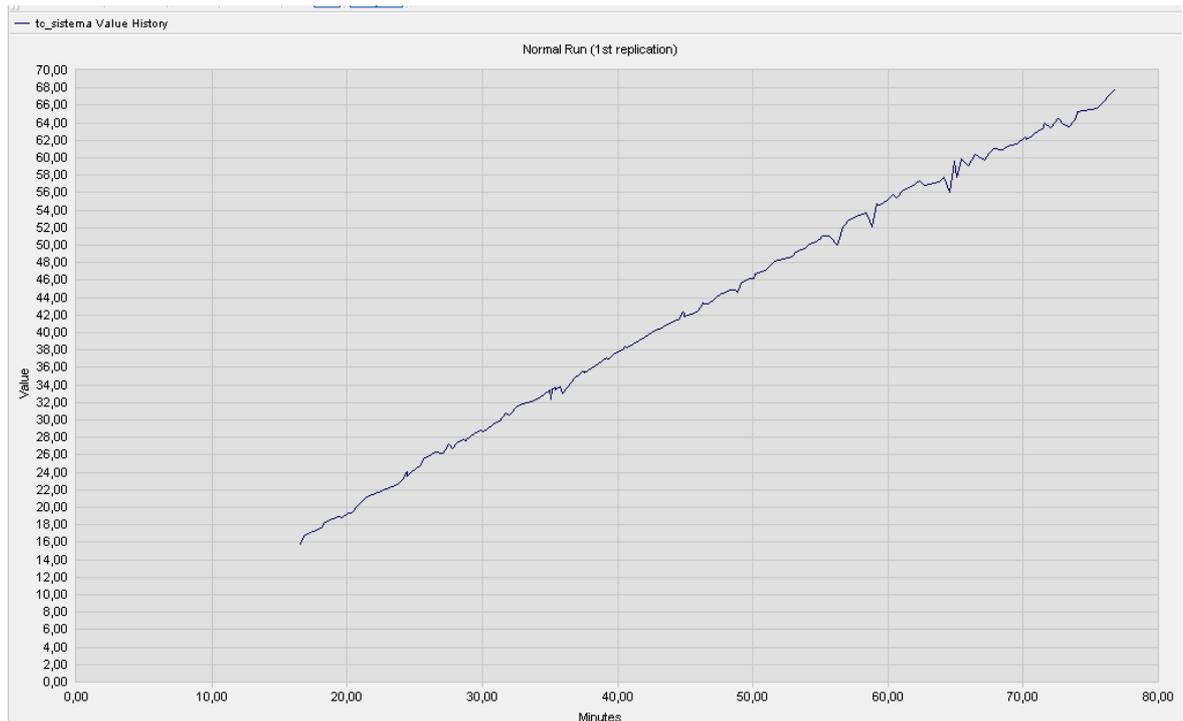


FIGURA 55. Tiempo de Ciclo del Modelo Desembarque de Vuelos Internacionales

Como se puede apreciar en la figura 55, el comportamiento del tiempo de ciclo es normal para un proceso en el cual el insumo llega para ser atendido el mismo instante, las primeras personas que entren al sistema, tendrán los tiempos de ciclos más cortos, mientras que los que entren al final, tendrán los tiempos de ciclos más altos. Muy complicado e inapropiado buscar la estabilidad de esta variable a largo del desarrollo del proceso por las condiciones que se mostraron, pero si es necesario identificar estrategias para la disminución de la pendiente, ya que los tiempos de espera de los últimos está entre los 60 y 70 minutos.

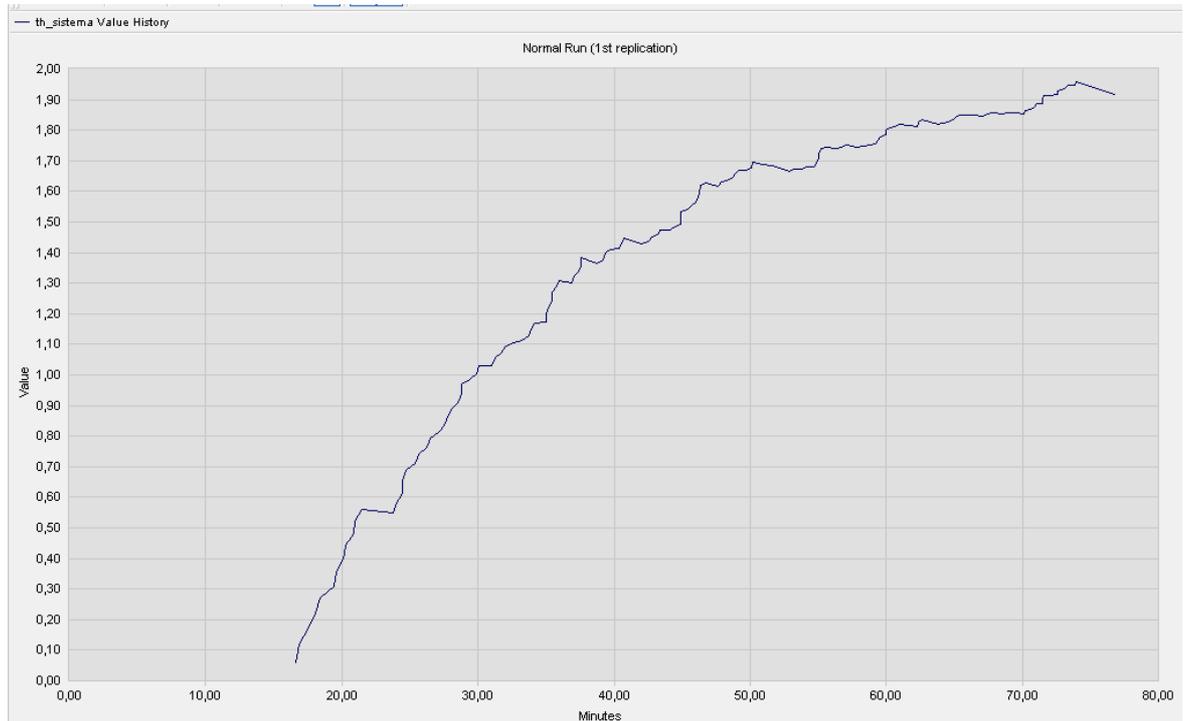


FIGURA 56. Tasa de Salida del Modelo Desembarque de Vuelos Internacionales

En la figura 56, se observa que la tasa de atención del sistema intenta buscar un ritmo y se acerca a casi 2 pasajero por minuto, pero esto se da casi al final, mientras tanto tome mucho tiempo de calentamiento en cual se desarrolla la mayoría del proceso, dada las característica de la llegada por loto, el sistema requiere de una infraestructura que le permita alcanzar un ritmo de trabajo más rápidamente.

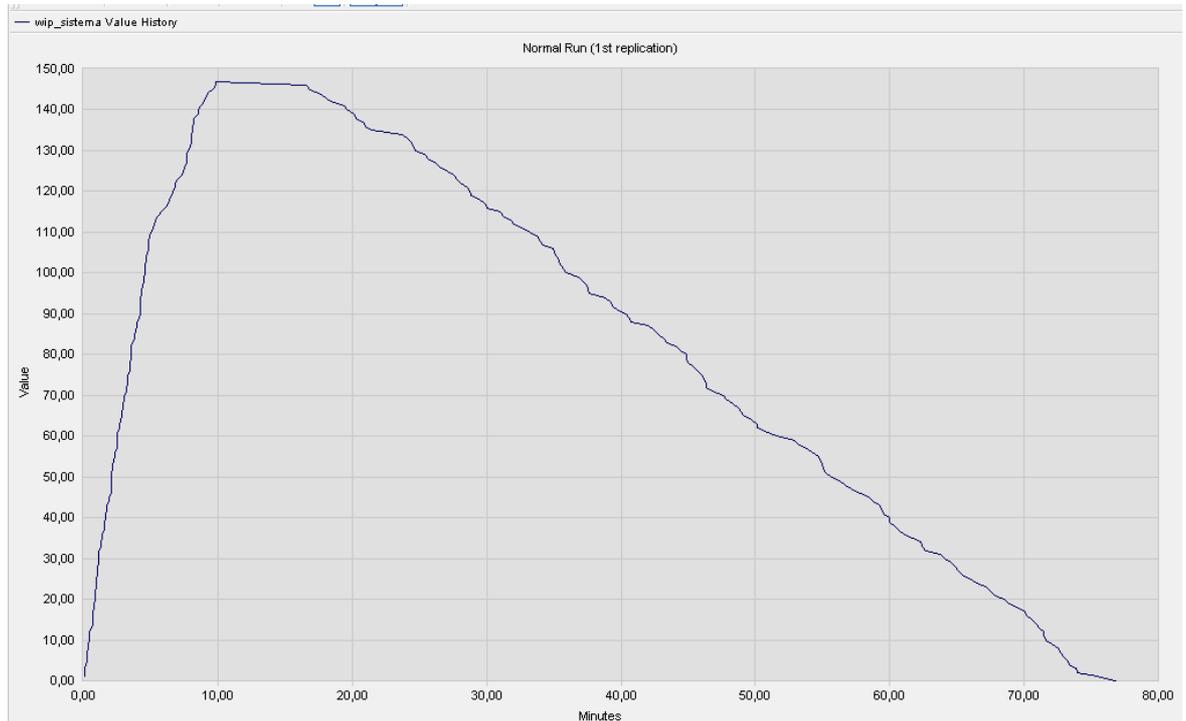


FIGURA 57. Personas en el Sistema del Modelo Desembarque de Vuelos Internacionales

El comportamiento del número de personas en el sistema, figura 57, es conforme a las situación del sistema, se identifica un llenado del sistema en los primeros 10 minutos, tiempo que utilizan los pasajeros para desembarcar del avión, acercarse al muelle de llegadas internacionales e iniciar el proceso, luego se marca una clara tendencia a la disminución de la variable que se refiere a las personas que están siendo atendidas.

Es importante anotar que las figuras de Tiempo de Ciclo y de WIP, muestran una tendencia muy marcada, ya sea al incremento o a decremento, lo que indica una estabilidad de los tiempos de operación de las actividades.

#### 4.9 MODELO DESEMBARQUE DE VUELOS NACIONALES

Los datos que se muestran a continuación son el resultado de 30 corridas de simulación del modelo 09. El número de personas atendidas es de 147 PAX que corresponde a 100% de los pasajeros, quiere decir que el sistema es capaz de atender a todos los pasajeros. Las entidades se caracterizaron como pasajeros individuales haciendo la consideración que aproximadamente el 10% de los pasajeros no trae equipaje de bodega por lo tanto no espera en la banda, mientras que el otro 90% debe de esperar su equipaje en la banda. El tiempo promedio utilizado para esto es de 28 minutos.

#### INDICADORES

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes indicadores asociados al modelo de simulación en el software ProModel:

Nombre	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
TC Sistema*	1.85	22.05	12.32
TH Sistema*	0.38	6.00	4.06
WIP Sistema*	0.00	133.97	69.24

Tabla 27. Indicadores de desembarque vuelos nacionales

Los indicadores muestran que el sistema es capaz de atender al volumen de pasajeros asignados y de evacuarlos fácilmente, y solo depende del tiempo que demoran las personas en recoger su equipaje y salir de la zona de llegada nacional.

El figura 58, muestra como el tiempo de ciclo tiene una línea ascendente que aunque varia mostrando picos, representa realidad, ya que al principio cuando los valores son pequeños estos pertenecen a los pasajeros que llevan solo equipaje

de mano y luego va en aumento mostrando que los pasajeros que más demoran esperando sus maletas son los que tienen el tiempo de ciclo más alto.

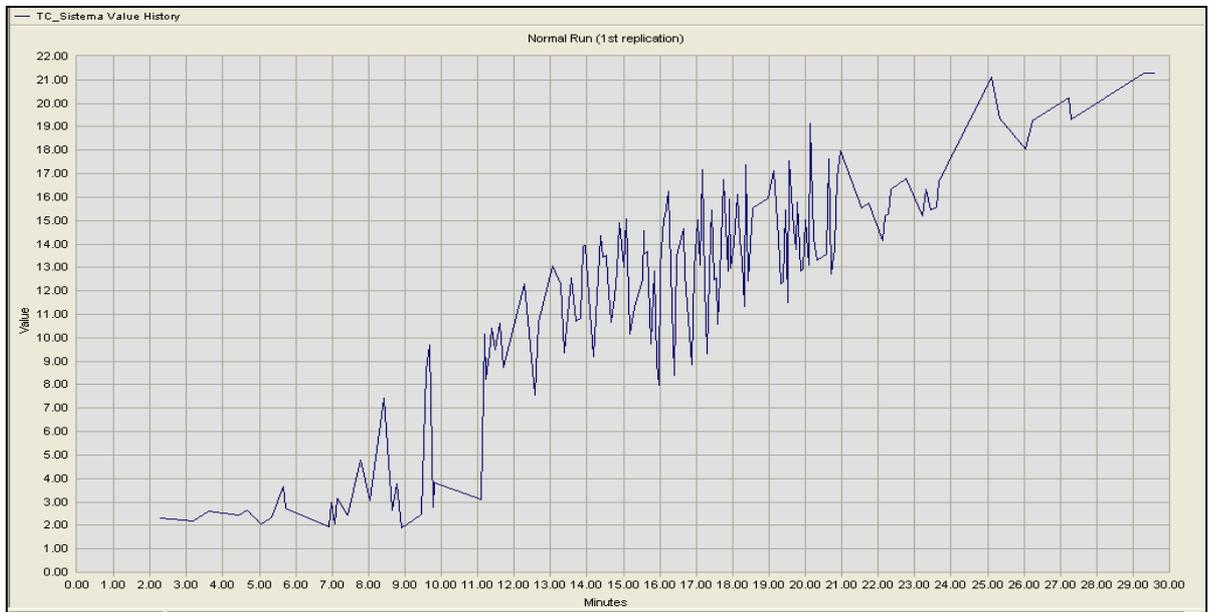


FIGURA 58. Tiempo de Ciclo Modelo Llegadas Nacionales



FIGURA 59. Tasa de Salida Modelo Llegadas Nacionales

Con relación a la tasa de salida, en la figura 59 se evidencia que muestra un comportamiento ascendente debido a que en los primeros minutos solo salen los pasajeros que no traen equipaje de bodega, después de esto los valores aumentan desmesuradamente porque los pasajeros recogen su equipaje de mano y abandonan la zona de llegadas nacionales, la variable toma grandes valores debido a que la actividad que regula la salida tiene un tiempo de operación mínimo, siendo el sistema capaz de evacuar a más de 7 personas en un minuto.

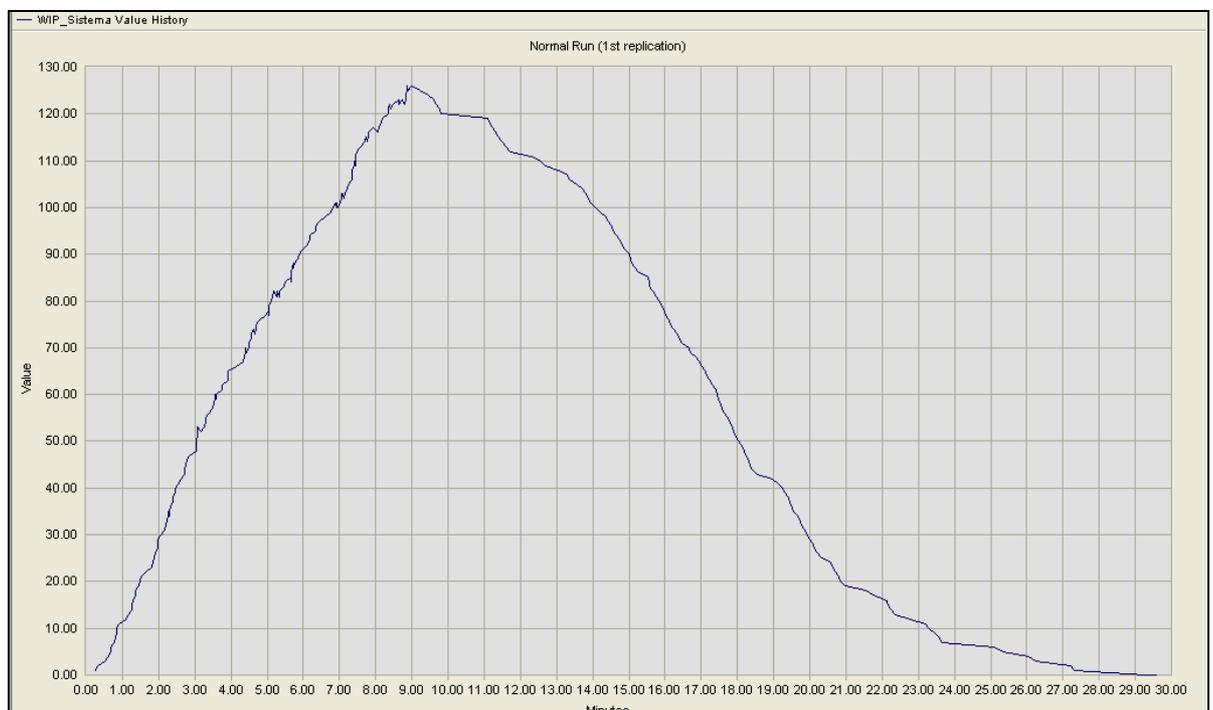


FIGURA 60. Personas en el Sistema Modelo Llegadas Nacionales

En la figura 60, se observa que el número de personas en el sistema aumenta rápidamente y permanece cierto tiempo en el sistema, debido a que las personas esperan a recoger sus maletas de la banda transportadora. Luego de un tiempo se desconggestionan el sistema rápidamente debido a que las personas recogen sus maletas y para las personas que quedan se les hace más fácil encontrar su equipaje por lo tanto se produce una evacuación rápida de la zona de llegada nacional.



## **CAPITULO 5: DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y CORRIDAS DE SIMULACIÓN**

### **5.1 DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS PROBADOS EN EL MODELO**

Los escenarios que se plantean a continuación fueron diseñados buscando el cumplimiento de diferentes requisitos de SACSA, para cada modelo de embarque de vuelos internacionales se plantean 2 escenarios (estos vuelos debido a que según los actores del AIRN, son los procesos que mayor trauma generan a cada uno de ellos), el primero es aquel en el cual los tiempos de operación son estandarizados, es decir, dentro de las características del sistema, el equipo determinó que las observaciones realizadas de los tiempos utilizados por las diferentes actividades para la atención de los pasajeros están dentro de un rango muy amplio con respecto al promedio de las operaciones, esto trae como consecuencia que:

- ✓ Los tiempos totales de ciclo de los pasajeros varíen mucho de uno a otro.
- ✓ Inestabilidad en el comportamiento de la variable durante el proceso.
- ✓ Sistema poco sensible a cambios y/o mejoras que se plantee, ya que estas serán absorbidas por la variación.
- ✓ No le da continuidad al proceso, haciendo que en cualquier momento, cualquiera de las estaciones pueda ser el cuello de botella.
- ✓ Se dificulte la identificación de las operaciones más lentas y su incidencia en el proceso.

Para la elaboración de estos escenarios, se tomaron los tiempos promedios de cada operación como medida de tendencia central de las diferentes actividades y se ajustaron a una distribución de tipo Normal con una desviación estándar del

10% del promedio de la duración de la operación. Cabe anotar que en estos escenarios no se hacen modificaciones a las capacidades instaladas de los sistemas ni a las operaciones como tales.

Los resultados generales de estos escenarios son una pequeña mejoría de los indicadores de los sistemas, sin embargo, este es un paso necesario para lograr las mejoras sustanciales de los procesos. Es importante recalcar que para lograr este primer escenario no se requieren implementaciones ni cambios en las capacidades de los sistemas, sin embargo, se hace necesario indagar con profundidad los porque de algunas tareas que se realizan durante las diferentes actividades con el fin de establecer no solo los parámetros para la ejecución uniforme, sino también identificar posibles puntos de mejoras que permitan la disminución de los tiempos de operación.

El segundo escenario es en el cual el tiempo de ciclo (TC) del pasajero es de 30 minutos en promedio. Actualmente, solo el modelo 01 Vuelo a Miami por Avianca, tiene un promedio muy por encima de esta meta, con la condición que el vuelo se realiza con la máxima capacidad (147 PAX), los demás modelos están muy cerca o por debajo de este promedio, con la característica que las capacidades que manejan los vuelos con destino España y Panamá, son cerca de la mitad de la capacidad total del vuelo (80 y 70 PAX respectivamente).

Para estos modelos de salida de vuelos internacionales con destino España y Panamá, se realizaron escenarios donde se lleva el tiempo de ciclo del pasajero a 30 minutos cuando se utiliza la máxima capacidad, ya que como se anotó en el Capítulo Cuarto, para estos modelos al aumentar la capacidad del sistema, las condiciones de atención se degeneran y los tiempos de ciclo son superiores a los 30 minutos.

La operación de Antinarcóticos se reconoce como la actividad con mayor tiempo

de operación, pero igualmente una de las más delicadas, por esto se recomienda en los escenarios que se habilite un servidor independiente para la revisión de equipaje de aquellos pasajeros que demuestren un perfil de tráfico o portes de elementos prohibidos, los cuales requieren unos tiempos de atención, muy superiores al promedio de los demás pasajeros y que actualmente inciden en la congestión del sistema. Caso similar se propone para las operaciones en el Counter, donde se recomienda se dispongan de herramientas que permitan la atención ágil de pasajeros “especiales” (ejemplo, pasajeros de conexión) los cuales requieren mayores tiempos de operación.

Los escenarios para las salas de espera Internacional, también corresponden a una estandarización de los tiempos de operación, y un escenario en el cual se plantean adecuaciones que se planean hacer a las locaciones en el corto plazo por parte de SACSA.

## 5.2 RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS

**5.2.1 Escenarios modelo vuelo Miami- Avianca.** Para llegar a un tiempo de ciclo promedio de 30 minutos, requerido por la Sociedad Aeroportuaria de la Costa como escenarios de simulación, se tienen dos opciones de evaluación:

	<b>Opción A</b>		
<i>VARIABLE</i>	<i>Valor Mínimo</i>	<i>Valor Máximo</i>	<i>Promedio</i>
tc aerocivil*	1,16	3,49	1,79
tc screen*	1,97	20,62	10,61
tc antinarcotico*	0,22	14,09	6,39
tc pagos*	1,94	4,65	2,77
tc counter*	4,54	14,47	9,02
<b>tc sistema*</b>	<b>11,79</b>	<b>47,33</b>	<b>30,32</b>
th aerocivil*	0,10	0,29	0,22
th screen*	0,20	1,22	0,98
th antinarcotico*	0,19	1,16	0,89

th pagos*	0,14	1,13	0,85
th counter*	0,07	1,04	0,76
<b>th sistema*</b>	<b>0,05</b>	<b>1,04</b>	<b>0,75</b>
wip aerocivil*	0,00	3,03	0,99
wip screen*	0,00	30,17	15,05
wip antinarcotico*	0,00	16,27	8,76
wip pagos*	0,00	10,33	3,98
wip counter*	0,00	22,13	12,36
<b>wip sistema*</b>	<b>0,00</b>	<b>60,57</b>	<b>37,47</b>

Tabla 28. Opción A para reducir tiempo de ciclo modelo Miami- Avianca

Requisitos:

1. Estandarización de los tiempos de operación con base en el promedio actual, con desviación del 10 % del mismo promedio.
2. Tres puestos de atención en Screen (Actual).
3. Revisión de maletas 50 % del total. (Actualmente 70 %, se requiere inversión tecnológica).Policía Antinarcóticos debe disminuir este 50% de equipaje requisado.
4. 6 Puntos de revisión de equipaje (se recomienda que uno de estos tome solo equipaje que requiera atención especial).
5. 3 Puestos de atención en pago de tasa aeroportuaria (actualmente 2).
6. 3 Counters adicionales (actualmente 6 en promedio).

VARIABLE	Opción B		
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
tc aerocivil*	1,17	3,67	1,75
tc screen*	1,92	20,39	10,35
tc antinarcotico*	0,19	14,31	6,18
tc pagos*	1,95	4,92	2,80
tc counter*	3,96	16,53	9,34
<b>tc sistema*</b>	<b>10,95</b>	<b>49,01</b>	<b>29,97</b>
th aerocivil*	0,12	0,32	0,23
th screen*	0,22	1,22	0,98
th antinarcotico*	0,19	1,16	0,89
th pagos*	0,15	1,13	0,86
th counter*	0,07	1,03	0,76
<b>th sistema*</b>	<b>0,06</b>	<b>1,03</b>	<b>0,75</b>

wip aerocivil*	0,00	3,13	0,97
wip screen*	0,00	29,80	14,67
wip antinarcotico*	0,00	16,37	8,40
wip pagos*	0,00	10,57	4,01
wip counter*	0,00	21,80	12,31
<b>wip sistema*</b>	<b>0,00</b>	<b>59,37</b>	<b>36,03</b>

Tabla 29. Opción B para reducir tiempo de ciclo modelo Miami- Avianca

#### Requisitos:

1. Estandarización de los tiempos de operación con base en el promedio actual, con desviación del 10 % del mismo promedio.
2. Tres puestos de atención en Screen (Actual).
3. Revisión de maletas 50 % del total. (Actualmente 70 %, se requiere inversión tecnológica). Policía Antinarcóticos debe disminuir este 50% de equipaje requisado.
4. 6 Puntos de revisión de equipaje (se recomienda que uno de estos tome solo equipaje que requiera atención especial).
5. 3 Puestos e atención en pago de tasa aeroportuaria (actualmente 2).
6. Reducción del tiempo de operación de Counter en un minuto.

#### 5.2.2 Escenarios modelo vuelo chárter internacional-AVIANCA.

Vuelo con 150 PAX

VARIABLE	Adecuación del Sistema		
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
tc antinarcotico*	4,20	14,81	9,18
tc pagos*	2,46	5,77	3,87
tc counter*	3,14	5,11	4,15
<b>tc sistema*</b>	<b>10,11</b>	<b>22,79</b>	<b>16,20</b>
th antinarcotico*	0,45	2,13	1,57
th pagos*	0,29	1,64	1,37
th counter*	0,19	1,46	1,23
<b>th sistema*</b>	<b>0,19</b>	<b>1,46</b>	<b>1,23</b>
wip antinarcotico*	0,00	30,00	15,00

wip pagos*	0,00	13,07	6,98
wip counter*	0,00	12,07	7,29
<b>wip sistema*</b>	<b>0,00</b>	<b>37,27</b>	<b>19,47</b>

Tabla 30. Indicadores modelo Charter-internacional-Avianca con 150 PAX

Requisitos:

1. Utilizar un puesto más para el cobro de la tasa aeroportuaria
2. Utilizar un tiempo de diferencia entre las llegadas de los buses con los pasajeros de 20 minutos.

### 5.2.3 Escenarios modelo vuelo internacional-COPA.

Vuelo con 124 PAX

VARIABLE	Tiempo de Cico de 30 MIN		
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
tc llegada*	0,89	15,53	7,49
tc antinarcotico*	8,83	21,37	15,01
tc pagos*	1,08	6,32	2,78
tc counter*	4,91	15,31	10,50
<b>tc sistema*</b>	<b>9,05</b>	<b>46,64</b>	<b>30,67</b>
th llegada*	0,80	1,44	1,37
th antinarcotico*	0,09	0,83	0,68
th pagos*	0,23	1,16	1,00
th counter*	0,10	1,03	0,84
<b>th sistema*</b>	<b>0,00</b>	<b>1,03</b>	<b>0,84</b>
wip llegada*	0,00	22,10	10,10
wip antinarcotico*	1,00	52,50	33,23
wip pagos*	0,00	7,87	2,95
wip counter*	0,00	15,77	11,32
<b>wip sistema*</b>	<b>0,00</b>	<b>46,43</b>	<b>33,06</b>

Tabla 31. Indicadores modelo COPA-internacional con 124 PAX

Requisitos:

1. Estandarización de los tiempos de operaciones promedio con una desviación

del 10%

2. 1 en Aerocivil
3. 2 en Entrevista (actualmente 1)
4. Revisión del 70% de Equipaje (Ayuda de Inversión tecnológica "Scanner")
5. 8 en Revisión de Maletas
6. 2 en Pago de Tasa Aeroportuaria (actualmente 1).
7. 6 en Counters (actualmente 4).

#### 5.2.4 Escenarios modelo vuelo internacional – DESACOL.

Vuelo con 124 PAX

VARIABLE	Tiempo de Ciclo 30 (Mín)		
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
tc llegada*	0,91	15,90	8,75
tc antinarco*tico*	9,67	24,37	16,70
tc pagos*	1,34	5,93	3,04
tc counter*	3,86	7,49	5,50
<b>tc sistema*</b>	<b>9,31</b>	<b>43,60</b>	<b>28,74</b>
th llegada*	0,85	1,45	1,39
th antinarco*tico*	0,08	0,81	0,67
th pagos*	0,18	1,16	0,97
th counter*	0,10	1,10	0,88
<b>th sistema*</b>	<b>0,10</b>	<b>1,10</b>	<b>0,88</b>
wip llegada*	0,00	22,70	11,96
wip antinarco*tico*	0,00	23,70	15,19
wip pagos*	0,00	7,90	3,37
wip counter*	0,00	9,40	6,12
<b>wip sistema*</b>	<b>0,00</b>	<b>47,77</b>	<b>33,10</b>

Tabla 32. Indicadores modelo DESACOL-internacional con 124 PAX

Requisitos:

1. Estandarización de los tiempos de operación con base en el promedio actual, con desviación del 10 % del mismo promedio.

2. 2 Puestos de atención para pago de tasa aeroportuaria (Actualmente 1 puesto).
3. 8 Puntos de revisión de equipaje (actualmente 7), se recomienda que uno adicional tome solo equipaje que requiera atención especial.
4. Ampliación del número de Counter a 6 (actualmente se trabaja con 4).
5. 2 Puestos de entrevista antinarcóticos (actualmente 1)

**5.2.5 Escenarios modelo sala de abordaje internacional.** El siguiente escenario fue construido teniendo en cuenta sugerencias hechas por el personal de SACSA, ya que se tiene previsto para un corto plazo realizar una serie de adecuaciones a la zona de abordaje internacional.

Las adecuaciones son:

- Dos filtros de seguridad a la entrada en Sala (Actualmente un solo filtro)
- Revisión de equipaje de mano 70% (Actualmente se realiza 100%)
- 5 puestos permanentes para revisión de equipaje (Actualmente son 4 y no están durante todo el tiempo destinado para esto)
- 6 puestos de atención DAS (Actualmente son 3 y no están durante todo el tiempo destinado para esto).
- Dos unidades de Garret en puerta de embarque (Actualmente se utilizan 2, pero uno empieza a trabajar aprox. 50 minutos después de habilitada la estación). *Este punto aplica solo para la salida internacional a Miami - Avianca.*

Luego de evaluar los modelos con las adecuaciones anteriormente nombradas, se obtuvieron los siguientes resultados:

Salida Internacional a Miami – Avianca 147 PAX.

<b>Adecuaciones a Sala Internacional</b>			
<i>VARIABLE</i>	<i>Valor Mínimo</i>	<i>Valor Máximo</i>	<i>Promedio</i>
tc anfitrión*	0,54	15,98	6,24
tc escanner1*	0,70	0,94	0,82
tc antinarcótico*	1,71	2,75	2,23
tc das*	0,91	1,51	1,21
tc espera*	0,00	63,99	18,93
tc escanner2*	0,77	16,38	8,51
<b>tc sistema*</b>	<b>4,16</b>	<b>69,05</b>	<b>37,61</b>
th anfitrión*	0,44	1,65	1,34
th escanner1*	0,32	1,63	1,31
th antinarcótico*	0,18	1,13	0,88
th das*	0,18	1,58	1,23
th escanner2*	1,24	6,31	5,80
<b>th sistema*</b>	<b>0,01</b>	<b>1,51</b>	<b>0,86</b>
wip anfitrión*	0,00	33,30	12,62
wip escanner1*	0,00	3,00	1,39
wip antinarcótico*	0,00	5,73	2,87
wip das*	0,00	5,90	2,33
wip espera*	0,00	101,87	35,46
wip escanner2*	0,00	103,50	51,72
<b>wip sistema*</b>	<b>0,00</b>	<b>129,47</b>	<b>63,03</b>
<b>Tiempo antesala*</b>	<b>3,94</b>	<b>20,25</b>	<b>10,48</b>
<b>Tiempo operación*</b>	<b>3,79</b>	<b>33,26</b>	<b>18,68</b>

Tabla 33. Indicadores modelo sala de abordaje internacional Miami-Avianca con 147 PAX

Salida Internacional Charter – Avianca 150 PAX.

<b>Adecuaciones a Sala Internacional</b>			
<i>VARIABLE</i>	<i>Valor Mínimo</i>	<i>Valor Máximo</i>	<i>Promedio</i>
tc anfitrión*	0,54	17,78	7,98
tc escanner1*	0,72	0,94	0,82
tc antinarcótico*	1,73	3,01	2,27
tc das*	0,91	1,53	1,21
tc espera*	6,78	94,17	45,03
<b>tc sistema*</b>	<b>33,37</b>	<b>98,69</b>	<b>62,88</b>
th anfitrión*	0,46	1,68	1,36
th escanner1*	0,30	1,19	0,96
th antinarcótico*	0,18	1,16	0,91
th das*	0,19	1,62	1,25

<b>th sistema*</b>	<b>0,01</b>	<b>1,35</b>	<b>0,70</b>
wip anfitrión*	0,00	36,70	16,16
wip escanner1*	0,57	45,07	22,68
wip antinarcoótico*	0,00	5,93	3,11
wip das*	0,00	5,87	2,43
wip espera*	0,00	150,00	75,00
<b>wip sistema*</b>	<b>0,00</b>	<b>150,00</b>	<b>75,00</b>
<b>tiempo antesala*</b>	<b>3,65</b>	<b>22,08</b>	<b>12,73</b>
<b>tiempo operación*</b>	<b>3,46</b>	<b>32,51</b>	<b>17,85</b>

Tabla 34. Indicadores modelo sala de abordaje internacional charter-Avianca con 150 PAX

### Salida Internacional DESACOL 80 PAX

VARIABLE	Adecuaciones a Sala Internacional		
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
tc anfitrión*	0,55	3,36	1,27
tc escanner1*	0,72	0,92	0,82
tc antinarcoótico*	1,42	2,19	1,80
tc das*	1,13	1,80	1,46
tc espera*	17,50	93,10	51,82
<b>tc sistema*</b>	<b>28,62</b>	<b>97,90</b>	<b>60,28</b>
th anfitrión*	0,34	1,10	0,84
th escanner1*	0,24	0,80	0,60
th antinarcoótico*	0,17	0,78	0,57
th das*	0,16	1,04	0,76
<b>th sistema*</b>	<b>0,01</b>	<b>0,75</b>	<b>0,39</b>
wip anfitrión*	0,00	6,97	2,16
wip escanner1*	0,37	23,07	11,91
wip antinarcoótico*	0,00	4,47	1,93
wip das*	0,00	5,67	2,17
wip espera*	0,00	80,00	40,00
<b>wip sistema*</b>	<b>0,00</b>	<b>80,00</b>	<b>40,00</b>
<b>tiempo antesala*</b>	<b>3,82</b>	<b>7,45</b>	<b>5,31</b>
<b>tiempo operación*</b>	<b>3,76</b>	<b>12,62</b>	<b>8,46</b>

Tabla 35. Indicadores modelo sala de abordaje internacional DESACOL con 80 PAX

**5.2.6 Escenarios modelo llegadas internacionales.** El proceso de llegadas internacionales tiene una característica diferente a los demás modelos, en los tiempos necesarios para la toma de equipaje por parte de los pasajeros, los

tiempos para esta operación se encuentran sesgados ya que son dependientes de la operación anterior que es la de migración, esto dificulta la simulación y construcción de escenarios, por esto se utilizan herramientas diferentes a la simulación de proceso como es el balanceamiento de línea, con esto se quiere determinar la distribución adecuada de recursos para lograr la atención de un vuelo de 147 pasajeros en 30 minutos, evento que actualmente ocurre aproximadamente en 90 minutos dependiendo del número de servidores que sean dispuestos para la actividad de migración quien se identifica como el cuello de botella para este proceso.

La técnica de balanceamiento de línea permite determinar la cantidad de estaciones necesarias para atender un volumen de pasajeros en un intervalo de tiempo establecido:

Se establece como parámetro los tiempos de operación de cada estación, luego con estos tiempos se determina la tasa de atención que no es más que la cantidad de pasajeros que se podrían atender durante un intervalo de tiempo. Seguido se determina el tiempo disponible para esto, en nuestro caso este equivale a 0.5 horas (30 minutos) y por último se establece como un evento. Con todos estos parámetros se determina la capacidad del sistema, la cual se debe igualar con los requerimientos de atención que para este caso son 147 pax.

	Migración	Escáner	Rev. Equipaje
Pasajeros a atender	147	147	45
Tiempo de operación	1,20	0,40	1,53
Tasa de servicio	0,83	2,50	0,65
Número estaciones	6,00	2,00	3,00
Tiempo disponible (H)	0,50	0,50	0,50
Capacidad	150,00	150,00	58,82

Tabla 36. Balanceamiento de línea llegadas internacionales

Para atender la llegada de un vuelo internacional de 147 pax, y que el tiempo total de atención se aproximara a los 30 minutos, sería necesario:

- Disminuir el tiempo de operación del DAS de 1.4 min a 1.2 min, y utilizar 6 servidores desde el inicio hasta el final del proceso.
- Se necesitan 2 puestos de escáner para la revisión de equipaje, actualmente se utiliza 1, y mantener el tiempo de operación en 0.4 min.
- Mantener el porcentaje de revisión de equipaje en el 30% del total de pasajeros, mantener los tiempos de operación en 1.53 min. Y utilizar 3 servidores permanentes.

## **CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los espacios disponibles son suficientes para los procesos y actividades que se realizan actualmente, teniendo en cuenta que en los procesos de embarque de vuelos internacionales tanto en la zona de counter nacional, como en la de counter internacional, los espacios son apenas justos y no permiten ningún tipo de holgura cuando se utilizan las capacidades máxima. Caso similar ocurre para la sala de espera internacional, donde la capacidad es de 156 PAX cuando las máximas capacidades que se manejan son de 147 PAX, dejando un pequeño margen. Las condiciones se degeneran y obligan a tomar acciones de emergencia.

Es importante anotar que la insuficiencia de espacios se presenta solo cuando se dan vuelos múltiples en las diferentes zonas, es decir, cuando una aerolínea tiene varios vuelos programados en la misma hora, o cuando dos aerolíneas programan salida de vuelos a la misma hora en la zona de counter internacional, se debe esperar a que se atienda primero un vuelo y luego el otro, por que no pueden atenderse al mismo tiempo.

La zona de abordaje nacional maneja una mayor holgura en cuanto a espacios y esta diseñada de tal manera que puede adaptarse a las condiciones de capacidad que se den en determinado momento, ya sea para bajo o alto flujo de pasajeros.

Los tiempos de operación para los procesos de embarque internacional, no se manejan dentro de un estándar haciendo que difieran los tiempos de atención entre un pasajero y otro, esto crea diferentes traumatismos en el sistema como que los tiempos de atención entre pasajeros varíen mucho, que el sistema sea

poco sensible a cambios o propuestas de mejoras que se hagan, que el proceso no se continuo dificultando la identificación de los cuellos de botellas.

Se recomienda la búsqueda de estándares para las operaciones que se realizan, este puede hacerse a través de los promedios que actualmente se manejan, pero lo ideal que se analizara a profundidad las diferentes tareas que se realizan en cada una de las actividades buscando identificar las razones por las cuales se dan estas variaciones y cuales serían los tiempos realmente necesarios para la atención.

La forma como llegan los pasajeros a los procesos de embarque juega un papel fundaméntela tanto en los tiempos de espera a los que se encuentran sometidos como al cumplimiento de las horas programadas para la salida de los vuelos. Esta es una variable muy delicada de la cual las aerolíneas deben preocuparse por tener mayor control, y estipular horarios permanentes para la atención de los pasajeros independientemente se aun puede haber tiempo para atenderlo o no.

Un aspecto importante es la suficiencia que tienen los procesos para cumplir con los requerimientos y los tiempos estipulados, es decir, todos los procesos son capaces de atender a todos los pasajeros dentro de los parámetros establecidos, tanto que si en determinado momento se visiones que no se puede cumplir, el sistema se ajusta y toma acciones correctivas para lograr estar a tiempo. Pero la situación es compleja cuando se presentan vuelos múltiples, las condiciones de las locaciones se degeneran y ya los actores se ven influenciados por otros y pierden total autonomía para garantizar el cumplimiento conforme de los vuelos.

En los proceso de embarque se identifican operaciones más lentas que otras, estas diferencias de tiempos son niveladas con la utilización de más servidores, y aunque se identifiquen cuellos de botellas, se puede concluir que los procesos están balanceados a cumplir con los tiempos establecidos, es decir, si la zona de facturación debe atender 147 PAX en 180 minutos, las operaciones están

balanceadas para esto, con el fin de garantizar el cumplimiento de los términos de vuelo, más esto es independiente de la forma como son atendidos los pasajeros, aunque se cumpla con los requerimientos, es importante analizar las condiciones a las cuales son sometidos los pasajeros para el cumplimiento de estos.

Es importante recalcar la conveniencia del trabajo en equipo, aunque se identificó por medio de entrevista que diferentes actores del sistema poseen objetivos opuestos y las actividades que desarrollan van en búsqueda del cumplimiento de los propios, es necesario que se mejoren las comunicaciones y relaciones entre los actores, se deben buscar puntos de concertación en que cada entidad pueda cumplir sus metas.

La figura que se presenta a continuación nos dan una muestra clara de cuales son las operaciones más rápidas y cuales crean la congestión, las líneas que se encuentran por encima de la curva de llegadas, son aquellas que tienen la capacidad suficiente para atenderles al ritmo que se van dando las llegadas, las que se encuentran cerca y hacen contacto con la curva, son las actividades que generan congestión en determinados momentos del sistema y más cuando estas muestran alta variabilidad, las que están por debajo de la curva de llegada son en las que se debe empezar a trabajar de inmediato, por que son las que no tienen capacidad para llevar el ritmo de las llegadas y les toma mucho más tiempo lograr atender a todos los pasajeros que llegan.

Para el caso de las llegadas el eje vertical representa los pasajeros que ha llegado con relación al tiempo, y el eje horizontal el instante de tiempo en que han llegado, es decir que cada punto de dicha curva muestra cuantas personas han llegado en algún instante de tiempo.

El resto de rectas utilizan el eje vertical para mostrar una cantidad de pasajeros, y el eje horizontal muestra los minutos necesarios para su atención es decir, cada

punto de la curva representa cuantos minutos son necesarios para atender una determinada cantidad de pasajeros.

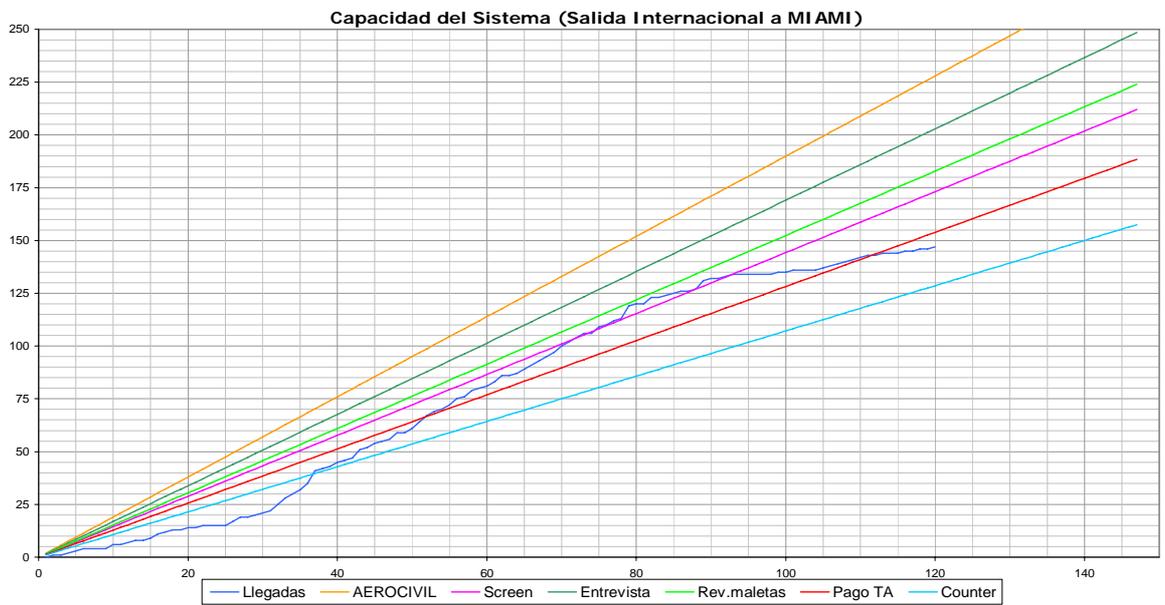


FIGURA 61. Capacidad del sistema Sala Internacional a Miami

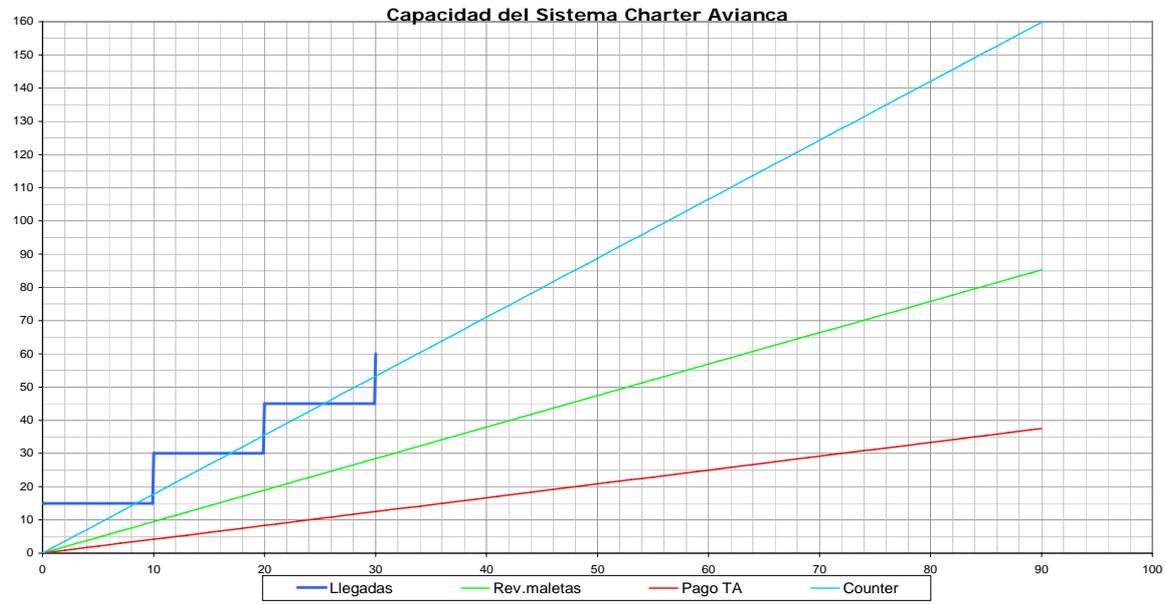


FIGURA 62. Capacidad del sistema Charter Avianca

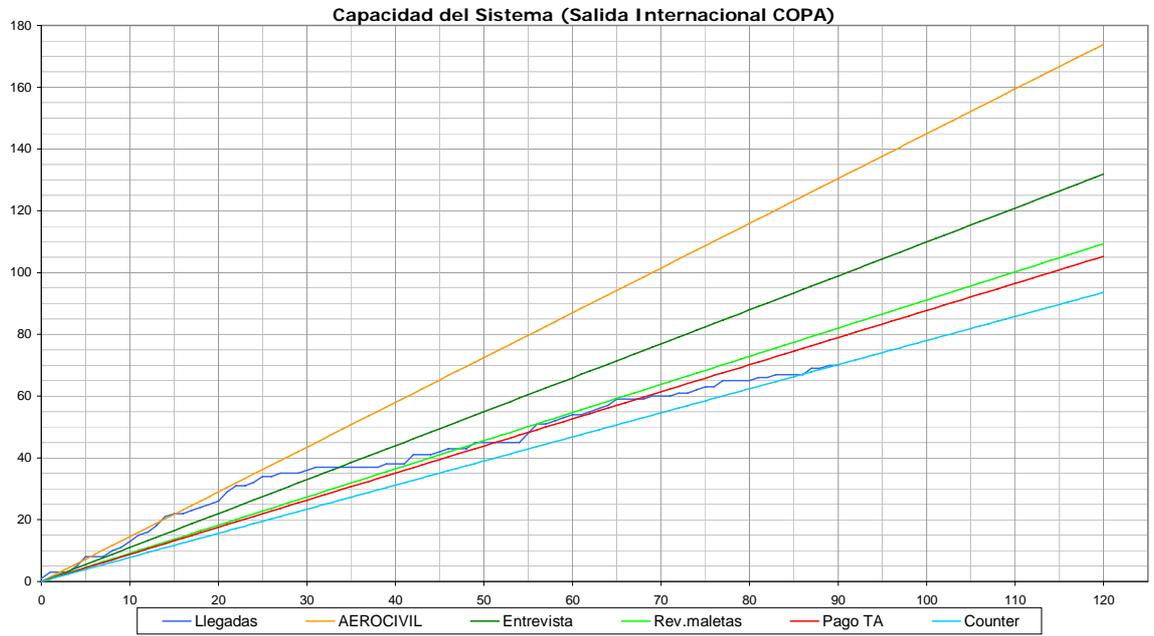


FIGURA 63. Capacidad del sistema Salida Internacional COPA

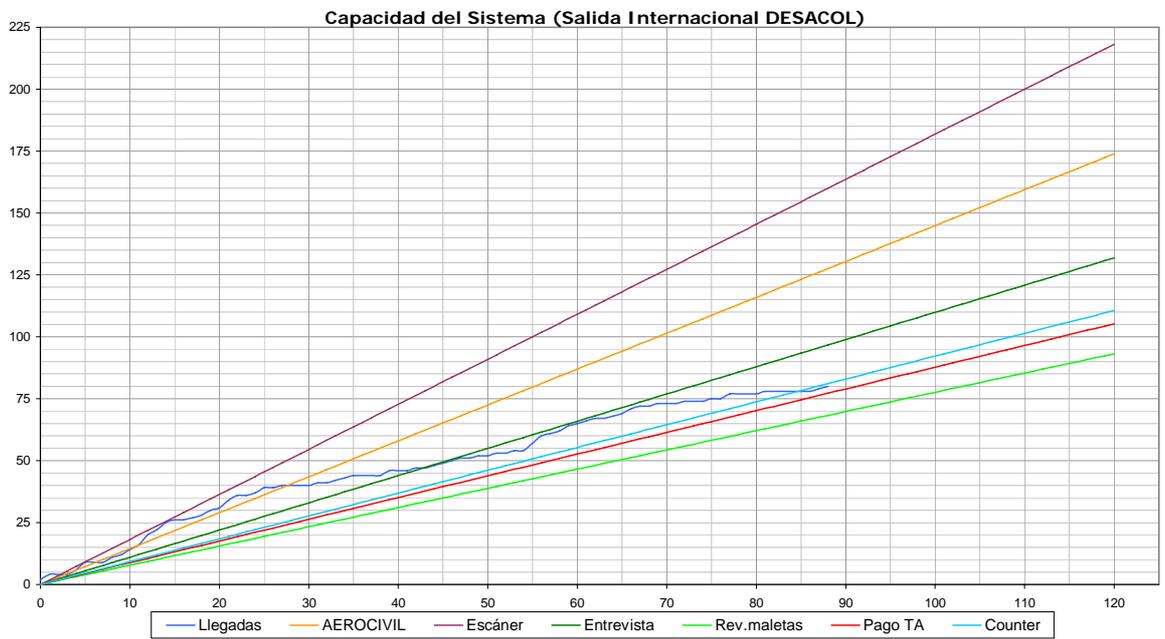


FIGURA 64. Capacidad del sistema Salida Internacional DESACOL

## **6.1 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES**

Se recomienda la adopción e implementación de un protocolo para la atención de pasajeros en la aeropuerto internacional Rafael Núñez, en el cual se establecen tiempos de operación, servidores y condiciones que se deben cumplir para lograr unos mínimos para la atención.

Se recomienda que el personal que deba entrar en contacto con los pasajeros de vuelos internacionales maneje el idioma inglés para facilitar las diferentes actividades.

Se recomienda utilizar persona adicional para operaciones que demanden altos tiempos de operación como los que se dan en las estaciones de antinarcóticos y counter, con el fin de lograr que la otras estaciones puedan seguir atendiendo a los pasajeros promedio.

Se recomienda trabajar en la información del pasajero, ya sea por medio de personal de las entidades involucradas en los procesos o por medio de avisos de las diferentes actividades que deben cumplir para cada proceso.

Revisar las actividades que se dan en los counter de AVIANCA para la atención de vuelos charter, y en el counter de DESECOL, ya que estos manejan tiempos de operación menores que el resto de counter y se podrían identificar acciones de mejoras.

Es importante trabajar en mejorar las condiciones para la atención de pasajero, se identificaron diferentes aspectos que podrían ayudar a conseguir este objetivo. La revisión por parte de antinarcóticos es una de las actividades que causa mayor traumatismo a los pasajeros y la más incómoda, por esto se recomienda:

1. El personal que realice la revisión del equipaje debe evitar en lo posible la comunicación con el pasajero, en aras de disminuir el tiempo de operación y evitar dificultades que puedan presentarse durante estas actividades como son la pérdida de objetos o la entrega de elementos al personal de antinarcóticos por diferentes razones.
2. Que el personal que realice la inspección tenga total disponibilidad de los elementos que utiliza como los guantes (se identificó una disponibilidad adecuada), cintas para cerrar elementos inspeccionados que por ser compartida aumenta los tiempos de operación, ya que debe esperar a que otro la desocupe, desplazarse a recogerla y llevarla a su puesto de inspección, se identificó una deficiencia en palillos para la inspección, estos no deben ser reutilizados, ya que su aplicación es para paquetes de alimentos o de aseo personal aspectos que son apreciados mal por el pasajero. Se recomienda para el tipo de equipaje que lleva alimentos utilizar entre 2 y 3 palillos por pasajero, y un solo palillo para pasajeros de equipaje sencillo que solo tenga vestimenta y artículos de aseo personal.
3. Mejorar las relaciones y comunicaciones con los diferentes actores de los procesos, en aras de hacer una buena programación del personal disponible y los requerimientos que se tengan para el cumplimiento de los objetivos y de igual manera lograr una programación conjunta de actividades donde todos los actores conozcan de antemano las condiciones en las que se dará el proceso y los tiempos de atención que serán requeridos.
4. Fortalecer el proceso para la identificación del perfil de pasajeros traficantes de estupefacientes, con el fin de disminuir los porcentajes de inspección de equipajes a por lo menos un 50% del total de maletas (actualmente se manejan porcentajes entre el 70% y el 30%). Determinar los requerimientos de ayuda o de inversión tecnológica que sean necesarios con el fin de minimizar los

tiempos y porcentajes de revisión que son necesarios.

5. Dentro del estudio se identificaron diferentes factores que pueden marcar una tendencia de los tiempos de operación al momento de operativo, entre esto se encontraron los tipos de pasajeros y también los destinos de los vuelos, se recomienda a las autoridades de antinarcóticos establecer algunos parámetros para la atención de los diferentes vuelos que permitan conocer de antemano el comportamiento que tendrá el operativo.
6. Se recomienda establecer directrices que deban seguir los diferentes actores y/o personal de la seguridad privada para cuando las autoridades de antinarcóticos no estén, y que permitan empezar o continuar el proceso buscando minimizar el traumatismo a los pasajeros.

El desconocimiento por parte de los pasajeros de las diferentes actividades que deben seguir para cada uno de los procesos, al igual que el manejo que se le da a la documentación en cada etapa son común denominador de cada proceso, por esto se recomienda utilizar anfitriones al inicio de los diferentes procesos que instruyan y ayuden a los pasajeros sobre las diferentes actividades que deben realizar y la solución de las diferentes problemáticas que se le pueden presentar.

La forma en que llegan los pasajeros al aeropuerto para la salida de los vuelos, en especial los vuelos internacionales, son variables fundamentales tanto para los tiempos de ciclo de los pasajeros, como para el cumplimiento de los tiempos para los despegues. Se identificaron diferentes distribuciones de llegadas en las cuales los vuelos no pudieron partir a tiempo o que exigieron acciones correctivas puesto que se visionaba que no podrían cumplir. Se recomienda trabajar por crear una cultura en los pasajeros de llegar a tiempo para sus vuelos, de igual forma incentivar los ingresos a sala de abordaje lo más temprano posible y no esperar hasta últimos minutos para el ingreso. Para el caso específico de los vuelos tipo

charter se recomienda que se llegue a un acuerdo con las agencias de viajes que coordinan las actividades de los turistas en donde se establezca un tiempo de 20 minutos entre las llegadas de los buses que transportan a los pasajeros.

Se recomienda que la sala de abordaje se abra al mismo tiempo que el counter o por lo menos 20 minutos después de empezar actividades el counter, esto con el fin de darle continuidad al proceso general de embarque y dar la disposición a que los pasajeros usen los primeros minutos para la entrada a sala.

## **CAPITULO 7: EVALUACIÓN DE IMPACTO DE MEJORAS APLICADAS**

Luego de haber presentado el pliego de recomendaciones a la Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A., estas fueron examinadas cuidadosamente, ya que todas estas sugerencias se le debían de presentar a las demás entidades involucradas en los procesos de embarque y desembarque de pasajeros en el AIRN, funcionarios de SACSA se encargaron de redactar un texto donde se planteaba con todas las normatividades administrativas cada recomendación a la entidad pertinente, y se realizaron una serie de reuniones entre las entidades (SACSA, autoridades y aerolíneas), para acordar el compromiso y responsabilidades que tiene cada entidad en los procesos desarrollados en el AIRN, todas estas reuniones fueron apoyadas por la vicepresidencia de la republica, debido a que la presidencia tiene como objetivo, mejorar la calidad de Cartagena como destino turístico del país, y uno de los puntos importantes del turismos en una ciudad es su terminal aéreo.

De estas reuniones se obtuvieron resultados favorables, ya que se llegaron a acuerdos con las aerolíneas y autoridades sobre que recomendaciones se implementaran y sobre cuales entidades son directamente responsables por gestionar la implementación de las mejoras.

En general, las aerolíneas se comprometieron a capacitar a sus empleados para prestar un mejor servicio al cliente, y destino a personal extra en los procesos para que sirvan como personal de apoyo a los procesos de embarque y desembarque de pasajeros. Y accedió a reevaluar el funcionamiento de sus actividades para en un futuro modificarlas, unificarlas u omitirlas, de los proceso de embarque y desembarque.

La Policía Nacional y la Policía Antinarcoáticos, se competieron a utilizar más personal y mejor capacitado para la atención de vuelos nacionales e internacionales, también se comprometió a disminuir el número de pasajeros que requisan por vuelos internacionales, definiendo mejor los perfiles de los pasajero, todo esto bajo la condición de que SACSA suministre un escáner para la revisión de equipaje de bodegaje, que servirá de apoyo para decidir si al pasajero de le debe de revisar el equipaje de bodegaje o no.

La Aerocivil en conjunto con SACSA realizó la inversión en tecnología de dos escáneres para la revisión de equipaje de bodegaje, y un escáner para la revisión de equipaje de mano (uno para la zona de hall nacional y otro para el hall internacional). En busca de apoyar las gestiones de mejoras implementadas por la Policía Nacional y la Policía Antinarcoáticos.

Por esto el objetivo de este capítulo es evaluar las mejoras resultantes, luego de la implementación de las sugerencias hechas por el grupo investigador, para la mejora de los procesos de embarque y desembarque en el AIRN. Teniendo en cuenta que para la Sociedad Aeroportuaria de Costa S.A. los procesos claves son los vuelos internacionales, se decidió hacer la evaluación a los vuelos internacionales de mayor importancia y mayor frecuencia, por esto los procesos evaluados fueron:

1. Facturación Miami, AVIANCA.
2. Facturación Panamá, COPA.

Para la evaluación de las mejoras de los procesos mencionados anteriormente se le hizo seguimiento a cinco vuelos con destino a Miami y a cinco vuelos con destino a Panamá. Durante este seguimiento se tuvo la limitante de recurso humano, ya que solo se le permitió a una persona realizar el seguimiento, por lo cual el tamaño de las muestras evaluadas durante cada vuelo, es relativamente

pequeño, y, también se tuvo la limitante de tiempo, ya que el plazo de entrega de tesis de grado no permitió realizar mas mediciones para el seguimiento de los procesos.

Los indicadores comparados por sugerencia de la Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A. fueron el de tiempo promedio de espera, tiempo promedio de operación y tiempo promedio de ciclo. Los cuales se relacionan en la siguiente formula:

$$\textit{Tiempo de Ciclo} = \textit{Tiempo de Operación} + \textit{Tiempo de Espera}.$$

La formula utilizada para el calculo de los indicadores, desprecia los tiempos de caminatas entre estaciones, lo cual también se hizo en los modelos de simulación debido a lo cortos y difíciles de medir que son, además estos tiempos poseen una gran variabilidad ya que el pasajero es libre de caminar entre las estaciones al ritmo que desee y puede conversar o realizar alguna otra actividad durante esas caminatas.

Para poder evaluar los indicadores calculados con las mediciones recientes, con los de la situación pasada, fue necesario introducir a los modelos de simulación de los procesos de facturación Miami y Facturación Panamá, las variables para realizar la medición de el tiempo promedio de espera de los pasajeros y el tiempo promedio de operación de las estaciones.

A continuación se identificaran las mejoras implementadas de las sugerencias hechas en cada caso y se comparan como estas afectaron los indicadores del proceso de medición de los procesos de Facturación Miami y Facturación COPA.

### **7.1. ANALISIS DE MEJORAS FACTURACIÓN MIAMI (AVIANCA)**

Los cambios identificados en este proceso son los siguientes:

- a) Se cambio el orden de las estaciones (*según criterio de Avianca*) y se agregó un escáner para revisar el equipaje de bodegaje, las estaciones quedaron de la siguiente manera:
1. *Aerocivil.*
  2. *Pago de tasa Aeroportuaria<sup>2</sup>.*
  3. *Screen.*
  4. *Entrevista Antinarcóticos.*
  5. *Escáner.*
  6. *Requisa Manual de Equipaje de Mano.*
  7. *Counter.*
- b) Se dispone de una persona para dar información a los pasajeros y dar apoyo a las estaciones, esta persona es llamada Anfitrión y su trabajo es el de informar a los pasajeros cual es el orden de las estaciones y cual es la actividad que se desarrolla en cada una ellas, el tiene la libertad de moverse por todo el lugar donde se desarrolla el proceso y de atender a los pasajeros cuando están en espera de algún servicio (están en cola).
- c) El personal encargado de realizar la entrevista y determinar el perfil de pasajero, fue cambiado por personal mas capacitado, y trabaja en conjunto con el personal de la estación de Screen y Escáner (*información suministrada por Policía Antinarcóticos*).
- d) Se implemento la utilización de un Escáner para la revisión de equipaje de bodegaje, esta mejora y la anterior, fueron hechas en busca de disminuir el numero de pasajeros a los cuales se les revisa el equipaje de mano. El objetivo actual de la Policía Antinarcóticos es el de revisar a menos del 50% de los pasajeros del vuelo, haciendo uso de personal mas capacitado para determinar el perfil del pasajero y del Escáner\*.

---

<sup>2</sup> No todos los pasajeros pasan por esta estación debido a que este pago, se puede hacer con el pasaje, el objetivo de Avianca es eliminar esta estación.

\* Policía Antinarcóticos planea implementar la utilización de un maquina de rastreo de sustancias "lontrack" para disminuir el porcentaje de pasajeros que se revisa por vuelos internacionales.

- e) Se destino un total de 8 funcionarios de Policía Antinarcoóticos para la estación de Requisa de Equipaje de bodegaje y se asignaron a 4 personas de Seguridad Privada para apoyar los procesos de la estación de Escáner y Requisa de Equipaje de Bodegaje.

Los datos de los vuelos observados para realizar la evaluación se muestran en la tabla 37.

Fecha	31/01/07	07/02/07	14/02/07	21/02/2007	28/02/2007
# Pasajeros	79	67	87	76	84
Muestra	6	10	12	6	15

Tabla 37. Datos de vuelos observados de Facturación Miami

Numero promedio de pasajeros =  $78.60 \cong 79$

Para realizar la comparación de situación actual vs. Situación pasada, se utiliza el modelo de simulación de situación definido de la siguiente manera:

Numero de Pasajeros = 80

Estación	Aerocivil	Screen	Entrevista	Requisa de Equipaje de Bodegaje	Pago de Tasa Aeroportuaria	Counter
# Servidores	1	3	1	6	1	4

Tabla 38. Características del modelo de simulación – Facturación Miami.

El numero de Counter definido para la simulación, fue designado por el numero de servidores que permanecen por mas tiempo funcionando en el proceso de Facturación Miami, en este proceso Avianca tiene la ventaja de poder disponer de hasta 10 servidores para la atención de un vuelo.

**7.1.1. Evaluación de indicadores.** La tabla 39, muestra la variación de indicadores de la situación actual con relación a la situación anterior.

	Actual	Pasado	Variación
T espera	8,29	12,45	<b>-33,42%</b>
T operación	23,28	23,09	<b>0,85%</b>
T ciclo	31,58	33,98	<b>-7,09%</b>

Tabla 39. Comparación de Indicadores – Facturación Miami.

Se observa una gran disminución del 33.42% para el indicador de más importancia para la Sociedad Aeroportuaria de la Costa que es el Tiempo de Espera, el cual repercute con la disminución sobre el tiempo de ciclo con un 7.09% y se registra un mínimo aumento en el tiempo del tiempo de operación del 0.85%, lo cual lleva a afirmar que no se a realizado ningún tipo de acción para controlar los tiempos de operación de las estaciones y solo se ha tenido en cuenta la organización de las estaciones del proceso y el numero de pasajeros que son atendidos en cada una, como aspectos para mejorar el funcionamiento del proceso, lo que da una solución al problema planteado, pero deja una incomodidad latente en el proceso, ya que no se tiene ningún tipo de estándar de los tiempos operación de las estaciones y esto lleva a que no se atiendan a todos los pasajeros de la misma manera, lo cual causar descontentos en los viajeros frecuentes, debido a que se encontrarían con un proceso que algunas veces los atiende rápido y otras lo hace lentamente, y también cuando los pasajeros comparen el tiempo que demoraron en ser atendidos con el tiempo de otros pasajeros, existiría la posibilidad de que estos se llegaran a sentir discriminados por la clase de servicio que se les presta.

**7.1.2. Otros Análisis.** Para analizar otros aspectos del contraste de situación actual vs. situación anterior, tenemos la tabla 40.

Tiempo de Operación			
Estación	Actual	Pasado	Variación
Exención	1,24	1,30	<b>-4,31%</b>
Tasa	1,83	2,45	<b>-25,12%</b>
Screen	4,59	2,07	<b>121,28%</b>
Entrevista	2,01	0,90	<b>122,32%</b>
Antinarcóticos	9,31	8,48	<b>9,80%</b>
Counter	7,58	7,00	<b>8,29%</b>

Tabla 40. Tiempo de operación de estaciones – Facturación Miami.

En la tabla 40., se confirma lo mencionado anteriormente, las mejoras del proceso solo han sido producto de la redistribución de las estaciones y de la disminución del número de pasajeros que pasan por todas las estaciones. Observamos que solo 2 de las 7 estaciones disminuyeron su tiempo de operación mientras que otras han duplicado su tiempo de operación.

El aumento de los tiempos de operación de Screen y Entrevista se ve justificado en que ahora se busca definir mejor el perfil del pasajero, para disminuir el número de pasajeros que pasan a la requisa de equipaje de mano, además tienen la ayuda del escáner que le da otro criterio a la Policía Antinarcoóticos para decidir si se le requisa o no el equipaje de bodegaje a un pasajero, esto es considerado como una gran mejora al proceso ya que se ve reflejado en la disminución del tiempo de espera debido a que los pasajeros no deben de esperar en cada estación del proceso para ser atendidos, la disminución del número de pasajeros que pasan por al requisa de equipaje manual a menos del 50% de los pasajeros del vuelo, ha dado como resultado la generación de colas extensas en la estación de Counter, la cual es contrarrestada con la activación de mas servidores para la atención de pasajeros por parte de los funcionarios de Avianca, en el caso de poder activar más servidores, la mejora hecha por la Policía Antinarcoóticos no tendría un resultado óptimo debido a que los pasajeros se represarían en la estación de Counter.

## **7.2. ANALISIS DE MEJORAS FACTURACIÓN PANAMÁ (COPA)**

Los cambios identificados en este proceso son los siguientes:

- a) Se dispone una persona para dar información a los pasajeros y dar apoyo a las estaciones, esta persona es llamada Anfitrión y su trabajo es el de informar a los pasajeros cual es el orden de las estaciones y cual es la actividad que se desarrolla en cada una ellas, el tiene la libertad de moverse por todo el lugar

donde se desarrolla el proceso y de atender a los pasajeros cuando están en espera de algún servicio (están en cola).

- b) El personal encargado de realizar la entrevista y determinar el perfil de pasajero, fue cambiado por personal mas capacitado, y trabaja en conjunto con el personal de la estación de Screen y Escáner. (*información suministrada por policía antinarcoáticos*).
- c) Se implemento la utilización de un Escáner para la revisión de equipaje de bodega, esta mejora y la anterior, fueron hechas en busca de disminuir el numero de pasajeros a los cuales se les revisa el equipaje de mano. El objetivo actual de la Policía Antinarcoáticos es el de revisar a menos del 50% de los pasajeros del vuelo, haciendo uso de personal mas capacitado para determinar el perfil del pasajero y del Escáner.
- d) Se destino un total de 8 funcionarios de Policía Antinarcoáticos para la estación de Requisa de Equipaje de bodega.

Los datos de los vuelos observados para realizar la evaluación se muestran en la tabla 41.

Fecha	19/01/07	30/02/07	06/02/07	13/02/2007	27/02/2007
# Pasajeros	80	76	78	85	94
Muestra	10	8	9	12	12

Tabla 41. Datos de vuelos observados de Facturación Panamá

Numero promedio de pasajeros =  $82.60 \cong 83$

Para realizar la comparación de situación actual vs. situación pasada, se utiliza el modelo de simulación de situación definido de la siguiente manera:

Numero de Pasajeros = 80

Estación	Aerocivil	Entrevista	Requisa de Equipaje de Bodega	Pago de Tasa Aeroportuaria	Counter
# Servidores	1	1	6	1	4

Tabla 42. Características del modelo de simulación – Facturación Panamá

El número de Counter definido para la simulación es el número máximo de servidores que puede activar COPA, y estos generalmente permanecen activos durante todo el proceso de facturación.

**7.2.1. Evaluación de indicadores.** La tabla 43 muestra la variación de indicadores de la situación actual con relación a la situación anterior.

	Actual	Pasado	Variación
T espera	20,15	17,65	14,16%
T operación	12,64	18,34	-31,08%
T ciclo	32,79	35,70	-8,14%

Tabla 43. Comparación de Indicadores – Facturación Panamá.

Se observa una situación inquietante en el principal indicador, tiempo de espera, debido a su aumento de 14.16%, lo que indica que actualmente con las mejoras realizadas en el proceso el pasajero demora mas tiempo esperando a ser atendidos, mientras que el tiempo de operación disminuyo en un 31.08%, lo que indica que actualmente los pasajeros demoran menos tiempo promedio en las estaciones del sistema, el aumento de un indicador y la disminución del otro, dan como resultado que el tiempo promedio de ciclo disminuya solo un 8.14%. El resultado del contraste de los indicadores se debe a la disminución del porcentaje de pasajeros, a menos del 50% de pasajeros del vuelo, que pasan por revisión de equipaje de bodegaje, ya que un alto porcentaje de pasajeros pasa directo de la estación de entrevista o escáner, al pago de tasa aeroportuaria, generando colas en esta estación, pero como el tiempo promedio de operación es de 1.29 mín., la estación atiende a los pasajeros rápidamente y los pasa a la cola Counter, que es donde se observa el traumatismo mas relevante del proceso, ya que entre los cinco vuelos observados se detectaron colas de hasta 18 pasajeros, y como COPA tiene un máximo de 4 Counter, no posee la capacidad para procesar al numero de pasajeros que el envían las estaciones anteriores.

**7.2.2. Otros Análisis.** Para realizar un análisis detallado de cómo se comporta el proceso de facturación Panamá, tenemos la tabla

<i>Tiempo de Operación</i>			
Estación	Actual	Pasado	Variación
Exención	1,07	0,74	44,47%
Entrevista	1,05	0,94	12,82%
Antinarcóticos	6,54	8,85	-26,13%
Tasa	1,29	1,16	11,59%
Counter	5,17	5,27	-1,85%

Tabla 44. Tiempo de operación de estaciones – Facturación Panamá

Al observar el comportamiento de los tiempos de operación actuales, se observa que las estaciones que eran problema en la situación actual Antinarcóticos y Counter disminuyeron sus tiempos de operación en un 26.13% y 1.85% respectivamente, mientras que las demás aumentaron; el aumento en la estación de Entrevista es justificable porque actualmente allí se hace un mejor avalúo sobre el perfil del pasajero para definir si se le debe revisar el equipaje de bodega, y luego se tiene la estación de escáner donde se da una segunda opinión de si se debe requisar la maleta. Aquí también observamos que las del proceso solo han sido por parte de mejoras solo se han sido por parte de las autoridades, ya que han disminuido a menos del 50% el número de pasajeros que se requisan por vuelo, pero esta mejora no se ha visto reflejada en los indicadores globales del proceso, ya que aquí la estación de Counter tiene un máximo de 4 servidores, los cuales no son suficientes para atender al número de pasajeros que les envían las estaciones anteriores, haciendo que el beneficio que se esperaba lograr con la inversión tecnológica y la capacitación de personal de Antinarcóticos, no se pueda ver reflejada en todo el proceso de facturación Panamá.

### 7.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA EVALUACIÓN DE MEJORAS IMPLANTADAS

Actualmente las mejoras observadas en los procesos de Facturación Miami y Facturación Panamá, se han logrado debido a la reorganización de las estaciones o a la disminución del número de pasajeros que pasan por cada estación y a la asignación de personal de apoyo a estos procesos, pero no se ha hecho ningún tipo de gestión para atacar la otra parte del problema, que es la variabilidad de los tiempos de operaciones de las estaciones de cada proceso. La variabilidad es un gran problema para todas las entidades involucradas en los procesos de atención de pasajeros, ya que no es agradable para un persona utilizar un sistema una vez y ser atendido rápidamente, y al utilizarlo otra vez, se encuentra con la situación que lo atiende de una manera totalmente contraria y lenta, para evidenciarlo de mejor manera se elaboraron las tablas 45 y 46, que muestran el promedio de los tiempos de operación de cada estación con su respectiva desviación estándar.

Tiempo Exención		Tiempo Tasa		Tiempo Screen	
Promedio	1,24	Promedio	1,83	Promedio	4,59
Desviación	0,71	Desviación	1,54	Desviación	2,01

Tiempo Entrevista		Tiempo Antinarcóticos		Tiempo Counter	
Promedio	2,01	Promedio	9,31	Promedio	7,58
Desviación	0,90	Desviación	5,59	Desviación	3,48

Tabla 45. Características de tiempos de operación - Facturación Miami

Tiempo de Exención		Tiempo de Entrevista		Tiempo de Antinarcóticos	
Promedio	1,07	Promedio	1,05	Promedio	6,54
Desviación	0,46	Desviación	0,61	Desviación	3,58

Tiempo Tasa		Tiempo Counter	
Promedio	1,29	Promedio	5,17
Desviación	0,73	Desviación	2,32

Tabla 46. Características de tiempos de operación - Facturación Panamá

Al analizar los datos de las tablas 45 y 46, encontramos que para los tiempos de operación de las estaciones, la desviación de los procesos a mayor a la mitad de los promedios de tiempos de operación de las estaciones, por la tanto se concluye que estas estaciones, no poseen ningún tipo de comportamiento estandarizado de tiempo de operación para atención a clientes.

Teniendo en cuenta que el objetivo de la Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A. es la de mejorar los niveles de servicio de los procesos de embarque y desembarque de pasajeros en el AIRN, se recomienda que para darle una solución apropiada al problema de la variabilidad de tiempos de operación de las estaciones, es necesario realizar un estudio de métodos y tiempos de los puestos trabajos, para así poder determinar cual es el tiempo de operación promedio al cual deberían de operar las estaciones de cada proceso, y es recomendable comenzar el estudio por la estación critica del proceso de facturación, Counter, ya que esta es la estación que marca el ritmo de salida del proceso y allí donde se detectaron las mayores y mas duraderas colas de los procesos de embarque de pasajeros.