DISEÑO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA EL CÁLCULO DE CAPACIDAD DEL SERVICIO CONSULTA MÉDICA GENERAL EXTERNA EN UN HOSPITAL DEL SECTOR PÚBLICO DEL NORTE DEL VALLE DEL CAUCA.

JORGE ANDRÉS DOMÍNGUEZ CLAVIJO
DIANA CAROLINA RUIZ MÉNDEZ

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL (3751)
ZARZAL - VALLE
2015

DISEÑO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA EL CÁLCULO DE CAPACIDAD DEL SERVICIO CONSULTA MÉDICA GENERAL EXTERNA EN UN HOSPITAL DEL SECTOR PÚBLICO DEL NORTE DEL VALLE DEL CAUCA.

JORGE ANDRÉS DOMÍNGUEZ CLAVIJO
DIANA CAROLINA RUIZ MÉNDEZ

Trabajo de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial

Director
Ing. Mauricio Alejandro Buitrago Soto

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL (3751)
ZARZAL - VALLE
2015

DEDICATORIA

Dedicamos la concepción de este trabajo primordialmente a Dios, por darnos la salud, fortaleza, sabiduría y serenidad para culminar esta etapa de nuestras vidas y por acompañarnos y ser nuestra guía en todo momento.

A nuestros padres y hermanos por estar siempre presente en nuestras vidas brindándonos amor, apoyo y confianza en el camino para la consecución de nuestras metas.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido en nuestra formación como profesionales.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarnos durante todo este proceso colmándonos de disciplina y paciencia para llevar a cabo la realización de este trabajo.

A la Universidad del Valle y a todos los profesores que contribuyeron a nuestra formación académica y profesional.

A nuestras familias, por creer en nosotros y apoyarnos en todo lo que nos hemos propuesto a lo largo de nuestra vida.

Al profesor Mauricio Alejandro Buitrago por direccionar nuestro trabajo y brindarnos su conocimiento, comprensión y acompañamiento en el transcurso de este proceso.

Al hospital, por abrirnos sus puertas y suministrarnos la información necesaria y la completa disposición de su personal para la elaboración de este trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 14
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 16
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA 18
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 18
2. JUSTIFICACIÓN 19
3. OBJETIVOS 21
3.1 OBJETIVO GENERAL 21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 21
4. GENERALIDADES 22
4.1 ESTADO DEL ARTE 22
5. MARCO SITUACIONAL 25
5.1 PERIODO DE INTERÉS 26
6. MARCO TEÓRICO 27
6.1 TEORÍA DE COLAS 27
6.1.1 Proceso básico de colas o línea de espera 27
6.2 SIMULACIÓN 28
6.2.1 Lenguajes de simulación 28
6.2.2 Objetivos de la simulación 29
6.2.3 Simulación de eventos discretos 29
6.2.4 Pasos esenciales para llevar a cabo un estudio de simulación 29
6.2.5 Componentes principales de un modelo de simulación 30
6.2.6 Ventajas de la simulación 31
6.2.7 Aplicación de la simulación en Sistemas de Salud 31
6.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA 31
6.4 MUESTREO 32

6.4.1 Tipos de Muestreos 32
6.4.2 Muestreo aleatorio simple 32
6.5 DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD O ESTADÍSTICAS 33
6.6 CÁLCULO DEL NÚMERO DE RÉPLICAS 33
6.7 VALIDACIÓN DE RESULTADOS 34
6.8 MÉTODO DE COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE SALIDA 34
7. CLASE DE INVESTIGACIÓN 35
7.1 HERRAMIENTAS O INSTRUMENTOS 35
7.2 SEGMENTACIÓN 35
7.3 FUENTES DE INFORMACIÓN 35
7.3.1 Fuentes de información primaria 35
7.3.2 Fuente de información secundaria 36
7.4 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA 36
8. CARACTERIZACIÓN DEL SERVICIO CONSULTA EXTERNA 38
8.1 ÁREA DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 39
8.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSULTA MÉDICA GENERAL EXTERNA 41
8.2.1 Entrega de fichas 41
8.2.2 Facturación 42
8.2.3 Preparación de Consultorios 42
8.2.4 Consulta 42
8.3 PROCESO DE CONSULTA EXTERNA 46
8.3.1 Etapas proceso de Consulta médica general externa 46
8.3.1.1 Etapa facturación 47
8.3.1.2 Etapa de preparación de Consultorios y Consulta 48
9. DISEÑO DEL MODELO DE SIMULACIÓN 49
9.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROCESO 49
9.2 ESQUEMA CONCEPTUAL DEL MODELO 50
9.2.1. Medidas de efectividad 51
9.3 SUPUESTOS DEL MODELO 51
9.4 ANÁLISIS DE LOS DATOS 52

9.5 DISEÑO DEL MODELO DE SIMULACIÓN 53
9.5.1. Componentes del modelo de simulación (lunes a viernes). 53
9.5.1.1 Animación del modelo de simulación sistema actual (lunes a viernes) 61
9.5.2 Componentes del modelo de simulación jornada del día sábado. 62
9.5.2.1 Animación del modelo de simulación del día sábado. 67
9.6 NÚMERO DE CORRIDAS NECESARIAS DEL MODELO 68
9.6.1 Réplicas necesarias para el modelo jornada de lunes a viernes 69
9.6.2 Número de réplicas necesarias del modelo para el día sábado. 71
10. VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN 74
10.1 VALIDACIÓN DEL MODELO JORNADA DE LUNES A VIERNES. 74
10.2 VALIDACIÓN DEL MODELO JORNADA DEL DÍA SÁBADO. 76
10.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS.....77
10.3.1 Prueba de hipótesis del modelo jornada (lunes a viernes). 78
10.3.2 Prueba de hipótesis del modelo jornada del día sábado. 80
10.4 RESULTADOS DEL MODELO JORNADA DE LUNES A VIERNES. 81
10.5 RESULTADOS DEL MODELO JORNADA DEL DÍA SÁBADO. 85
11. PROPUESTAS DE MEJORA.....88
11.1 ESCENARIO PROPUESTO #1. 88
11.1.1 Reserva de citas. 88
11.1.2 Elaboración de la Propuesta #1 (jornada de lunes a viernes).....89
11.1.2.1 Animación Escenario Propuesto #1 (lunes a viernes). 94
11.1.2.2 Resultados Escenario Propuesto #1 (lunes a viernes). 94
11.1.2.3 Validación del modelo actual y propuesto #1 (lunes a viernes). 97
11.1.3 Elaboración del escenario propuesto # 1 (sábado).....98
11.1.3.1 Animación del Escenario Propuesto #1 (sábado).....102
11.1.3.2 Resultados del escenario propuesto #1 (Sábado).....102
11.1.3.3 Validación del modelo actual y propuesto #2 (sábado) 104
11.2 ESCENARIO PROPUESTO #2. 105
11.2.1 Elaboración de la Propuesta #2 106

11.2.1.1 Animación del Escenario Propuesta #2. 109
11.2.1.2 Resultados del escenario propuesto #2 (lunes a viernes) 109
11.2.1.3 Validación del modelo actual y propuesto #2 (lunes a viernes) ... 112
11.3 ESCENARIO PROPUESTO #3. 113
11.3.1 Elaboración de la Propuesta #3 114
11.3.1.1 Animación del Escenario Propuesto #3. 117
11.3.1.2 Resultados del escenario propuesto #3 (lunes a viernes) 117
11.3.1.3 Validación del modelo actual y propuesto #3 (lunes a viernes) ... 120
11.4 ANÁLISIS DE LOS ESCENARIO PROPUESTOS. 121
12. CONCLUSIONES 124
13. RECOMENDACIONES 127
BIBLIOGRAFÍA 128

Ver ANEXOS en el disco compacto adjunto al proyecto.

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Usuarios atendidos en el año 2012 por área asistencial. 15
Tabla 2. Servicios ofrecidos en el área Consulta Externa año 2012. 15
Tabla 3. Tabulado encuesta de satisfacción. 17
Tabla 4. Usuarios atendidos en el año 2013 por área asistencial. 25
Tabla 5. Servicios prestados en el área Consulta Externa año 2013.....26
Tabla 6. Análisis de la muestra piloto. 37
Tabla 7. Servicios del área de Consulta Externa 39
Tabla 8. Horario de atención de los médicos generales. 40
Tabla 9. Horarios de atención del servicio. 41
Tabla 10. Procesos por dependencia. 46
Tabla 11. Etapa por procesos. 46
Tabla 12. Requisitos normativos de la etapa de Facturación. 47
Tabla 13. Normativas de las etapas Preparación de Consultorios y Consulta. 48
Tabla 14. Análisis de tiempos del servicio Consulta médica general externa. 52
Tabla 15. Descripción experimento, sistema actual (lunes a viernes). 54
Tabla 16. Entrega de fichas, sistema actual (lunes a viernes). 55
Tabla 17. Etapa Facturación sistema actual (lunes a viernes). 57
Tabla 18. Estación Médicos sistema actual (lunes a viernes). 58
Tabla 19. Estación Consultorios 1, 2, 3, 4 y 5 sistema actual (lunes a viernes). ...60
Tabla 20. Estación Salida del sistema actual (lunes a viernes). 61
Tabla 21. Facturación del sistema actual (sábado).....65
Tabla 22. Descripción de la estación Médicos del sistema actual (sábado). 66
Tabla 23. Réplicas necesarias para el modelo en jornada de lunes a viernes. 69
Tabla 24. Réplicas necesarias para el modelo de la jornada del día sábado. 71
Tabla 25. Validación del modelo jornada (lunes a viernes) y sistema real. 74
Tabla 26. Validación modelo de simulación del día sábado y sistema real. 76
Tabla 27. Programación de facturación, escenario propuesto #1 (lunes a viernes). 90

Tabla 28. Resultados, modelo actual vs Escenario Propuesto #1 (lunes a viernes). 96
Tabla 29. Programación de facturación, escenario propuesto #1 (sábado). 99
Tabla 30. Resultados, modelo actual vs Escenario Propuesto #1 (sábado). 103
Tabla 31. Programación de facturación, escenario propuesto #2 (lunes a viernes) 106
Tabla 32. Resultados, modelo actual vs Escenario Propuesto #2 (lunes a viernes). 111
Tabla 33. Resultados, modelo actual vs Escenario Propuesto #3 (lunes a viernes). 119
Tabla 34. Resultados técnicos de los escenarios de mejora. 122

LISTA DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1. Tiempo de espera para atención en el área de consulta externa. 16
Gráfico 2. Usuarios atendidos en el año 2013 por área asistencial. 25
Gráfico 3. Servicios prestados en el área Consulta Externa año 2012. 26
Gráfico 4. Proceso básico de colas.....27
Gráfico 5. Estructura organizacional hospital.....38
Gráfico 6. Etapa de entrega de fichas.....41
Gráfico 7. Etapa de facturación.....42
Gráfico 8. Etapa de atención médica. 43
Gráfico 9. Diagrama de flujo del proceso Consulta médica general. 44
Gráfico 10. Cursograma analítico del proceso. 45
Gráfico 11. Diagrama del sistema Consulta médica general externa. 49
Gráfico 12. Elementos del servicio Consulta médica general externa. 50
Gráfico 13. Experimento, sistema actual (lunes a viernes). 54
Gráfico 14. Entrega de fichas, sistema actual (lunes a viernes). 55
Gráfico 15. Diseño de la etapa Facturación sistema actual (lunes a viernes). 56
Gráfico 16. Estación Médicos sistema actual (lunes a viernes). 58
Gráfico 17. Estación Consultorio 1 sistema actual (lunes a viernes). 59
Gráfico 18. Estación Consultorio 2 sistema actual (lunes a viernes). 59
Gráfico 19. Estación Consultorio 3 sistema actual (lunes a viernes). 59
Gráfico 20. Estación Consultorio 4 sistema actual (lunes a viernes). 59
Gráfico 21. Estación Consultorio 5 sistema actual (lunes a viernes). 60
Gráfico 22. Estación Salida del sistema actual (lunes a viernes). 61
Gráfico 23. Animación del sistema actual (lunes a viernes). 61
Gráfico 24. Experimento del modelo de simulación del sistema actual (sábado). .62
Gráfico 25. Modelo de la Etapa Entrega de fichas del sistema actual (sábado). ...63
Gráfico 26. Etapa de Facturación del servicio del sistema actual (sábado). 64
Gráfico 27. Estación Médicos del sistema actual (sábado). 66

Gráfico 28. Estación Consultorio 1 del sistema actual (sábado). 66
Gráfico 29. Estación Consultorio 2 del sistema actual (sábado). 67
Gráfico 30. Estación Salida del sistema actual (sábado). 67
Gráfico 31. Animación de la jornada del día sábado.....68
Gráfico 32. Datos de las réplicas necesarias para el modelo de lunes a viernes. .71
Gráfico 33. Datos de las réplicas necesarias para el modelo del día sábado. 73
Gráfico 34. Validación Minitab del modelo vs el sistema actual (lunes a viernes). 79
Gráfico 35. Resultados del análisis estadístico del software Minitab. 79
Gráfico 36. Validación Minitab del modelo vs sistema actual del día sábado. 80
Gráfico 37. Resultados de análisis de datos del software estadístico Minitab. 81
Gráfico 38. Variables evaluadas de la jornada de lunes a viernes.....82
Gráfico 39. Resultados del modelo de simulación jornada de lunes a viernes. 83
Gráfico 40. Variables evaluadas de la jornada del día sábado 85
Gráfico 41. Resultados del modelo de simulación jornada del día sábado. 86
Gráfico 42. Modelo propuesto #1, etapa de facturación (lunes a viernes). 93
Gráfico 43. Animación Escenario Propuesta #1 (lunes a viernes). 94
Gráfico 44. Resultados Escenario Propuesto #1 (lunes a viernes). 95
Gráfico 45. Validación del modelo actual y propuesto # 1 (lunes a viernes). 98
Gráfico 46. Modelo propuesto de mejora #1, etapa Facturación (sábado) 101
Gráfico 47. Animación del Escenario Propuesto #1 (sábado).....102
Gráfico 48. Resultados del escenario propuesto #1 (sábado). 102
Gráfico 49. Validación del modelo actual y propuesto #1 (sábado) 104
Gráfico 50. Modelo de la etapa Facturación propuesta de mejora #2.....108
Gráfico 51. Animación Escenario Propuesta #2 (lunes a viernes). 109
Gráfico 52. Resultados del escenario propuesto #2 (lunes a viernes). 110
Gráfico 53. Validación del modelo actual y propuesto #2 (lunes a viernes).....113
Gráfico 54. Modelo de la etapa Facturación propuesta de mejora #3.....116
Gráfico 55. Animación Escenario Propuesto #3 (lunes a viernes). 117
Gráfico 56. Resultados del escenario propuesto #3 (lunes a viernes). 118
Gráfico 57. Validación del modelo actual y propuesto #3 (lunes a viernes).....121

GLOSARIO

Atributos: Son variables locales que cambian para cada entidad que llega al sistema.

Consulta Externa: Es la atención que otorga el médico general a los pacientes ambulatorios en la unidad médica, con el objeto de proporcionar asistencia médica o procedimientos preventivos.

Escenarios propuestos: Alternativas que se proponen, mejorando las características de la situación actual, con el fin de observar su comportamiento sin necesidad de alterarlo en la vida real.

Entidades: Personas que entrarán al sistema para recibir algún tipo de servicio.

Medidas de desempeño: Métricas que definen el estado actual de un sistema, evaluando factores de importancia que al tener un conocimiento continuo de sus cambios, genera en el mayor control de sus actividades y procesos que se llevan a cabo en el sistema.

Modelo de simulación: Herramienta que permite la representación del sistema (objeto o proceso) real, imitando su comportamiento para realizar la evaluación de los procesos y/o actividades sin necesidad de llevarlos a cabo en la realidad.

Tiempo entre llegadas: Se define como el tiempo que transcurre entre el arribo de un usuario y otro al sistema.

Tiempo de servicio: Tiempo que toma el proceso o actividad de atención de un usuario o cliente.

Eventos: Son las actividades o procesos que se llevan a cabo en un sistema y que toman un tiempo determinado.

Usuarios: Personas que utilizan los servicios de la entidad sin ser parte de ella.

Variables de estado: Son aquellas que pertenecen a cada entidad y recurso, estas son las que especifican el estado en que se encuentran en un momento determinado (recursos: ocupado-desocupado) (entidades: entrando al banco, en fila, atendidas).

INTRODUCCIÓN

Determinar la capacidad de un proceso asociado a una organización facilita la formulación de estrategias adecuadas para satisfacer la demanda actual y potencial de un bien o servicio haciendo uso racional de los recursos disponibles; particularmente para las empresas de servicios los flujos están representados principalmente por la cantidad máxima de personas que pueden atenderse en un horizonte de planeación. La adecuada planificación y programación de los recursos de un hospital influyen directamente en la calidad de atención que se brinda a los pacientes y la ausencia de algún equipo, material o personal en un momento crítico puede traer consecuencias tan graves que afecten la salud, integridad física e incluso la vida del paciente; por otra parte, un exceso de estos recursos podría acarrear costos innecesarios para el hospital. En el caso de los servicios hospitalarios la capacidad disponible de atención se ve determinada por las instalaciones físicas y los recursos humanos, como lo son médicos, paramédicos y enfermeras; que realizan diagnósticos y tratamientos. Esta capacidad se debe planificar para garantizar un buen nivel de servicio optimizando el uso de los recursos[1].

En el presente proyecto de investigación se aplica el método basado en procesos de producción y simulación adaptado de Zubieta et al. (2008) para realizar el cálculo de capacidades en el hospital Departamental San Rafael[2] del municipio de Zarzal-Valle del Cauca, E.S.E.[3] perteneciente al subsector oficial del sistema nacional de salud prestador de servicios en los procesos de promoción, fomento, prevención, diagnóstico, control, tratamiento y rehabilitación en el nivel I y II de complejidad.

Atendiendo al método propuesto por Zubieta et al. (2008) se determinará el área y el servicio crítico asistenciales de la institución, posteriormente se calculará la capacidad del servicio asistencial del hospital guardando analogías con los procesos de líneas de producción y el empleo de la simulación computacional. Los resultados obtenidos serán útiles para apalancar los procesos de toma de decisiones en la organización y la identificación de oportunidades de mejora en la transformación del hospital hacia una organización basada en procesos de atención oportunos.

[1] REVECO, Carlos y WEBER, Richard. Gestión de capacidad en el servicio de urgencia en un hospital público. En: Revista Ingeniería de Sistemas. Septiembre, 2011. Vol. 24, p 57-75.
[2] De ahora en adelante hospital.
[3] Empresa Social del Estado.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con base en el análisis realizado a los datos suministrados por el departamento de estadística del hospital, se puede evidenciar que el área más concurrida es Consulta Externa, en el año 2012 se atendió el 61% del total de usuarios que acuden a ella, en la Tabla 1 se aprecia el consolidado total de pacientes atendidos en este año.

Tabla 1. Usuarios atendidos en el año 2012 por área asistencial.

Áreas	Total usuarios	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Consulta Externa	53491	61%	61%
Urgencias	24911	28%	90%
Consulta Odontológica	5104	6%	95%
hospitalización	4025	5%	100%
Total	**87531**		

Fuente: Departamento de estadística hospital.

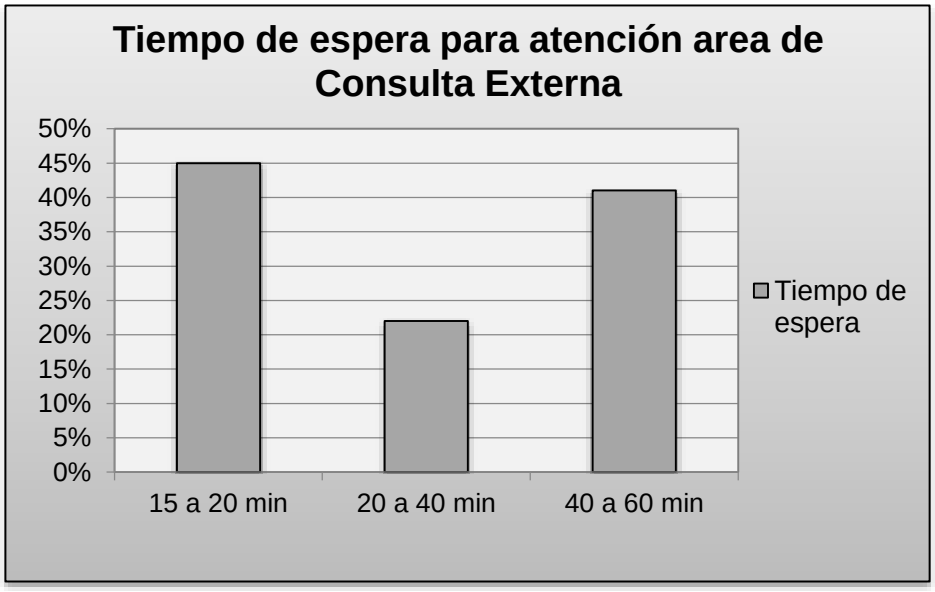
Tabla 2. Servicios ofrecidos en el área Consulta Externa año 2012.

Área Consulta Externa			
Servicios	**Total**	**Frecuencia relativa**	**Frecuencia relativa acumulada**
Consulta médica general externa	38937	73%	73%
Consulta especializada externa	12783	24%	97%
Otras especialidades	1771	3%	100%
Total	**53491**		

Fuente: Departamento de estadística hospital.

La Tabla 2 muestra que el servicio más concurrido en este año fue Consulta médica general externa, el 73% de los pacientes requirieron de valoración médica, control y seguimiento a las diferentes enfermedades que afectan a la población local; en el año 2013 el departamento de Trabajo Social del hospital implementó una encuesta para conocer el grado de aceptación de los usuarios hacia los servicios y atención recibida en el área Consulta Externa, según los resultados obtenidos, el tiempo promedio que un paciente debe continuar esperando después de la hora asignada para la cita en el servicio en promedio oscila entre 40 y 60 minutos según el 41% de los pacientes encuestados, como se puede apreciar en el gráfico 1.

Gráfico 1. Tiempo de espera para atención en el área de consulta externa.



Fuente: Departamento de Trabajo Social hospital.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Dentro del marco de la planeación para la programación y control de las operaciones uno de los factores relevantes es la planeación de la capacidad, entendida como la tasa máxima disponible de producción o de conversión por unidad de tiempo considerado como un aspecto clave para las empresas manufactureras; sin embargo esta planeación no se puede desconocer en las empresas prestadoras de servicios ya que resulta importante no solo medir el número de unidades a producir por unidad de tiempo, sino también el número de usuarios o entidades de un sistema a atender por unidad de tiempo.

El caso de estudio es un hospital del norte del Valle del Cauca, el cual presta sus servicios a la comunidad desde el año 1957 y por ser una empresa social del Estado colombiano tiene la necesidad de cumplir los lineamientos de la Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud y del Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención de Salud del Sistema General de Seguridad Social en Salud[4].

En los años 2008 y 2011 funcionarios de la contraloría departamental del Valle del Cauca realizaron un trabajo de campo con usuarios de los servicios Consulta Externa del hospital, aplicaron una encuesta con los afiliados de las distintas ARS del Régimen Subsidiado, finalmente emitieron informe de auditoría con enfoque

[4] MINSALUD. Decreto 1011 de 2006. Por el cual se establece el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención de Por el cual se establece el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención. Bogotá D.C.: MINSALUD, 3 de abril de 2006.

integral modalidad regular de las vigencias 2005 - 2006 y 2007 en el año 2008 y de las vigencias 2008 – 2009 y 2010 en el año 2011, en ambos informes presentan como un hallazgo el grado de satisfacción percibido por los usuario en el área.

Tabla 3. Tabulado encuesta de satisfacción.

Año	No. personas entrevistas	Insatisfecho	Satisfecho	Observación de auditoria
2008	80	85%		**£**
			15%	**A**
2011	40	70%		**£**
			30%	**A**

Fuente: Informe final de auditoría con enfoque integral modalidad regular. Disponible en internet: http://www.contraloriavalledelcauca.gov.co [Citado 2014-03-10].

£. Las personas entrevistadas y encuestadas manifestaron no estar conformes con el servicio recibido por parte del personal médico y de enfermeras del hospital; toda vez que programan las citas médicas y los atienden dos horas después o en algunos casos los usuarios que se desplazan desde sitios muy retirados y por llegar tarde estos no son atendidos o los atienden en malos términos.

También manifestaron descontento en el momento de solicitar la ficha para realizar el proceso de facturación, proceso que es demorado y en algunos casos puede tardar de 5 a 10 minutos.

A. Manifestaron estar conforme con el servicio recibido por parte del personal médico y de enfermeras del hospital.

En el informe ejecutivo emitido al cierre del año 2013 por el hospital mencionan que "la infraestructura de la ESE en cuanto a su capacidad física a pesar de haber sido construida con las normas de ese entonces para este tipo de construcciones, actualmente no cumple con muchas de ellas especialmente en el servicio de hospitalización (cuartos - baños) y el área de Consulta Externa no dispone de consultorios suficientes para la atención de manera adecuada y suficiente, lo que reduce la capacidad de oferta y se genera una demanda insatisfecha en el mercado. Es por esto que se hace necesario, contar con una planta con mejores características en cuanto a su infraestructura física, que garantice la satisfacción de

la demanda y la prestación del servicio dentro de los estándares establecidos para el cumplimiento con calidad del portafolio”[5].

Los funcionarios de la entidad hospitalaria en el informe citado plantean una solución al problema de capacidad que enfrenta la institución, el cual se ha convertido en una limitante para el cumplimiento de los valores institucionales encaminados a mejorar la prestación de los servicios y el incremento de la cobertura del sistema.

A excepción de esta alternativa, los administrativos de la institución no proponen otras alternativas al problema de capacidad que permitan mejorar la prestación del servicio con la optimización de los recursos disponibles basadas en estudios técnicos, soportados con herramientas de investigación que incluyan los requerimientos básicos del sistema de atención del área específica.

Por lo expuesto la entidad hospitalaria en función del mejoramiento continuo, incremento en la productividad mediante el aprovechamiento de los recursos disponibles y satisfacción de los usuarios; debe explorar nuevas alternativas en pro de mejorar la calidad del servicio a los pacientes del servicio Consulta Externa ya que podría aportar a mitigar o solucionar del problema; por todo lo anterior se considera en el área Consulta Externa el servicio Consulta médica general externa un servicio crítico y es allí donde se estructura el caso de estudio del proyecto.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a las observaciones de campo realizadas por los autores al sistema de atención hospitalario en las especialidades de promoción, fomento, prevención, diagnóstico, control, tratamiento y rehabilitación de enfermedades; se encontró que en cada área, realizan diversas actividades y procedimientos tanto previo como posterior a la atención de los pacientes, cada una involucra diferentes grados de complejidad de acuerdo al nivel de atención 1 y 2 del hospital, con el análisis de datos estadísticos se determinó que en el área de Consulta Externa, en especial, el servicio Consulta médica general externa, se encuentra una oportunidad de mejora para la institución; con el proyecto se pretende plantear propuestas de mejora en el servicio que se enfoquen en la optimización de la medida de efectividad determinada en el desarrollo de la investigación, sin evaluarse el impacto económico que pueda estar asociado.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo definir la capacidad del servicio Consulta médica general externa de un hospital del sector público del norte del Valle del Cauca, a través de un modelo de simulación?

[5]La información vista en la Descripción del Problema, está disponible en la Página Web del hospital caso de estudio de Zarzal - Valle: www.hospitalsanrafaelzarzal.gov.co [Citado 2014-03-12].

2. JUSTIFICACIÓN

Dentro de la realidad que la sociedad Colombiana enfrenta diariamente se encuentra que la prestación de los servicios de salud tiene múltiples impactos que se pueden percibir de forma positiva o negativa, "el grado de disponibilidad, acceso en tiempo, forma y utilización de servicios de salud adecuados"[6]. Sin embargo se ha estudiado poco del tema para mejorar continuamente las problemáticas que afectan la satisfacción del cliente externo en los centros hospitalarios, uno de los factores relevante en el sector salud es determinar la capacidad de usuarios que puede atender la empresa en sus servicios por unidad de tiempo.

En la actualidad, en el hospital no se ha emprendido un estudio técnico que proponga planes de mejora a la problemática identificada, incidiendo proporcionalmente en las quejas presentadas por los usuarios asociadas al rechazo de atención médica en el área Consulta Externa, bien sea por falta de equipos (camas, camillas, consultorios) o recurso humano (profesionales de la salud); recurso que se encuentra regulado en Colombia por la Constitución Política de 1991, y está reglamentado por la Ley 909 de 2004 y demás Decretos Reglamentarios.

El hospital atiende mensualmente aproximadamente 6.000 usuarios, de los cuales 2.862 representa el 47.7% de usuarios que acceden al área Consulta Externa; población que según datos históricos del departamento de estadísticas del hospital presenta tendencia poblacional creciente a lo ejecutado en el año anterior y un crecimiento no mayor al 3%, para el año siguiente. Proponer una alternativa para la entidad posiblemente represente una mejora orientada a la eficiencia y calidad de atención en el área Consulta Externa.

El hospital en su programa de mejora continua y con el compromiso de dar cumplimiento al propósito general de la Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud, la cual se enmarca dentro de la garantía al acceso, la optimización de los recursos y el mejoramiento continuo de la calidad de los servicios de salud que se prestan a la población[7]. Se ve en la necesidad de garantizar la prestación, eficiencia y calidad en el servicio, generando un impacto positivo en el área de influencia dando solución a uno de los problemas más sentidos del sector de la salud en Colombia, con el cual las entidades hospitalarias han convivido.

El cálculo de la capacidad disponible constituye una información esencial para los modelos de planificación o de programación de servicios, que en el caso de las

---

[6] CEPAL. Protección social y sistemas de salud. En: La protección social de cara al futuro: Acceso, financiamiento y solidaridad. Trigésimo primer periodo de sesiones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Montevideo, Uruguay, 20 al 24 de Marzo del 2006.

[7] MINISTERIO DE SALUD. Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud: Ministerio de la protección social. 2005 ed. Bogotá D.C., Noviembre, 2005. 20.p. ISBN 958-97166-4-4.

empresas prestadoras de servicios de salud, permitirá dar respuesta adecuada a las necesidades y condiciones particulares de la población.

Con base en lo anterior y las características del hospital, el proyecto de investigación pretende diseñar un modelo de simulación de eventos discretos mediante el lenguaje SIMAN en el Software Rockwell Arena®, debido a que esta herramienta computacional permite analizar procesos y estudiar una gran variedad de modelos de sistemas del mundo real con la posibilidad de realizar análisis técnico y evaluar los nuevos diseños, a partir de los resultados es posible proponer modificaciones a sistemas reales, por lo anterior se realizara un modelo de simulación para el servicio de Consulta médica general externa con el propósito de obtener información del proceso asistencial, con miras a prestar servicios de calidad, dada la notable oportunidad de mejora con respecto a las dificultades que presenta esta área de atención al cliente y que se ve directamente reflejada en los largos tiempos de espera para recibir la atención médica en el servicio.

El modelo planteado permitirá identificar y analizar los comportamientos de las variables que hacen parte del sistema del servicio en mención, con el ánimo de determinar escenarios estratégicos que brinden información aproximada de acuerdo a la capacidad de usuarios que puede atender, de esta manera determinar si es posible contribuir a mejorar el nivel de servicio del área con los recursos disponibles en la entidad, redundando en un mejor servicio para los usuarios.

Mediante la simulación se podrían proponer propuestas de mejora para ser evaluadas, al tiempo que se puede realizar ajustes y cambios que sean pertinentes antes de ser llevadas a un contexto real o implementado en el servicio de Consulta médica general externa; de esta forma el riesgo de fracaso asumido al implementar las estrategias se minimiza debido a que una vez construido el modelo podrá ser modificado rápidamente con base en los escenarios propuestos y requerimientos de la entidad hospitalaria de acuerdo a sus políticas administrativas. Además evaluar el mejoramiento de cualquier sistema resulta más económico si se lleva a cabo con una herramienta computacional que realizar los cambios directamente en el sistema real.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo de simulación para calcular la capacidad del servicio Consulta médica general externa en el área Consulta Externa, de un hospital del sector público del norte del Valle del Cauca.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el proceso asistencial Consulta Externa y el servicio Consulta médica general externa del hospital.

- Diseñar un modelo de simulación para el área asistencial Consulta médica general externa del hospital.

- Validar el modelo de simulación del servicio Consulta médica general externa del hospital.

- Evaluar escenarios de mejora frente a las variaciones de factores críticos como: número de usuarios que se pueden atender en el servicio y número de recursos necesarios para la atención.

4. GENERALIDADES

4.1 ESTADO DEL ARTE

La logística hospitalaria es un tema poco explorado en el ambiente nacional, sin embargo resulta un tema de interés desde el punto de vista logístico, los antecedentes en materia investigativa son muy limitados, por lo tanto, en este capítulo se realizará un acercamiento a las diferentes investigaciones encontradas en la literatura para el problema del cálculo de capacidad en las entidades pertenecientes al sector salud, análisis de operaciones, mejoramiento continuo y simulación.

Dentro de las investigaciones destacadas se encuentra Corominas, García & Muñoz (2005), donde recalca la importancia del cálculo de la capacidad necesaria para obtener un nivel de servicio predeterminado; dado que la capacidad ideal requerida en cada período en un horizonte de tiempo constituye un factor esencial en la programación de los servicios, donde proponen calcular, a partir de la probabilidad de absentismo, el valor de la capacidad que se ha de programar para que la capacidad requerida sea igual o superior a la requerida. Este procedimiento se aplicará para calcular la capacidad a programar como dato para modelos de planificación y programación del tiempo de trabajo y de la producción.

Además Jiménez, Guerrero, Amaya & Velasco (2007), en su artículo “Optimización de los recursos en los hospitales: revisión de la literatura sobre logística hospitalaria”, realizan un diagnóstico de la Logística Ahospitalria en Colombia realizando énfasis en tres aspectos críticos: Poco presupuesto para los gastos logísticos en los diferentes centro de salud, poca documentación sobre las actividades de la logística hospitalaria y por último la poca claridad en los costos reales en que pueden incurrir por prestación de un servicio de salud inadecuado, lo que llevó al planteamiento de cuestiones tales como: ¿Por qué las entidades hospitalarias no se correlacionan como una industria, si son prestadoras de servicio?, donde se evidencian las grandes falencias en la toma de decisiones estratégicas, tácticas y operacionales observado desde el foco del Sistema de Salud Colombiano. Es así como connotan que Colombia dentro del marco de investigación en cuestiones de logística hospitalaria no ofrece documentación necesaria para el análisis profundo con respecto a investigaciones posteriores, lo que incentiva a posibilitar la creación de mejoramientos en estas entidades para generar valor agregado y que a la vez el cliente externo visualice las ventajas competitivas de la entidad.

Delgado, K. (2007), evalúa la situación actual del área de emergencia y zona adultos de un hospital público, utilizando simulación de eventos discretos, con el objetivo de brindar propuestas de mejora que permitan reducir el tiempo total de permanencia del paciente en el sistema, obteniendo como resultado una propuesta de un nuevo

horario de trabajo para los médicos, la cual sugiere que tengan cuatro doctores durante las primeras 12 horas y dos durante las 12 horas restantes, permitiendo así tener mayor reducciones en los tiempos de estos pacientes.

Zubieta, Barrera, Amaya & Velasco (2008), aplican un método para el cálculo de capacidades en una entidad prestadora del servicio de salud, para lo cual se basan en analogías con procesos de producción y el uso de la simulación. En el estudio concluyen, en particular para la entidad, que es necesario crear estrategias que incrementen la demanda en cada una de sus áreas asistenciales, para aumentar la utilización de su capacidad mediante herramientas de simulación.

Vargas, Barrera, Amaya & Velasco (2008), presentan una Caracterización y análisis del proceso de facturación de una clínica, donde proponen el mejoramiento de las áreas de apoyo en las entidades de salud, con el fin de contribuir al incremento de la productividad de los recursos asignados a la prestación del servicio de salud. Siendo este un elemento de interés ya que se propone analizar y mejorar el proceso de facturación, al interior de un centro de salud.

Venegas, Amaya & Velasco (2008), realizan un modelo de Simulación de eventos discretos del servicio del departamento de emergencias para un hospital con el objetivo principal de mejorar el tiempo total de estadía de los pacientes haciéndolo más corto y de esta manera lograr que estos tengan una atención más rápida y que haya un mayor flujo de pacientes. La implementación de un modelo de simulación permitió analizar diferentes alternativas virtuales, lo que facilitó obtener resultados más rápido que haber tenido que implementarlas en la realidad. También mostró cómo reaccionaría el departamento de emergencias frente a cambios en la llegada de los pacientes.

Reveco, C. y Weber, R. (2011), hacen referencia a la saturación, elevados tiempos de espera, y desbalanceadas cargas horarias de trabajo como los problemas más comunes en la mayoría de los hospitales públicos de Chile. En su artículo abordaron la problemática de la Gestión de capacidad en un servicio de urgencia de un hospital público. En el cual propusieron una estructura de turnos médicos, enfermeras y paramédicos óptima basados en programación lineal, con información estadística que poseía de la demanda futura, usando modelos de predicción de demanda y un modelo de programación lineal; proponen generar una metodología para realizar la asignación de turnos. Obteniendo como principal resultado el pronóstico de demanda con la técnica Support Vector Regression (SVR), la cual genero mejores resultados.

Acero, R. (2012), realiza una investigación en una entidad prestadora de servicio de salud de Bogotá, Colombia. la cual presenta altos niveles de congestionamiento en su servicio de urgencias debido a la limitada capacidad del mismo, posteriormente con base en las falencias identificadas y la investigación realizada propone diversas recomendaciones con el fin de optimizar el proceso de atención en el servicio,

llevando así una reducción en los tiempos de los procesos que hacen parte del servicio apoyado de herramientas de simulación plantea 7 escenarios, obtenido como resultado que la mejor alternativa contempla una mejora en el proceso de observación siendo esto lo más conveniente para el departamento de urgencias, sin embargo se concluye de forma general que la única manera para reducir la congestión de los departamentos de urgencias es aumentando la infraestructura del mismos y a su vez la capacidad instalada del hospital.

Jin, Sivacumar & Lim (2013), presentan un análisis preliminar para reducir el tiempo de espera de los pacientes en una clínica oftalmológica ambulatoria, utilizando un modelo inducido por los datos de simulación de eventos discretos. Este estudio es de interés e importancia para una mejor comprensión de las causas por las cuales un paciente espera largos tiempos en un clínica real, en el artículo proponen estrategias para reducir el tiempo de espera de los pacientes para su consulta, Obteniendo como resultado que el patrón irregular de la llegada de los pacientes durante un día es una de las principales causas del largo tiempo de espera, generando diferentes recomendaciones para reducir con el objetivo de reducir al máximo este tiempo.

En síntesis, las investigaciones referenciadas anteriormente hacen aportes importantes en el campo de la logística hospitalaria y teoría de colas, es relevante conocer qué proyectos complejos se pueden desarrollar en diversas herramientas de la ingeniería industrial y simulación de eventos discretos, permitiendo realizar seguimiento a la ocurrencia de eventos y sus interrelaciones para evaluar situaciones y proponer alternativas de mejora bien sea estudiando una entidad o acotando a áreas específicas las investigaciones; los artículos estudiados presentan resultados de casos reales donde aplican técnicas y herramientas que permiten analizar de forma acertada problemas que podrían resultar complejos y a partir de estos proponen soluciones a las necesidades que surgen en el día a día del sector salud, con el propósito de soportar la toma de decisiones.

Los modelos de simulación proporcionan información cercana al comportamiento real de un sistema, información que es usada como punto de partida para proponer alternativas de mejora, asignación de recursos disponibles o implementación de planes tácticos y logísticos que permitan posicionar a una entidad hospitalaria, contribuyendo al cumplimiento de los valores misionales enmarcados en el servicio de calidad, de esta manera las investigaciones citadas trazan el camino a seguir para llevar a cabo la construcción del proyecto.

5. MARCO SITUACIONAL

El caso de estudio se plantea con el propósito de buscar alternativas de mejora con base en un estudio técnico y estructurado, el cual se espera sea valioso para los funcionarios de la entidad hospitalaria encargados de programar los recursos médicos del servicio asistencial, en pro de mejorar la problemática identificada.

El servicio Consulta médica general externa, en lo concerniente al flujo de pacientes atendidos, presentó un comportamiento similar al obtenido en el año inmediatamente anterior según datos estadísticos al cierre del año 2013 presentados en la Tabla 4, evidenciando un crecimiento del 2% en el área de interés de acuerdo a la comparación con el consolidado del año 2012.

Tabla 4. Usuarios atendidos en el año 2013 por área asistencial.

Área	Total usuarios		Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
	2012	2013		
Consulta Externa	53491	58593	63%	63%
Urgencias	24911	25012	27%	90%
hospitalización	5104	3577	4%	94%
Odontología	4025	5295	6%	100%
Total	**87531**	**92477**		

Fuente: Departamento de estadística hospital.

El gráfico 2 presenta análisis diagrama de pareto de las áreas asistenciales del hospital, probando que el área Consulta Externa continua siendo de mayor afluencia atendiendo el 63% de la población y los problemas identificados deben considerarse importantes.

Gráfico 2. Usuarios atendidos en el año 2013 por área asistencial.

Fuente: Autores.

La Tabla 5 presenta los servicios prestados en el área Consulta Externa, destacándose el servicio Consulta médica general externa como el principal.

Tabla 5. Servicios prestados en el área Consulta Externa año 2013.

Área Consulta Externa	**Informe trimestral 2013**				
Servicios	1º T	2º T	3º T	4º T	Total
Consulta médica general externa	10217	11015	12451	9552	43235
Consulta especializada externa	3343	3143	3801	2624	12911
Otras especialidades	571	921	708	247	2447
Total					**58593**

Fuente: Departamento de estadística del hospital.

Con los resultados del Diagrama de Pareto presentados en la gráfico 3 se puede inferir que en el servicio Consulta médica general externa atiende el 74% de los usuarios que acuden al área Consulta Externa.

Gráfico 3. Servicios prestados en el área Consulta Externa año 2012.

Fuente: Autores.

5.1 PERIODO DE INTERÉS

De acuerdo a la cantidad de usuarios atendidos en el servicio de Consulta médica general externa del hospital del año 2013, el periodo en que refleja mayor cantidad de usuarios atendidos es el tercero, sin embargo, este periodo no se consideró debido a que no representaba un comportamiento similar al sistema observado por los autores, en ese tiempo se contaban con seis médicos en distintas jornadas de acuerdo a lo comentado por el Jefe de enfermería del hospital. Con el objetivo de realizar una acertada caracterización del sistema en el modelo de simulación computacional, el periodo a considerar es el cuarto, debido a que refleja un comportamiento similar al sistema observado en actividades de campo. Ver tabla 5.

6. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan las teorías y herramientas que sirven como punto de partida y fundamento para el desarrollo del proyecto.

6.1 TEORÍA DE COLAS

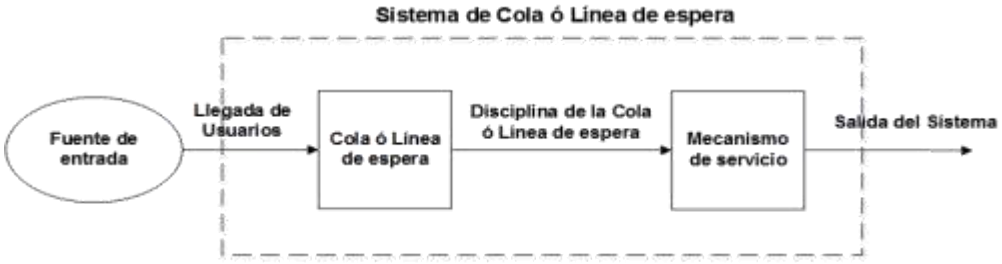
Se deriva de la investigación de operaciones y se encarga del estudio de los sistemas y su comportamiento en cuanto a las restricciones de los recursos en relación del tiempo; los componentes necesarios para conformar la disciplina son: los recursos, son aquellos que tiene el sistema para atender la demanda y las entidades que requieren del servicio o atención; en la interacción de estos se encuentran las capacidades, limitaciones o restricciones y demoras, entre otras, esta teoría proporciona información útil para la toma de decisiones.

6.1.1 Proceso básico de colas o línea de espera

El proceso básico supuesto en general es el siguiente: Las entidades que requieren un servicio a través del tiempo se convierten en la fuente de entrada del sistema; estas entidades ingresan al sistema y se unen a una cola, en determinado momento mediante alguna regla conocida como disciplina de cola se selecciona una entidad para proporcionarle el servicio, se lleva a cabo el servicio requerido por la entidad procesando el requerimiento y la entidad servida sale del sistema de colas. (Hillier & Lieberman, 1999).

En la gráfico 4 se representan los escenarios antes mencionados:

Gráfico 4. Proceso básico de colas.



Fuente: Autores.

Disciplina de la Cola

Se define como la manera en que son atendidas las exigencias o las necesidades de las entidades, en la teoría de colas hay diversos tipos de disciplinas, a continuación se nombraran los más utilizados por los sistemas:

- **FIFO (First in first out).** Es la disciplina en la que la entidad que primero ingrese al sistema es la primera en ser atendida por el servidor.

- **LIFO (Last in first out).** Es la disciplina en la que la última entidad en ingresar al sistema va a ser la primera en ser atendida por el servidor.

Capacidad de los recursos

Se refiere al número o cantidad de entidades que pueden ser atendidas por los recursos en un periodo de tiempo, esta capacidad se ve afectada por el funcionamiento del sistema y el tipo de entidades que se atiendan.

Salida del sistema

Se refiere al número o cantidad de entidades que son servidas por el sistema en un periodo de tiempo, los componentes anteriormente mencionados en interacción arrojan diversas combinaciones o tipos de colas, están pueden ser:

- Una cola, un servidor
- Una cola, varios servidores en paralelo
- Colas en serie

6.2 SIMULACIÓN

"Es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y realizar experimentos con él para entender el comportamiento del sistema y/o evaluar estrategias para la operación del mismo" (García, 2003). La simulación involucra la generación de una historia artificial de un sistema, la observación de esta historia mediante la manipulación experimental, nos ayuda a inferir las características operacionales del sistema. Un modelo matemático y/o lógico a ser estudiado por medio de simulación será llamado modelo de simulación.

6.2.1 Lenguajes de simulación

Los lenguajes de simulación permitirán un menor tiempo de codificación, al proveer de elementos orientados a la simulación. También proveen de buenas herramientas de detección de errores de forma automática, haciendo más fácil y segura la escritura del código; su flexibilidad es mucho mayor que en un lenguaje de propósito general, al igual que el coste del software, al trabajar a un más alto nivel en programación. Algunos de estos lenguajes son:

- SLAM II (Simulation Language for Alternative Modeling), desarrollado por Dennis Pegden y Alan Pritsker en 1979.
- SIMAN (SIMulation ANalysis), desarrollado por Dennis Pedgen en 1982.

Los lenguajes de simulación son paquetes informáticos que incluyen elementos frecuentemente utilizados en la simulación.

6.2.2 Objetivos de la simulación

Siendo la simulación una técnica modeladora y analítica de los comportamientos y variables de un sistema, se caracteriza por tener objetivos coherentes con la finalidad de la aplicación, algunos objetivos que contempla la simulación son:

- Presentar una abstracción de los elementos y las interrelaciones de un sistema.
- Proporcionar un entorno objetivo para la toma decisiones.
- Utilizar los modelos como fuente estratégica hacia el futuro.

6.2.3 Simulación de eventos discretos

Es el modelado de un sistema que evoluciona en el tiempo mediante una representación en la cual las variables de estado cambian instantáneamente, cuando ocurren eventos. Aunque la simulación discreta podría conceptualmente ser realizada mediante cálculos manuales, la cantidad de datos que deben ser almacenados y manipulados en la mayoría de los sistemas del mundo real obliga a que la simulación discreta sea realizada en computadoras digitales.

El simulador lee de la cola y dispara nuevos eventos. Entre otros un evento puede ser: la llegada de un cliente, la llegada de un camión, el inicio del proceso, etc.

6.2.4 Pasos esenciales para llevar a cabo un estudio de simulación

Se deben llevar a cabo varias etapas de manera que proporcionen los lineamientos para alcanzar el objetivo del estudio, a continuación se describen los pasos para la realización de un estudio de simulación:

- **Formulación del problema y planificación del estudio:** cada estudio debe comenzar con una sentencia clara de los objetivos globales del estudio y las cuestiones específicas a ser atendidas; sin esta sentencia hay poca esperanza de éxito. El estudio completo debe ser planeado en términos del número de personas, y el tiempo requerido para cada aspecto del estudio.
- **Recolección de datos y definición de un modelo:** la información y los datos deben ser tomados sobre el sistema de interés (si existe) y usado para especificar los procedimientos operativos y distribuciones de probabilidad para las variables aleatorias usadas en el modelo.
- **Validación:** la validación es algo que debe ser hecho a lo largo de todo el estudio de simulación, es particularmente apropiada en la construcción del modelo incorporando personas que estén íntimamente familiarizados con las operaciones del sistema actual y los que deben tomar decisiones regularmente. Otro punto para validar es en la adecuación de las distribuciones de probabilidad son las pruebas de bondad de ajuste.
- **Construcción de un programa de computación y verificación:** el modelador debe decidir si programar el modelo en un lenguaje de propósito general, o en

un lenguaje de simulación diseñado especialmente o simulador. Para este proyecto se puede utilizar Software Arena®.

- **Realización de corridas de prueba:** Son pruebas de corridas con resultados conocidos para verificar si el modelo está bien programado y para validar las salidas de simulación con datos reales.
- **Validación:** las corridas de prueba son utilizadas para chequear la sensibilidad de la salida del modelo a pequeños cambios en un parámetro de entrada.
- **Diseño de experimentos:** consiste en organizar las corridas de simulación con cambios en los valores de las variables de entrada, se debe seleccionar el diseño de sistema y realizar las corridas, por cada diseño a simular se deben tomar decisiones de las condiciones iniciales para las corridas, la longitud de tiempo de puesta en marcha, la longitud de la o las corrida/s, y el número de corridas independientes para cada grupo de datos de entrada.
- **Realización de las corridas de producción:** las corridas de producción se realizan para proveer datos de rendimiento del diseño del sistema de interés.
- **Documentación:** se debe presentar de manera formal el tipo de estudio y metodología utilizada, de igual manera los datos y las conclusiones a las que se llega a través de los resultados.
- **Implementación:** es la puesta en marcha del estudio de simulación.

6.2.5 Componentes principales de un modelo de simulación

Un estudio de simulación tiene varios componentes que hacen parte del sistema y del software utilizado, a continuación se describen cada uno de los componentes más predominantes durante un estudio de simulación:

- **Sistema:** son el conjunto o grupo de elementos que se interrelacionan para tener como finalidad la consecución de un objetivo en común.
- **Entidades:** son las responsables de los cambios de estados en el sistema. Las entidades pueden ser: usuarios, clientes, piezas, correos, etc.
- **Atributos:** los atributos son las características inherentes que tienen las entidades dentro del sistema.
- **Variables de estado:** es la información o condiciones cuyos valores nos reflejan las situaciones que pasan en el sistema en un tiempo determinado.
- **Recursos:** los recursos son los entes que pertenecen al sistema o hacen parte de él, estos se encargan de llevar a cabo las operaciones.
- **Filas:** las filas son el efecto de la ocupación de los recursos, estas generan tiempos de espera de las entidades dentro del sistema.
- **Acumuladores estadísticos:** son módulos por medio de los cuales se obtienen las estadísticas que arroja el modelo de simulación en su desarrollo.

- **Reloj de la simulación:** es un contador de tiempo, es decir, este nos dice el tiempo en que se ha utilizado el modelo.
- **Eventos:** es el cambio en el sistema actual. Ejemplo; la llegada de un cliente al sistema. se puede encontrar dos tipos de eventos, exógeno, cuando los eventos son originados por causas externas al sistema y endógenos se originan dentro del sistema y son el fruto de los resultados de la simulación.

6.2.6 Ventajas de la simulación

Los procesos de simulación ayudan a las organizaciones a predecir, comparar y optimizar resultados de un proceso sin el coste y los riesgos que suponen, la importancia radica en su utilidad para plantear estrategias desde el punto de vista experimental, para generar observaciones en las variables clave y el análisis estadístico de los datos resultantes. (Harrington, H.J. & Tumay, K., 1999)

6.2.7 Aplicación de la simulación en Sistemas de Salud

En hospitales, consultorios de emergencia, oficinas de médicos, son estudiados por la simulación para determinar cambios de horarios, médicos y enfermeras, inventario de medicamentos y alimentos, planeación de la capacidad de recursos como camillas, capacidad de las salas de espera, quirófanos, equipos y ambulancias, también estudios de epidemiología, como pronósticos de las tasas de propagación de enfermedades y análisis de políticas alternativas de control de enfermedades, todas estas son realizadas por la simulación.

6.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Son las observaciones de una investigación o caso de estudio, debe ser representativa de acuerdo a la población que se va a estudiar, de manera que los resultados arrojen aproximaciones muy acertadas con la realidad.

Criterios de selección.

El tamaño de la muestra debe abarcar un número de observaciones representativo de una población, existen diversos parámetros a considerar, dependiente del tiempo que se tenga para realizar la investigación, los recursos disponibles y la naturaleza de los elementos objetos del estudio; existen otros criterios a considerar para la realización exitosa del estudio, estos son:

- La amplitud del universo o población infinita o no.
- El nivel de confianza adoptado.
- El error de estimación.
- La desviación estándar o típica (o varianza poblacional)

6.4 MUESTREO

Es una herramienta científica que permite extraer de una población o grupo de elementos (Muestra) representativos con la finalidad de hacer inferencias sobre la población; sin embargo se pueden cometer errores, los más comunes son:

- **Error de muestreo:** cuando se quiere inferir o sacar conclusiones demasiados generales a partir de una muestra muy pequeña.
- **Error de inferencia:** cuando se quiere inferir o sacar conclusiones de una población mucho más grande de la inicialmente se tomó la muestra.

6.4.1 Tipos de Muestreos

A continuación se describen los tipos de muestreo:

Muestreo probabilístico. Son aquellos que se establecen con un principio de equidad probabilística, es decir, que todos los elementos de la población a estudiar tienen las mismas probabilidades de ser elegidos para pertenecer a la muestra y cada una de las muestras posibles tiene la misma probabilidad de ser elegida. Este método probabilístico asegura la muestra extraída de la población, son los más recomendables a la hora de realizar un muestreo, se puede encontrar los siguientes tipos: Muestreo aleatorio simple, Muestreo aleatorio sistemático, Muestreo aleatorio estratificado, Muestreo aleatorio por conglomerados.

Muestreo no probabilísticos. El muestreo no probabilístico no garantizan la representación de la población, pues a diferencia del muestreo probabilístico este no tiene en cuenta el principio de equidad probabilística, es decir, no acoge a todos los elementos de la población para ser parte del muestreo, los métodos no probabilísticos más utilizados son: Muestreo por cuotas y Muestreo Discrecional.

6.4.2 Muestreo aleatorio simple

Es un proceso simple, tiene como fuente el azar en la consecución de la muestra, es decir, la escogencia de los elementos se realiza a mediante un método lógico aleatorio que no discrimina o depura los elementos no se han seleccionado. Pasos para realizar el proceso del muestreo aleatorio simple.

- Tener claro y definido la población a la cual se le realizara la muestra.
- Describir de forma sistemática los elementos de la población.
- Realizar una codificación a los elementos de la población con el fin de realizar un muestreo limpio y organizado.
- Aplicar un criterio de selección.

6.5 DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD O ESTADÍSTICAS

Las distribuciones de probabilidad se basan en la posibilidad o expectativa de que algo suceda, de tal manera que resultan ser modelos de los cuales inferir y tomar decisiones de incertidumbre. “El objetivo fundamental de la estadística es inferir las propiedades de una población a partir de la observación de una muestra, o subconjunto, de ésta. La construcción y estudio de los modelos estadísticos están entonces íntimamente ligados al cálculo de probabilidades” (Gorgas, Cardiel & Zamorano, 2009, p.76.)

Las distribuciones de probabilidad se basan en la posibilidad o expectativa de que algo suceda, de tal manera que resultan ser modelos de los cuales inferir y tomar decisiones de incertidumbre. Las distribuciones de probabilidad se clasifican en:

Distribuciones Discretas

“Cuando el conjunto de valores posibles que pueda tomar una variable aleatoria es discreto, es decir finito o infinito numerable, la forma más sencilla de caracterizar la distribución de probabilidad correspondiente es a partir de la función de probabilidad, también denominada a veces función de cuantía o función de masa, función que da la probabilidad de cada uno de los valores posibles” (Villafranca & Zunica, 2005, p.103.).

Las distribuciones discretas más utilizadas son: **Bernoulli, Binomial y Poisson.**

Distribuciones continúas.

“A nivel intuitivo se puede decir que una variable aleatoria es continua si su conjunto de valores es infinito continuo. A diferencia de lo que sucede con las variables discretas, cuyo tratamiento puede llevarse a cabo con herramientas matemáticas muy sencillas, el estudio de variables aleatorias continuas exige el recurso a herramientas de análisis más sofisticadas” (Villafranca & Zunica, 2005, p.103.).

Las distribuciones continuas más utilizadas son: **Uniforme general, Exponencial, Weibull, Ji cuadrado, Normal.**

6.6 CÁLCULO DEL NÚMERO DE RÉPLICAS

“Una vez que se ha corrido un sistema de simulación hasta llegar a la estabilización, existe el problema de que las observaciones obtenidas en el experimento de simulación, generalmente, no son **independientes** (auto-correlacionadas). Para obtener resultados independientes hay que repetir “r” veces la simulación de tamaño “n” con diferentes números aleatorios. Se aconseja que el número de réplicas o repeticiones sea de 3 a 10”. (Azarang & García Duna, 1996, p.90.), con base en los resultados de cada una de las réplicas, se debe calcular inicialmente la media, la varianza e intervalo de confianza, obteniendo estos resultados se procede a calcular la media y la varianza entre replicas.

A continuación se describe la expresión matemática para el cálculo del ancho del intervalo:

$$h= t_{n-1,\ 1-\alpha/2} * S(x)$$

Dónde:

tn-1 = Al número de réplicas utilizadas inicialmente menos uno.
1-α/2= Nivel de confianza hallado en la tabla t Student.

Los datos recolectados del sistema deben estar dentro de un intervalo, ese intervalo está dado por la siguiente expresión matemática:

$$\mu= (\dot{x}-h,\ \dot{x}+h)$$

Si el intervalo encontrado está entre 0 y 3, significa que el número de réplicas está conforme para el desarrollo de resultados; si no es así, se debe hallar de nuevo el número de réplicas. Para hallar el número de réplicas necesario se debe utilizar la siguiente expresión matemática:

$$n^*= (n(h/h^*)2)$$

En la expresión matemática anterior n es el número de réplicas inicial escogido, h hace la función del ancho actual y h* es el ancho optimo (3).

6.7 VALIDACIÓN DE RESULTADOS

La validación de los resultados arrojados por el modelo de simulación son importantes en la medida en que se verifique adecuadamente que estos representan el sistema real, se debe considerar que aunque es un modelo computarizado, aun cuando los componentes individuales se hayan puesto a prueba con todo cuidado es posible que se pueden presentar inconvenientes o errores que conlleven a una inadecuada representación del sistema.

6.8 MÉTODO DE COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE SALIDA

El método de comparación de los resultados de salida del modelo con los del sistema real se podrá aplicar en aquellos casos en los que el sistema exista y se pueda experimentar con él, de forma que se obtengan datos de salida del mismo. Este método consiste en ejecutar el modelo y obtener una serie de datos de salida y comparar éstos, mediante algún método estadístico, con resultados que se tengan del sistema.

7. CLASE DE INVESTIGACIÓN

La clase de investigación que se llevará cabo en el proyecto es identificada con base en las características del problema; en el caso específico se abordara una investigación cuantitativa, ya que el sistema presenta datos numéricos que deben ser recopilados y conceptualizados, seguidamente se llevará a cabo una investigación descriptiva fundamentada en los datos obtenidos en la investigación anterior debido a que representa de forma más clara el sistema de atención en el servicio Consulta médica general externa del hospital, con esta información será posible identificar aspectos relevantes como el comportamiento y las variables actuales del sistema.

7.1 HERRAMIENTAS O INSTRUMENTOS

Para el desarrollo del proyecto se planteará un estudio de simulación con el lenguaje de simulación SIMAN y la asistencia del **Software Rockwell Arena®**, herramienta computacional que permite conocer mejor el comportamiento del sistema en un periodo de tiempo, además permite realizar comparaciones del sistema actual y los resultados obtenidos con la simulación en búsqueda de posibles escenarios que permitan plantear mejoras en pro de la disminución de los tiempos de espera por atención en el servicio de los pacientes, con esta herramienta se pretende investigar e identificar si con los recursos actuales se puede satisfacer la demanda de usuarios del servicio en el hospital reduciendo los tiempos de espera actuales.

7.2 SEGMENTACIÓN

Para realizar este estudio se analizará específicamente el servicio asistencial de Consulta médica general externa del hospital, por lo tanto se tendrán en cuenta únicamente al personal, recursos y los usuarios que ingresan a la entidad a solicitar atención en el servicio.

7.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Para llevar a cabo el estudio en el servicio asistencial Consulta médica general externa del hospital, se abordarán las siguientes fuentes de información:

7.3.1 Fuentes de información primaria

Previa identificación del problema, se busca realizar una investigación que abarque las necesidades del sistema y por ende los datos que se requieren para brindar soluciones al problema se realizarán a través del departamento de estadística del hospital, área que cuentan con información histórica confiable y esencial para entender el comportamiento del sistema como la cantidad de usuarios que ingresan al área a solicitar el servicio de medicina general.

De otra parte se recopilará información por parte de los investigadores, la cual será útil para llevar a cabo la caracterización del servicio, mediante muestreos de las variables del sistema empleando las técnicas necesarias para tomar los tiempos del sistema, con el fin de recolectar datos de interés que servirán para alimentar el modelo de simulación.

7.3.2 Fuente de información secundaria

Para llevar a cabo este estudio se analizará una serie de investigaciones aplicadas a entidades del sector salud, en las cuales se han identificado diversas problemáticas y a su vez han propuesto soluciones mediante métodos y herramientas de la ingeniería, entre las que se encuentran proyectos en los que se empleó la simulación como herramienta de solución.

En general para la realización del proyecto serán tenidos en cuenta todo tipo de documentos con contenido a fin; información de interés que ayude a identificar beneficios, aplicaciones, metodologías, desarrollo y resultados obtenidos en las organizaciones implementadas.

7.4 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para calcular el tamaño de la muestra se realizó una muestra piloto de 30 observaciones de los tiempos de ejecución de cada actividad correspondiente al servicio de Consulta médica general externa en el área de consulta externa del hospital, para llevar a cabo esta actividad se consideró un nivel de confianza del 95% a través de la tabla t- Student a 29 grados de libertad (n-1), con esta muestra se determina la media y la desviación estándar para aplicarla en la siguiente expresión[8]:

$$N = \left(\frac{t_{(n-1,\alpha/2)} S}{e} \right)^2$$

Dónde:

N = Número de muestras.
S = Desviación estándar de la muestra.
e = Cota de Error para los datos.
α = Nivel de confianza.

[8] La información vista en el cálculo del tamaño de la muestra, es tomada de la Página Web de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática de Thales. Disponible en Internet: <http://thales.cica.es/

Para determinar la cota de error para los datos, se empleó la siguiente fórmula, que permite medir la variabilidad en términos de la desviación estándar del estimador:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Dónde:

Sx = Error estándar o cota de error.
S = Desviación estándar.
n = Número de muestras.

En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos posteriores a la aplicación de las formulas estadísticas descritas anteriormente:

Tabla 6. Análisis de la muestra piloto.

ANÁLISIS DE LA MUESTRA PILOTO				
ACTIVIDAD	**PROMEDIO**	**DESVIACIÓN ESTANDAR**	**ERROR ESTIMADO**	**NÚMERO DE MUESTRAS (N)**
TIEMPO ENTRE LLEGADAS	1,26	1,64	0,29	115
ENTREGA DE FICHAS	0,04	0,5	0,09	115
FACTURACIÓN	3,2	1,76	0,32	115
ATENCIÓN MÉDICO #1	17,63	4,7	0,86	115
ATENCIÓN MÉDICO #2	18,23	3,61	0,66	115
ATENCIÓN MÉDICO #3	17,7	3,33	0,61	115
ATENCIÓN MÉDICO #4	16,38	4,3	0,78	115
ATENCIÓN MÉDICO #5	17,54	3,72	0,68	115

Fuente: Autores.

En la tabla anterior, se muestran los cálculos estadísticos y el número de muestras arrojadas por los datos en cada una de las actividades que conforman el sistema en el servicio Consulta médica general externa del área de consulta externa.

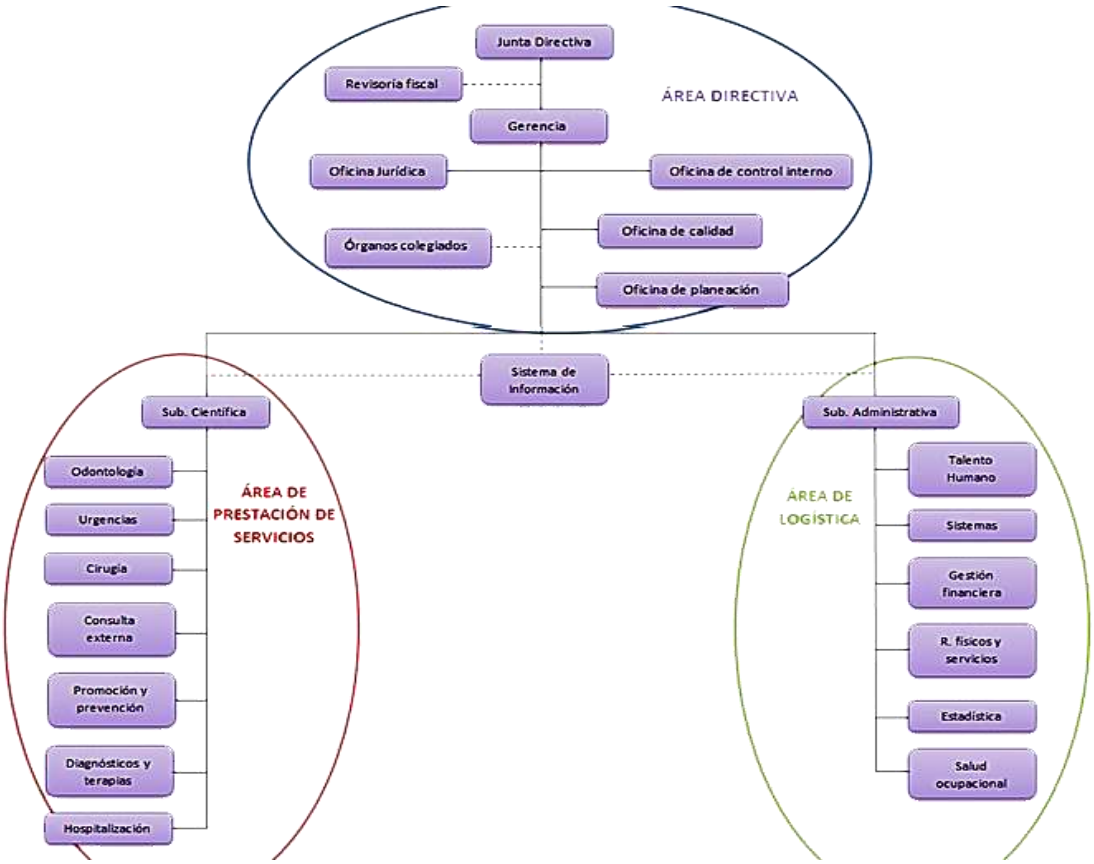
Aplicando la fórmula estadística de población infinita para calcular el tamaño de la muestra de cada actividad y considerando valores como la media, la desviación estándar y la cota de error, se obtuvo un muestras para cada una de las actividades de ciento quince (115); por ende esta será la cantidad de observaciones que serán tomadas por actividad del proceso de atención en el servicio y servirán de insumo para alimentar el modelo de simulación.

8. CARACTERIZACIÓN DEL SERVICIO CONSULTA EXTERNA

Con el propósito de entender el sistema del hospital y la importancia de un modelo de simulación para el servicio Consulta médica general externa del área Consulta Externa, resulta importante poner en contexto al lector del propósito que se busca lograr con el proyecto, exponiendo conceptos que se tornan importantes en el diseño de un modelo de simulación para calcular la capacidad del servicio y mejorar el tiempo en el sistema de los clientes (pacientes).

El hospital, es una IPS (ESE) entidad de orden Departamental perteneciente al subsector oficial del sistema nacional de salud, su portafolio está diseñado para garantizar una atención integral en salud de nivel 1 y 2. Cuenta con servicios de salud en medicina general y especialidades médicas, brindando atención las 24 horas del día, actualmente trabaja en el mejoramiento continuo de la calidad en los servicios ofertados y accediendo a alianzas estratégicas que le permita ampliar la cobertura en atención; la estructura organizacional del hospital está basada en tres pilares, estos corresponden al área directiva, logística y el área de prestación de servicios. En el siguiente gráfico muestra la estructura organizacional del hospital.

Gráfico 5. Estructura organizacional hospital.



Fuente: www.hospitalsanrafaelzarzal.gov.co

8.1 ÁREA DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Los servicios ambulatorios están ubicados en el Primer piso del hospital en el ala derecha en comunicación con el Servicio de Urgencias. Consta de cinco consultorios para el servicio de consulta de médico general, cuatro para las actividades de promoción y prevención, tres para consulta especializada y ocho unidades para las actividades de salud oral; En la siguiente tabla se exponen los servicios ofrecidos dentro de esta unidad funcional

Tabla 7. Servicios del área de Consulta Externa

SERVICIOS DEL AREA DE CONSULTA EXTERNA	
Anestesiología	Sicología
Medicina Interna	Terapia Respiratoria
Medicina General	Odontología
Traumatología y Ortopedia	Fonoaudiología.
Nutrición y Dietética	Fisioterapia
Programas de Salud	Urología
Cirugía General	Trabajo Social
Pediatría	Neurología
Ginecología	Patólogo
Obstetricia	Dermatología
Oftalmología	Otorrinolaringología

Fuente: hospital.

El área de Consulta Externa consta de doce consultorios, donde el personal Médico General, Especializado y de Enfermería labora en un horario de las 07:00 a.m. a 12:00 m. y de 1:00 p.m. a 6:00 p.m. de lunes a viernes, y los sábados para Consulta de medicina General y Especializada de 7:00 a.m. a 3:00 p.m.

El horario de entrega de fichas para consulta externa, es de lunes a viernes a partir de las 6:30 a.m. la totalidad de fichas entregadas por día, varía de acuerdo a la cantidad de médicos en turno, por tanto son limitadas, estas son entregadas de acuerdo al orden de llegada del paciente tanto para la jornada de lunes a viernes como para la del día sábado.

Los usuarios que queden en fila y no alcancen la ficha para su atención médica, serán inscritos para el día siguiente ser atendidos.

El servicio de Consulta médica general externa en el hospital lo conforman cinco Médicos generales, que laboran de acuerdo a su disponibilidad como se describe a continuación: dos médicos laboran (10) horas diarias, dos laboran media jornada (5) horas solo en la mañana y el quinto atiende (24) pacientes en jornada continua de 7:00 a.m. a 3:00 p.m.

En el proceso de facturación laboran dos personas con jornadas de 11 horas diarias, es decir desde las 6:30 a.m. hasta las 5:30 p.m., un auxiliar de enfermería adecua los consultorios previo al inicio de la jornada y el trabajador social es el encargado de asignar las fichas para el cupo de atención en horario de 6:30 a.m. a 7:00 a.m., adicionalmente los dos últimos funcionarios descritos se encuentran disponible el resto de la jornada, apoyando la ejecución del proceso y brindando información a los usuarios del hospital. Es preciso anotar que los horarios mencionados anteriormente corresponden a la jornada de lunes a viernes.

En la siguiente tabla, se detalla el horario de atención de los médicos generales involucrados en la jornada de lunes a viernes en el servicio asistencial Consulta médica general externa:

Tabla 8. Horario de atención de los médicos generales.

NOMBRE DEL MÉDICO	TURNO	HORAS/DIA	NUMERO DE USUARIOS/DIA
Trabajador social	Mañana y tarde	6:30 a.m. a 11:30 a.m y 1:00 p.m. a 5:30 p.m.	Limitado
Cajero #1	Mañana y tarde	6:30 a.m. a 12:00 m y 1:00 p.m. a 5:30 p.m.	Limitado
Cajero #2	Mañana y tarde	6:30 a.m. a 12:00 m y 1:00 p.m. a 5:30 p.m.	Limitado
Médico #1	Mañana y tarde	7:00 a.m. a 12:00 m y 1:00 p.m. a 6:00 p.m.	30
Médico #2	Mañana y tarde	7:00 a.m. a 3:00 p.m.	24
Médico #3	Mañana	7:00 a.m. a 12:00 m	15
Médico #4	Mañana	7:00 a.m. a 12:00 m y 1:00 p.m. a 6:00 p.m.	30
Médico #5	Mañana y tarde	7:00 a.m. a 12:00 m.	15

Fuente: Autores basados en información proporcionada por el hospital.

Los sábados el área asistencial de Consulta médica general externa presta sus servicios de la siguiente manera:

Laboran dos médicos generales, de los cuales uno atiende 24 pacientes en jornada continua, iniciando a las 7:00 a.m. hasta las 3:00 p.m. y el segundo atiende 15 pacientes en jornada de 7:00 a.m. a 12:00 m. El proceso de facturación es realizado por un facturador en horario de 6:30 a.m. a 3:00 p.m. el celador de turno asigna las fichas de acuerdo al orden de llegada de los pacientes, el proceso de adecuación de consultorios se realiza de igual manera a la descrita en la jornada de lunes a viernes.

En la siguiente tabla, se detalla el horario de los recursos humanos involucrados en la jornada del día sábado del servicio asistencial Consulta médica general externa:

Tabla 9. Horarios de atención del servicio.

NOMBRE DEL MÉDICO	TURNO	HORAS/DIA	NUMERO DE USUARIOS/DIA
Cajero #1	Mañana y tarde	6:30 a.m. a 3:00 p.m.	Limitado
Médico #1	Mañana y tarde	7:00 a.m. a 3:00 p.m.	24
Médico #2	Mañana	7:00 a.m. a 12:00 m.	15

Fuente: Autores basados en información proporcionada por el hospital.

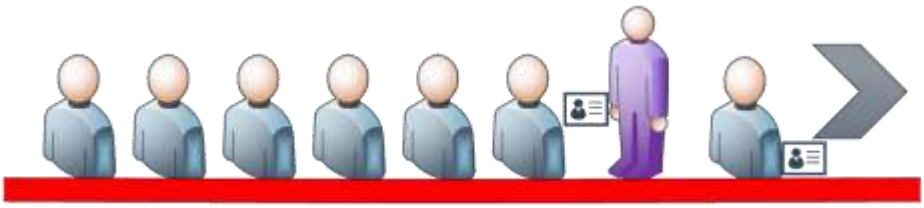
La duración de una Consulta en los servicios ambulatorios tardar en promedio 20 minutos por paciente, es decir tres pacientes por hora. Sin embargo, el hospital actualmente no dispone de la libre programación del tiempo laboral de los médicos, debido a la modalidad de vinculación laboral contractual es decir depende de la disponibilidad de tiempo de acuerdo a la programación de sus actividades personales-laborales; en la actualidad de los cinco médicos generales del servicio de Consulta médica general externa solo uno se encuentra vinculado directamente con el hospital.

8.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSULTA MÉDICA GENERAL EXTERNA

8.2.1 Entrega de fichas

En el siguiente gráfico se puede visualizar el proceso de entrega de fichas realizado como primera etapa del servicio Consulta médica general externa.

Gráfico 6. Etapa de entrega de fichas.



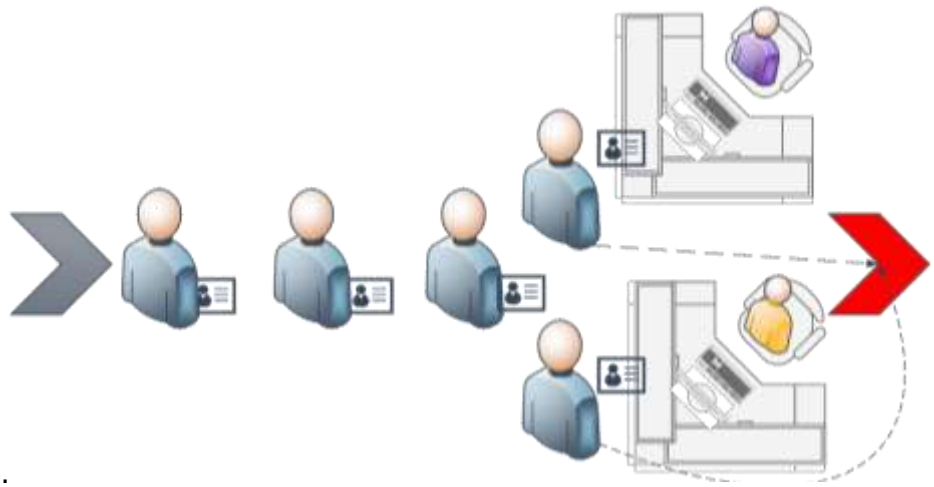
Fuente: Autores.

En esta etapa se da inicio al proceso de atención; el funcionario del área trabajo social hace entrega de una ficha a cada usuario en un horario de 6:30 a.m. a 7:00 a.m., para todas las consultas (mañana y tarde), las fichas traen impreso un número el cual va en orden consecutivo de acuerdo a la cantidad de cupos programados para atención de la jornada con base en la cantidad de médicos generales disponibles la numeración inicia en uno, con esta ficha el paciente adquiere el derecho a que se le asigne un médico del servicio Consulta médica general externa**.**

8.2.2 Facturación

En el siguiente gráfico se puede visualizar el proceso de facturación correspondiente a la segunda etapa del servicio Consulta médica general externa.

Gráfico 7. Etapa de facturación.



Fuente: Autores.

En esta etapa se valida la afiliación del paciente a una entidad de seguridad social, el cajero solicita a cada uno la copia del documento de identificación y carnet de seguridad social la cual debe ir firmada y con número de identificación, seguidamente se aseguran que exista convenio con la entidad encargada del pago, de lo contrario se cobra el servicio como particular, finalizada la verificación se procede a regístralo en el sistema de acuerdo al servicio requerido y se expide factura, con el número del consultorio y médico asignado. Finalmente imprime y entrega una copia al paciente, el formato original es anexado a los soportes de cobro que se envían a la entidad en que se encuentre afiliado el paciente.

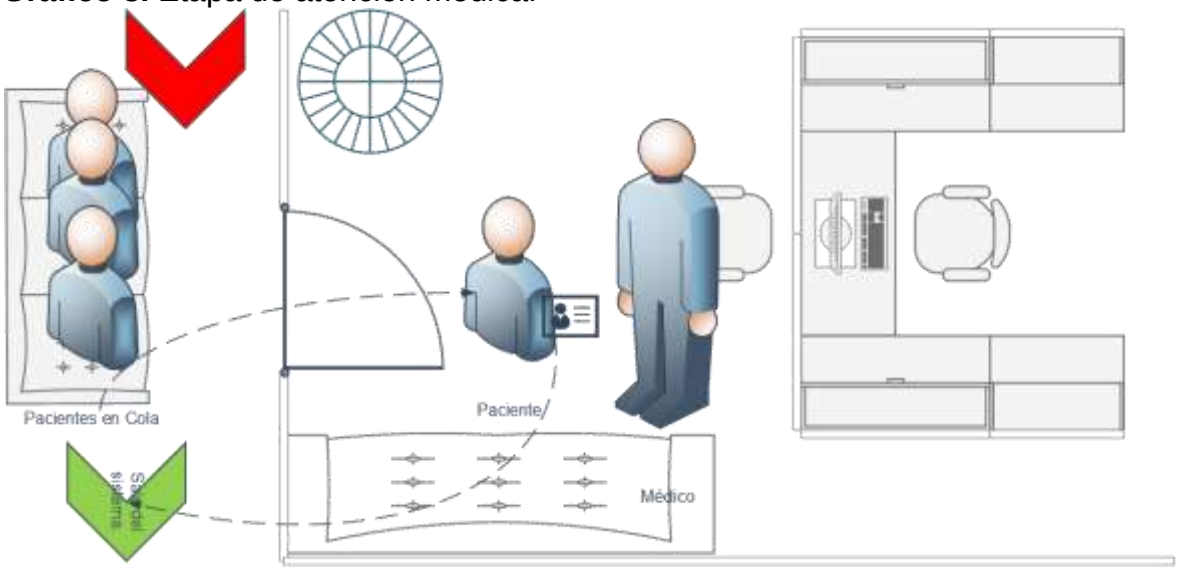
8.2.3 Preparación de Consultorios

Esta etapa consiste en adecuar las instalaciones de tal forma que se verifique que los consultorios se encuentren dotados de los implementos necesarios para la atención, esta actividad es realizada diariamente por el auxiliar del área de la salud antes de que ingrese el primer paciente de la mañana, asegurándose de que cada consultorio cuente con la dotación suficiente para la atención en la jornada, además establece la necesidad de insumos y hace el pedido respectivo al Jefe de enfermería del área Consulta Externa.

8.2.4 Consulta

En el siguiente gráfico se puede visualizar el proceso de consulta correspondiente a la última etapa del servicio Consulta médica general externa.

Gráfico 8. Etapa de atención médica.

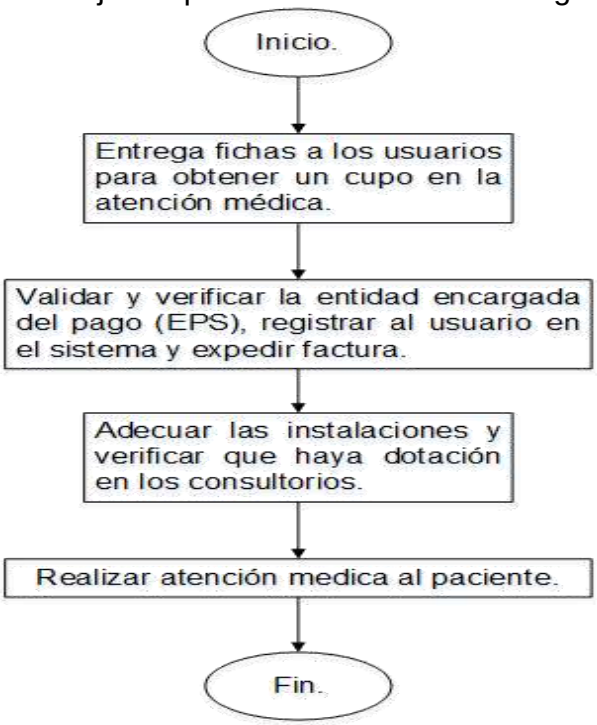


Fuente: Autores.

En esta etapa finaliza el proceso de atención, el médico llama al usuario para atenderlo de acuerdo al orden en que estos fueron programados en el sistema, ingresa datos del paciente al sistema y procede realiza la consulta de acuerdo con los protocolos establecidos, consigna todos los hallazgos en la historia clínica del paciente y emite la respectiva formula médica, exámenes o remisión a consulta especializada, esto varía de acuerdo a los resultados de la consulta. Finalizada la atención el usuario sale del sistema y se libera el recurso médico quien inicia el mismo proceso con el siguiente paciente de la fila hasta atenderlos a todos.

A continuación en el gráfico 10 se muestra el Diagrama de Flujo donde se evidencian las tareas del proceso de Consulta médica general externa del área de Consulta Externa:

Gráfico 9. Diagrama de flujo del proceso Consulta médica general.



Fuente: hospital.

Al cursograma analítico se le conoce como diagrama de flujo o curso de proceso, ya que expone la circulación o sucesión de los hechos de un proceso, debido a que representa gráficamente el orden en que suceden las operaciones, las inspecciones, los transportes, las demoras y los almacenamientos durante un proceso o un procedimiento, e incluye información adicional, tal como el tiempo necesario y la distancia recorrida.

En el siguiente gráfico se muestra el cursograma analítico correspondiente al proceso de Consulta médica general externa del hospital, con cada una de las actividades que lo conforman y los tiempos promedios de estas, tomados de los datos obtenidos para la muestra, a través de visitas realizada al hospital.

Gráfico 10. Cursograma analítico del proceso.

CURSOGRAMA ANALITICO DE PROCESO							
Diagrama No 1	**Resumen**						
Proceso:	**Actividad**						**Actual**
Atención médica general externa	Operación						4
Actividad:	Transporte						0
Entrega de fichas, facturación, Adecuación de consultorios y atención médica.	Espera						3
	Inspección						2
Método: Actual	Almacenamiento						0
Lugar: Consulta Externa	Tiempo total de atención para pacientes (min).						21
Realizado por: Autores							
	Tiempo (min)	**Símbolo**					
Descripción							**Observaciones**
Entrega de fichas a los usuarios para obtener un cupo en la atención médica.	30						Las fichas se entregan en orden de llegada, la cantidad dependerá de la programación de los médicos para el día. (Se realiza solo en la mañana)
Verificar que haya dotación en los consultorios.	1						Se realiza solo previo al inicio de la jornada.
Adecuar los consultorios.	3						Se realiza solo previo al inicio de la jornada
Fila para facturación.	-						Se realiza en la mañana y en la tarde.
Validar y verificar la entidad encargada del pago EPS.	1						Los cajeros verifican la información proporcionada por los usuarios e identifican la EPS a la que pertenecen en el sistema. (El tiempo varía dependiendo del estado del sistema). Se realiza en la mañana y en la tarde.
Registrar los usuarios en el sistema y expedir factura.	2						La factura incluye hora de atención, nombre del médico asignado y número del consultorio, se realiza el pago y el usuario firma. (El tiempo varía dependiendo del estado del sistema). Se realiza en la mañana y en la tarde.
Fila para consulta médica.	-						Se realiza en la mañana y en la tarde.
Atención médica.	17						Se realiza en la mañana y en la tarde.
	Total	**4**		**3**	**2**		

Fuente: Autores

8.3 PROCESO DE CONSULTA EXTERNA

En el área de Consulta Externa, el proceso se realiza de forma secuencial con diversas actividades que son independientes pero que en conjunto tienen el objetivo de lograr un solo resultado; en la siguiente tabla se realiza una descripción del proceso y el resultado obtenido a través de la ejecución del mismo:

Tabla 10. Procesos por dependencia.

PROCESOS	DESCRIPCIÓN
Consulta Externa	Es el conjunto de todas las actividades que relacionadas entre sí, dan inicio al proceso, obteniendo un resultado que es equivalente a un usuario atendido.

Fuente: Autores.

8.3.1 Etapas proceso de Consulta médica general externa

Para llevar a cabo el proceso de Consulta médica general externa, se debe cumplir una serie de etapas específicas que relacionadas entre sí de forma secuencial dan como resultado el proceso de atención; a continuación se describen las etapas que dan cumplimiento al proceso:

Tabla 11. Etapa por procesos.

ETAPA	DESCRIPCIÓN
Entrega de fichas	En el hospital hay un funcionario encargado de la entrega de fichas, estas son repartidas respetando el orden de llegada de los usuarios para obtener el servicio, la cantidad de fichas que se entrega depende de la disponibilidad de los médicos que hay para la programación del día. Esto se realiza con el fin de tener un mejor control en la atención de los usuarios que requieren el servicio de Consulta médica general externa.
Facturación	En esta actividad se liquidan todos los servicios prestados de acuerdo al manual tarifario contratado con las diferentes Entidades Administradoras de Planes de Beneficio (EAPB).
Preparación de consultorios	Esta actividad se realiza previamente a la atención del paciente con el fin de proporcionar un buen servicio
Consulta	Esta actividad corresponde a la atención que realiza el médico general al usuario que requiere el servicio, en esta se involucran los servicios de urgencias, hospitalización, promoción y prevención, apoyo diagnóstico y terapéutico, rehabilitación y suministro de medicamentos si es necesario.

Fuente: Autores.

8.3.1.1 Etapa facturación

Para llevar a cabo la ejecución de las etapas del proceso es necesario que el hospital cumpla con una serie de requisitos normativos que están basados en "principios constitucionales aplicados a la función pública"[9] .En la siguiente tabla se describe la normatividad correspondiente a la etapa de facturación se deben realizar en el servicio de Consulta médica general externa:

Tabla 12. Requisitos normativos de la etapa de Facturación.

REQUISITOS	DESCRIPCIÓN
Cliente externo / interno	Facturación oportuna y con calidad minimizando los tiempos de espera para acceder a los servicios.
gales o reglamentarios	Constitución política de Colombia de 1991 Art.48, 49 y 209.
	Ley 100 de 1993 -Art.153 num.6 - Art.155 -Art.185
	Decreto 2423 de 1996
	C.E.035 de 2000
	Acuerdo 260 de 2004
	Decreto 3260 de 2004
	Decreto.3990 de 2007
	Ley 1122 de 2007
	Resolución 412
	Decreto 4747 de 2007
	Resolución 3047 de 2008
Legales o reglamentarios	Resolución 416 de 2009
	Acuerdo 008 de 2009
Norma NTCGP 1000:2009	4.1 - 4.2 - 4.2.4 - 5.5.3 - 6.1 - 7.2.3 8.2.3 - 8.4 - 8.5
Normas y manuales de la entidad	Manual de Funciones
	Código de Ética y buen Gobierno
	Manual de Procesos

Fuente: hospital.

[9] Artículo 209 de la Constitución Política de Colombia - igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad.

8.3.1.2 Etapa de preparación de Consultorios y Consulta

En la siguiente tabla se describe la normatividad correspondiente a las etapas de Preparación de Consultorios y Consulta que se deben realizar en el servicio de Consulta médica general externa:

Tabla 13. Normativas de las etapas Preparación de Consultorios y Consulta.

TIPO DE REQUISITO	DESCRIPCIÓN
Cliente externo / interno	Los requisitos son los contemplados en la caracterización de la oferta de servicios correspondientes a consulta externa, en donde el cliente externo encuentra la oportunidad de acceder a los servicios de salud gracias a la disponibilidad locativa y recursos en salud para brindar la atención.
Legales o reglamentarios	Resolución 1043 de 2006
	Decreto 1011 de 2006
	Resolución 1446 de 2006
	Circular 030 de 2006
	Decreto 1955 de 1999
	Ley 1438 de 2011
Norma NTCGP 1000:2009	4.1 - 4.2 - 4.2.4 - 5.2 - 5.3 - 6 - 6.2 - 6.3 - 7.1 - 7.2 7.3 - 7.5 – 8
Normas y manuales de la entidad	Política institucional
	Valores y principios corporativos
	Código de ética y buen gobierno
	Guías de manejo y protocolos de atención
	Manual de vigilancia epidemiológica
	Manual y normas de bioseguridad
	Manual de funciones
Normas y manuales de la entidad	Plan de residuos hospitalarios
	Plan de mantenimiento

Fuente: hospital.

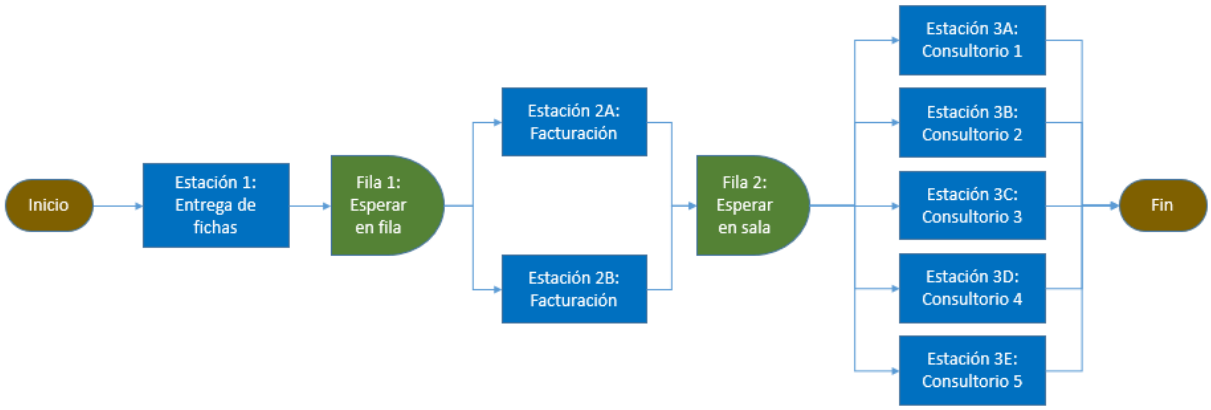
9. DISEÑO DEL MODELO DE SIMULACIÓN

El objetivo del estudio radica en evaluar el comportamiento del sistema modificando los recursos críticos que afecten el rendimiento del sistema.

9.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROCESO

Conceptualizar el proceso es una etapa básica en el desarrollo de los estudios de simulación ya que le permite al investigador analizar desde una perspectiva global el comportamiento del sistema de atención analizando cada uno de los elementos incorporados. En el siguiente gráfico se puede apreciar el proceso realizado por el servicio de Consulta médica general externa con cada una de las estaciones y actividades que lo componen.

Gráfico 11. Diagrama del sistema Consulta médica general externa.



Fuente: Autores.

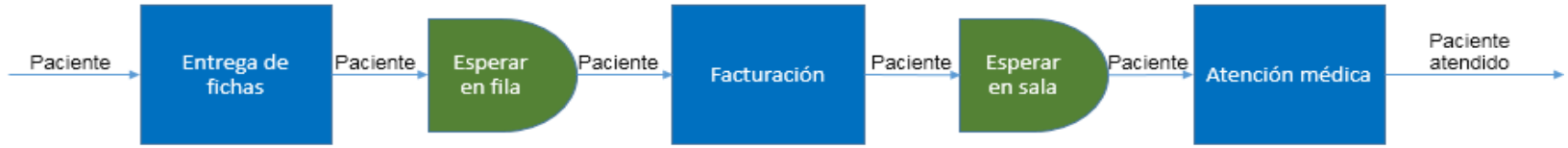
A continuación se realiza una breve descripción de cada una de las etapas que componen el servicio Consulta médica general externa y las actividades que se llevan a cabo en cada una de estas.

- Los usuarios llegan al hospital. desde tempranas horas en la mañana con el propósito de adquirir una ficha que les garantice un turno.
- Las fichas son entregadas por el trabajador social, de acuerdo a la programación medicada del día para la atención en la mañana y tarde.
- Asignadas las fichas los usuarios realizan la facturación respetando el orden de llegada. Estos son atendidos en las dos jornadas (mañana y tarde) y deben realizar su facturación en el horario establecido por la entidad hospitalaria.
- El paciente se presenta a la consulta médica de acuerdo a la asignación dada en facturación.

9.2 ESQUEMA CONCEPTUAL DEL MODELO

El sistema de atención del servicio Consulta médica general externa cuenta con una serie de parámetros, recursos, eventos, variables de estado, entidades y medidas de desempeño, que juntos dan forma al proceso de atención. En el siguiente gráfico se presentan cada uno de los elementos que componen el servicio de Consulta médica general externa.

Gráfico 12. Elementos del servicio Consulta médica general externa.



Parámetros:	$P(t)_1$ = Distribución de probabilidad para tiempo entrega de fichas		$P(t)_2$ = Distribución de probabilidad para tiempo facturación		$P(t)_3$ = Distribución de probabilidad para tiempo atención médica
Recursos	1 Trabajador Social		2 Cajeros en paralelo		5 médicos atendiendo filas especificas
Eventos:	- El paciente llega al sistema - Asignación de turno global	El paciente espera su turno para facturar	Asignación de médico Asignación de turno específico	El paciente espera a que el medico lo atienda	-Atención al paciente -El paciente sale del sistema
Variables:	Tiempo promedio de entrega de fichas	Tiempo promedio de espera en fila de facturación	Tiempo promedio de facturación	Tiempo de espera en fila de atención medica	-Tiempo promedio de atención de pacientes general -Tiempo promedio de atención de pacientes específico -Tiempo total en sistema
Entidades:			Pacientes		

Fuente: Autores.

9.2.1. Medidas de efectividad

- Número de usuarios atendidos por facturación
- Utilización del Trabajador Social.
- Utilización del cajero #1
- Utilización del cajero #2.
- Utilización del consultorio (1).
- Utilización del consultorio (2).
- Utilización del consultorio (3).
- Utilización del consultorio (4).
- Utilización del consultorio (5).
- Tiempo en fila que pasan los usuarios para ser atendidos por el Trabajador Social.
- Tiempo en fila que pasan los usuarios para ser atendidos en facturación.
- Tiempo en fila que pasan los usuarios para ser atendidos en el consultorio (1).
- Tiempo en fila que pasan los usuarios para ser atendidos en el consultorio (2).
- Tiempo en fila que pasan los usuarios para ser atendidos en el consultorio (3).
- Tiempo en fila que pasan los usuarios para ser atendidos en el consultorio (4).
- Tiempo en fila que pasan los usuarios para ser atendidos en el consultorio (5).
- Número de usuarios que salieron de la consulta médica.
- Tiempo promedio de atención de la consulta médica del consultorio (1).
- Tiempo promedio de atención de la consulta médica del consultorio (2).
- Tiempo promedio de atención de la consulta médica del consultorio (3).
- Tiempo promedio de atención de la consulta médica del consultorio (4).
- Tiempo promedio de atención de la consulta médica del consultorio (5).
- Tiempo total promedio que un usuario permanece en el sistema de Consulta médica general externa.

9.3 SUPUESTOS DEL MODELO

- El paciente solicita y factura los servicios en el interior del hospital.
- Los pacientes deben esperar el llamado para ingresar a la consulta y obtener la atención, en el consultorio correspondiente.
- Un médico solo puede atender a un paciente de la fila por turno.
- El sistema cuenta con cinco médicos por políticas administrativas del hospital.
- No hay prioridad en la atención, los pacientes se atienden en orden de llegada.
- Un paciente es asignado aleatoriamente y puede ser atendido por cualquier médico disponible en el turno.
- La falta de un médico no detiene el proceso de atención en el servicio, sin embargo si no hay médicos asignados para consultar, el servicio no se presta.
- El médico que atiende en jornada continua 24 pacientes, puede terminar el servicio antes de la hora programada y abandonar el lugar de trabajo.

- Los pacientes que requieran nuevamente atención en el servicio de Consulta médica general externa, bien sea, para seguimiento de enfermedades y/o análisis de exámenes, deben realizar nuevamente el proceso para asignación de cita descrito anteriormente.
- El modelo de simulación representa la jornada del servicio Consulta médica general externa, tal como se describe en la caracterización del servicio.

9.4 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Consolidados los datos requeridos para la construcción del modelo de simulación es necesario realizar el tratamiento de los mismos con herramientas computacionales de análisis, para el caso de estudio se empleó Input Analyzer del Software Rockwell Arena®, herramienta que permite conocer el tipo de distribución a la que se ajustan los datos y evaluar el comportamiento de cada muestra tomada en las actividades que hacen parte del servicio Consulta médica general externa; en la siguiente tabla describe el análisis de los datos de las actividad del servicio de Consulta médica general externa y tiempos entre llegadas.. Véase en los Anexos.

Tabla 14. Análisis de tiempos del servicio Consulta médica general externa**.**

DESCRIPCIÓN (TIEMPOS)	DISTRIBUCIÓN	EXPRESIÓN	PROMEDIO (Min)
Tiempo entre llegadas	Gamma	-0.5 + GAMM(1.58, 1.76)	2,29
Tiempos de entrega de fichas	Beta	0.07 + 0.07 * BETA(1.58, 1.27)	0,11
TIEMPOS PARA LA JORNADA DE LUNES A VIERNES			
Tiempos de cajero #1	Beta	1.5 + 9 * BETA(0.498, 3.15)	2,73
Tiempos de cajero #2	Beta	1.5 + 7 * BETA(0.704, 3.47)	2,68
Tiempos del Médico General #1	Normal	NORM(16.2, 4.42)	16,21
Tiempos del Médico General #2	Poisson	POIS(16)	15,99
Tiempos del Médico General #3	Triangular	TRIA(7.5, 20.7, 24.5)	17,56
Tiempos del Médico General #4	Triangular	TRIA(6.5, 18, 25.5)	15,97
Tiempos del Médico General #5	Normal	NORM(16.1, 4.55)	16,14
TIEMPOS PARA LA JORNADA DEL DÍA SÁBADO			
Tiempos de cajero #1	Beta	1.5 + 7 * BETA(0.696, 3.16)	2,76
Tiempos del Médico General #1	Poisson	POIS(16.4)	16,42
Tiempos del Médico General #2	Beta	7.5 + 16 * BETA(2.07, 1.27)	17,42

Fuente: Autores basados en resultados del Input Analyzer del Software Rockwell Arena®.

La adecuación de los consultorios no se tuvo en cuenta para la construcción del modelo de simulación debido a que esta actividad es realizada por un auxiliar de enfermería antes de iniciar el proceso de atención de los médicos y como tal no influye en el tiempo del total del sistema.

9.5 DISEÑO DEL MODELO DE SIMULACIÓN

Una vez realizada la caracterización del sistema, analizar el consolidado de datos obtenidos en cada una de las actividades pertenecientes al proceso de Consulta médica general externa del hospital con el Input Analyzer y haber clasificado las variables, recursos, parámetros y eventos del sistema se procede a realizar la construcción del modelo de simulación el cual se llevará a cabo mediante la implementación del lenguaje de programación SIMAN sobre la plataforma Arena®.

El ambiente de modelamiento en SIMAN se desarrolla entre el *Modeling* (modelo) y el *Experiment* (experimento); en el primero se describe las componentes del sistema y sus interacciones y en el segundo se definen las condiciones del experimento (longitud de la corrida, condiciones iniciales)[10].

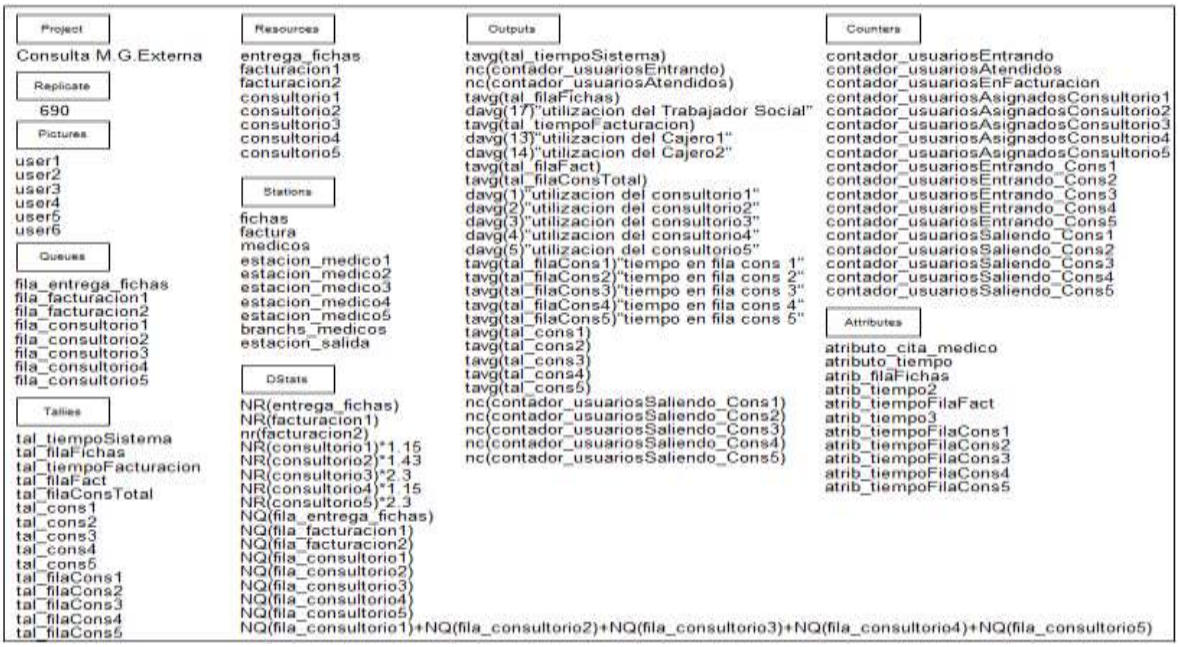
9.5.1. Componentes del modelo de simulación (lunes a viernes).

A continuación se realizará una descripción de cada uno de las etapas que conforman el modelo de simulación del servicio de Consulta médica general externa para la jornada de lunes a viernes, caracterizando componentes como los bloques, parámetros y la función de los mismos en la aplicación del Software Rockwell Arena®, lenguaje de programación SIMAN, con la finalidad de proporcionar una mayor comprensión del recorrido que realizan las entidades en el sistema.

En el gráfico siguiente se puede apreciar la etapa correspondiente al experimento en el diseño del modelo para la jornada de lunes a viernes.

[10] RAFFO LEIRCA, Eduardo. Software de Simulación. En: SISBID.1999. vol 2, no 1, p 57.

Gráfico 13. Experimento, sistema actual (lunes a viernes).



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Experimento

En la tabla siguiente se describen los elementos del experimento para el diseño del modelo de simulación del sistema actual en la jornada de lunes a viernes.

Tabla 15. Descripción experimento, sistema actual (lunes a viernes).

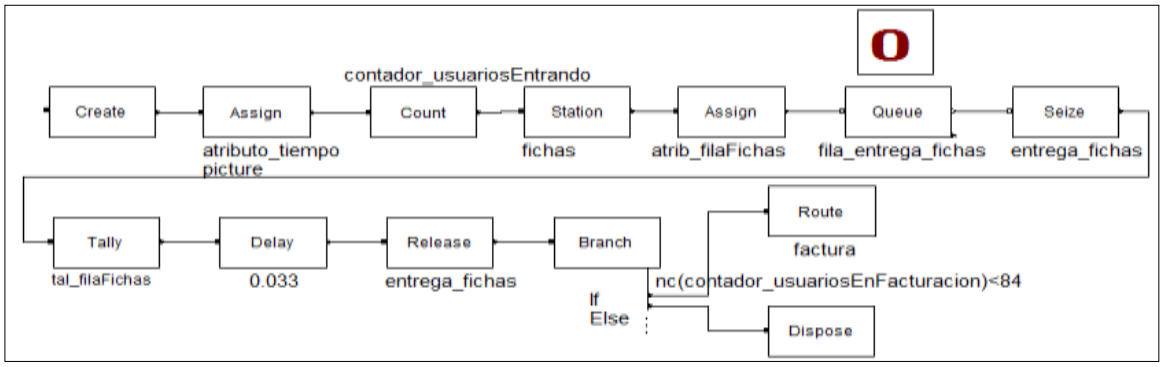
ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO DEL MODELO DE SIMULACIÓN	
ELEMENTO	**FUNCIÓN**
Project	Crea el proyecto de simulación en SIMAN.
Replicate	Declara el tiempo de atención del sistema y el número de réplicas por cada corrida del modelo de simulación.
Pictures	Declara las imágenes que representan las entidades “usuarios” en el recorrido por cada estación del sistema.
Resources	Declara los recursos necesarios para la realización del proceso.
Tallies	Declara los tiempos de interés en cada uno de los recursos.
Queues	Declara las colas o espacio de espera de las entidades.
Stations	Declara cada una de las estaciones del sistema.
DStats	Acumulador de resultados estadísticos. Tiempo, cantidad y utilización.
Outputs	Generar datos estadísticas de interés en el informe final para la evaluación del sistema modelado.
Counters	Cuenta las entidades en cada etapa del sistema simulado.
Attributes	Asigna los recursos y los tiempos en el sistema.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

ETAPA: Entrega de fichas

En el gráfico siguiente se ilustra el modelo resultante de la etapa entrega de fichas del sistema actual (lunes a viernes).

Gráfico 14. Entrega de fichas, sistema actual (lunes a viernes).



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la tabla siguiente se describen los parámetros declarados para la etapa Entrega de fichas, sistema actual (lunes a viernes).

Tabla 16. Entrega de fichas, sistema actual (lunes a viernes).

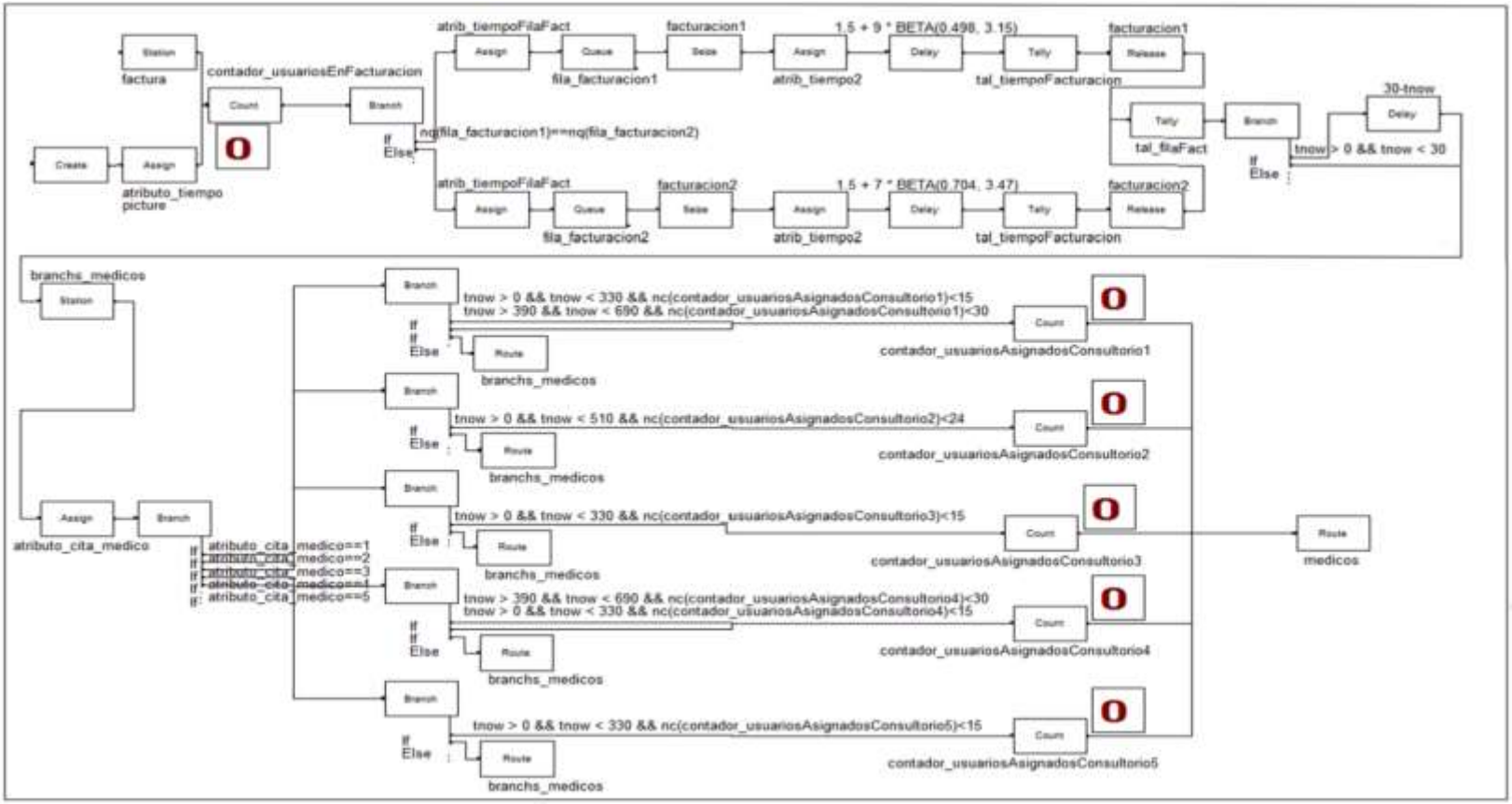
PARAMETROS	FUNCIÓN
Créate	Crea las entidades (pacientes).
Assign	Captura el tiempo de entrada de las entidades al sistema (tnow) y asignar las imágenes para representar las entidades.
Count	Cuenta las entidades que entran al sistema.
Station	Declara la estación de entrega de fichas.
Assign	Captura el tiempo en que la entidad entra a la fila.
Queue	Fila de la estación de entrega de fichas.
Seize	Utilizar el recurso de entrega de fichas.
Tally	Mide el tiempo que tardan las entidades en fila de asignación de ficha.
Delay	Tiempo que tarda el trabajador social entregando las fichas.
Releasse	Liberar el recurso de entrega de fichas.
Route	Enviar las entidades a la estación de facturación.
Branch	Envía 84 entidades de la jornada mañana a la estación de facturación y los restantes salen del sistema para volver a ser creados en la jornada de la tarde.
Dispose	Saca del sistema las entidades que no cumplan con la condición definida.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena

ETAPA: Facturación

En el gráfico siguiente se presenta el modelo resultante de la etapa Facturación sistema actual (lunes a viernes).

Gráfico 15. Diseño de la etapa Facturación sistema actual (lunes a viernes).



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la tabla siguiente se describen los parámetros declarados para la etapa Facturación sistema actual (lunes a viernes).

Tabla 17. Etapa Facturación sistema actual (lunes a viernes).

PARÁMETROS	FUNCIÓN
Station	Declarar la estación de facturación
Create	Crea entidades (pacientes) que ingresan al servicio a partir de la (1 p.m.)
Count	Cuenta las entidades que entran al a la estación de facturación
Branch	Condiciona que las entidades alternen en las estaciones de facturación
Assign	Captura el tiempo para el cálculo en la fila de facturación.
Queue	Filas para la estación de facturación 1 y 2, respectivamente.
Seize	Utiliza los recursos de facturación 1 y 2, respectivamente.
Assign	Captura el tiempo para calcular la duración de una entidad en la estación de facturación.
Delay	Tiempo que tarda facturando cada recurso cajero #1 y #2.
Tally	Mide el tiempo que se tardan las entidades facturando.
Releasse	Liberar los recursos de facturación.
Tally	Mide el tiempo de los pacientes en las filas de facturación 1 y 2.
Branch	Envía las entidades que ya facturaron a la espera de que pasen 30 minutos, (7 a.m.) hora en que inician a consultar los médicos.
Delay	Estación donde esperan los pacientes mientras transcurren los primeros 30 minutos.
Station	Declarar la estación correspondiente a la reasignación del consultorio.
Assign	Asignar al médico y las probabilidades de asignación donde debe dirigirse el paciente.
Branch	Envía a cada paciente a validación de la capacidad en la estación de médicos asignados.
Branch	El consultorio 1 y 4, a partir de los 29 y hasta los 330 minutos (12 m.) está disponible para atención, siempre y cuando no haya atendido 15 pacientes; de los 390 (1 p.m.) y hasta los 330 minutos (6 p.m.) está disponible para atención siempre y cuando no haya recibido 30 pacientes, de lo contrario el cajero reasigna el consultorio al paciente.
	El consultorio 2, a partir de los 29 y hasta los 510 minutos (3 p.m.) está disponible para la atención, siempre y cuando no haya atendido 24 pacientes; de lo contrario el cajero reasigna el consultorio al paciente.
	El consultorio 3 y 5, a partir de los 29 y hasta los 330 minutos (12 m.) está disponible para recibir pacientes, siempre y cuando no haya atendido 15, de lo contrario el cajero reasigna el consultorio al paciente.
Route	El cajero reasigna el consultorio si no se cumplen las condiciones anteriormente declaradas.
Count	Cuenta las entidades que se asignan al consultorio 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente.
Route	Enviar las entidades a la estación médicos.

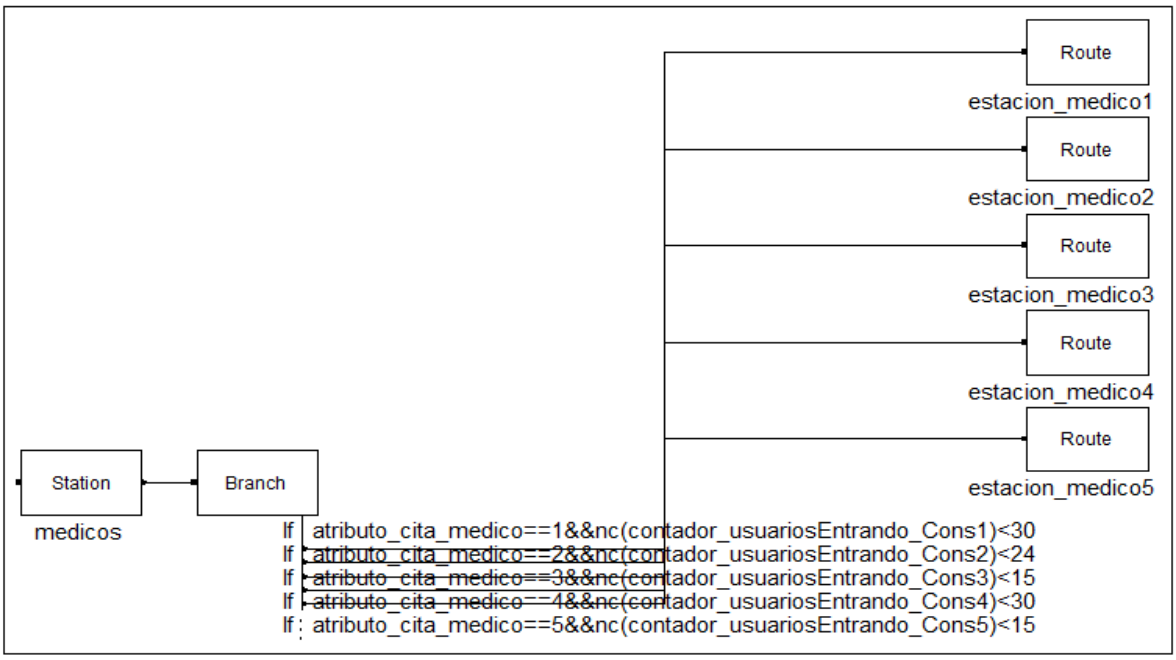
Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

ETAPA: CONSULTA MÉDICA

ESTACIÓN: Médicos

En el gráfico siguiente se presenta el modelo resultante de la Estación Médicos sistema actual (lunes a viernes).

Gráfico 16. Estación Médicos sistema actual (lunes a viernes).



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la siguiente tabla se describen los parámetros declarados para la estación Médicos sistema actual (lunes a viernes).

Tabla 18. Estación Médicos sistema actual (lunes a viernes).

PARÁMETROS	FUNCIÓN
Station	Declarar la estación correspondiente a la asignación de los médicos.
Branch	Enviar las entidades a la estación de consulta médica (consultorios).
Route	Enviar las entidades a la estación médico #1, #2, #3, #4 y #5, la cual corresponde al consultorio 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

ESTACIÓN: Consultorios

En los gráficos 17, 18, 19, 20, 21, se presentan los modelos resultantes de las estaciones consultorio # 1, 2, 3, 4, 5, respectivamente del sistema actual.

Gráfico 17. Estación Consultorio 1 sistema actual (lunes a viernes).

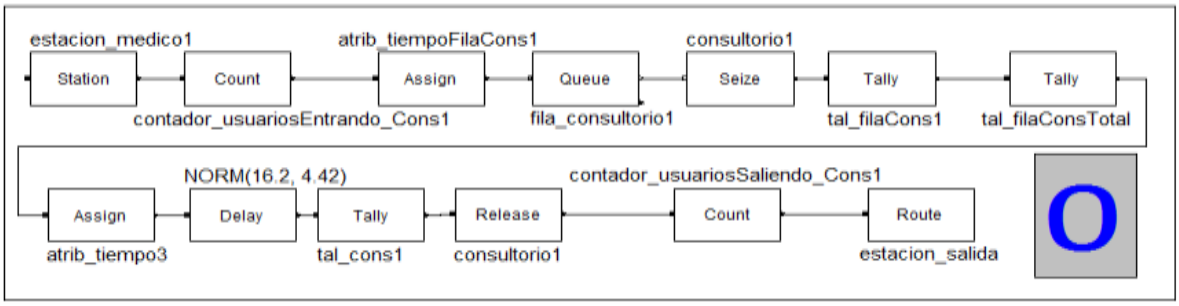


Gráfico 18. Estación Consultorio 2 sistema actual (lunes a viernes).

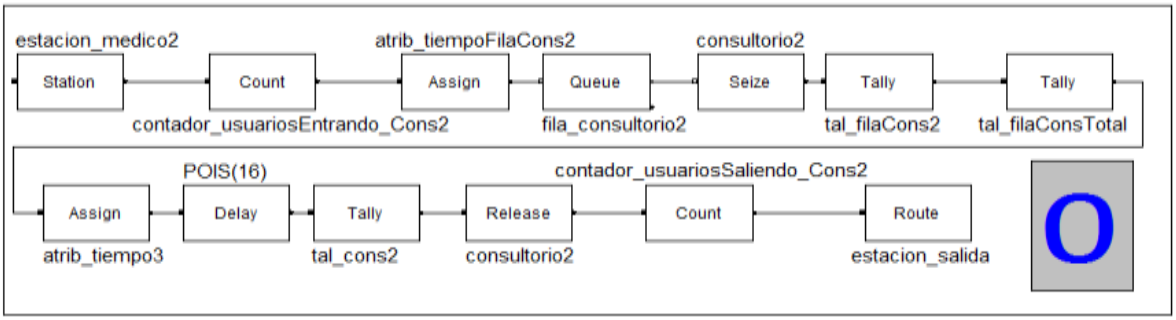


Gráfico 19. Estación Consultorio 3 sistema actual (lunes a viernes).

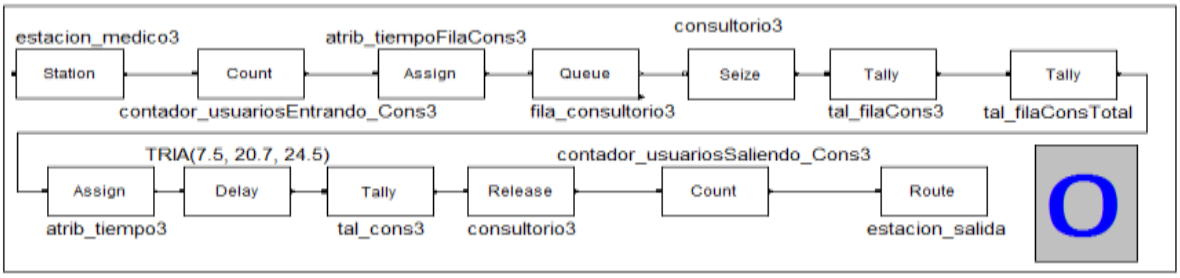


Gráfico 20. Estación Consultorio 4 sistema actual (lunes a viernes).

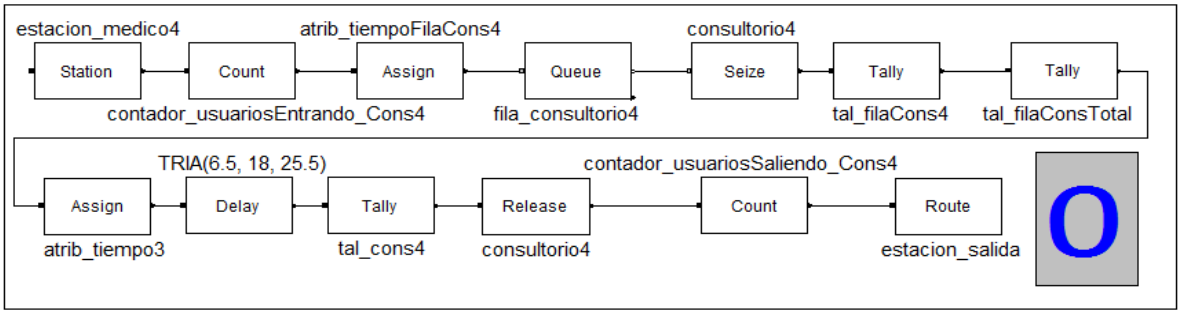
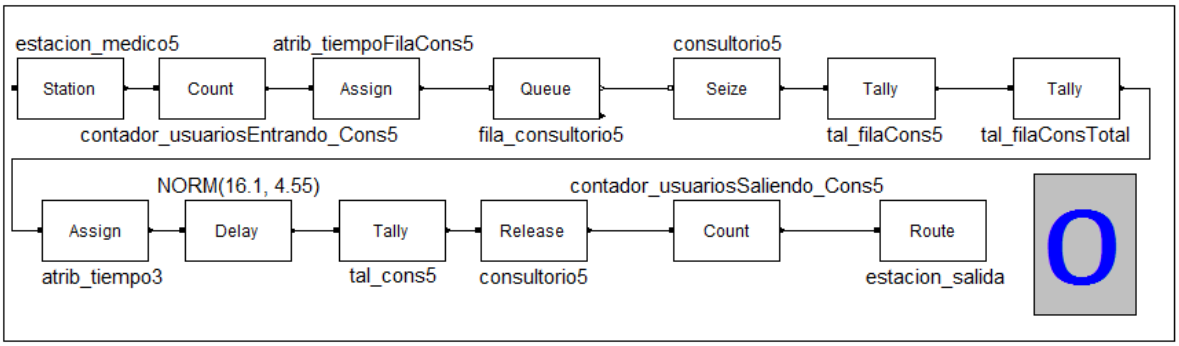


Gráfico 21. Estación Consultorio 5 sistema actual (lunes a viernes).



Fuente: Autores en la plataforma Arena; gráficos 17, 18, 19, 20, 21.

En la tabla siguiente se describen los parámetros declarados para las estaciones Consultorio 1, 2, 3, 4 y 5 del sistema actual (lunes a viernes).

Tabla 19. Estación Consultorios 1, 2, 3, 4 y 5 sistema actual (lunes a viernes).

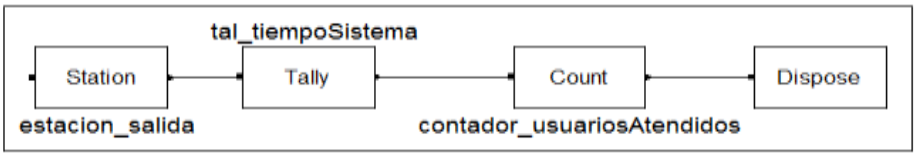
PARÁMETROS	FUNCIÓN
Station	Declarar las estaciones correspondientes a los consultorios 1, 2, 3, 4 y 5 donde atienden los médicos #1, #2, #3, #4 y #5 respectivamente.
Count	Cuenta las entidades que entran a la estación consultorio 1, 2, 3, 4 y 5.
Assing	Captura el tiempo de ingreso a la fila de consultorio 1, 2, 3, 4 y 5
Queue	Filas de la estación del consultorio 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente.
Seize	Utiliza los recursos médicos #1, #2, #3, #4 y #5 en los consultorios 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente.
Tally	Mide el tiempo que se tardan las entidades en fila de los consultorio 1, 2, 3, 4 y 5.
Tally	Mide el tiempo que se tardan las entidades en todas las filas de los consultorios 1, 2, 3, 4 y 5 para promediar el dato consolidado.
Assing	Asigna el tiempo de entrada al consultorio 1, 2, 3, 4 y 5.
Delay	Tiempo que tardan atendiendo los médicos #1, #2, #3, #4 y #5 en los consultorios 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente.
Tally	Mide tiempo que tarda en atender a un paciente el médico del consultorio 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente.
Releasse	Liberar los recursos del consultorio 1, 2, 3, 4 y 5.
Count	Cuenta las entidades que se salen de los consultorios 1, 2, 3, 4 y 5.
Route	Enviar las entidades a la estación de salida del sistema.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

ESTACIÓN: Salida del Sistema

En el gráfico siguiente se presenta el modelo resultante de la Estación Salida del sistema actual (lunes a viernes).

Gráfico 22. Estación Salida del sistema actual (lunes a viernes).



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la tabla siguiente se describen los parámetros declarados para la Estación Salida del sistema actual (lunes a viernes).

Tabla 20. Estación Salida del sistema actual (lunes a viernes).

PARÁMETROS	FUNCIÓN
Station	Declarar la estación para salida de las entidades del sistema
Tally	Mide el tiempo que se tardan las entidades en el sistema
Count	Cuenta las entidades que se salen del sistema
Dispose	Saca las entidades al finalizar la atención del servicio.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

9.5.1.1 Animación del modelo de simulación sistema actual (lunes a viernes)

En el gráfico siguiente se muestra la animación del servicio de Consulta médica general externa que acompaña al modelo de simulación para la jornada de lunes a viernes, en esta se pueden apreciar las etapas de Entrega de fichas, Facturación y la Atención por parte de los médicos generales, así como también el recorrido que realizan las entidades cuando ingresan al sistema.

Gráfico 23. Animación del sistema actual (lunes a viernes).

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

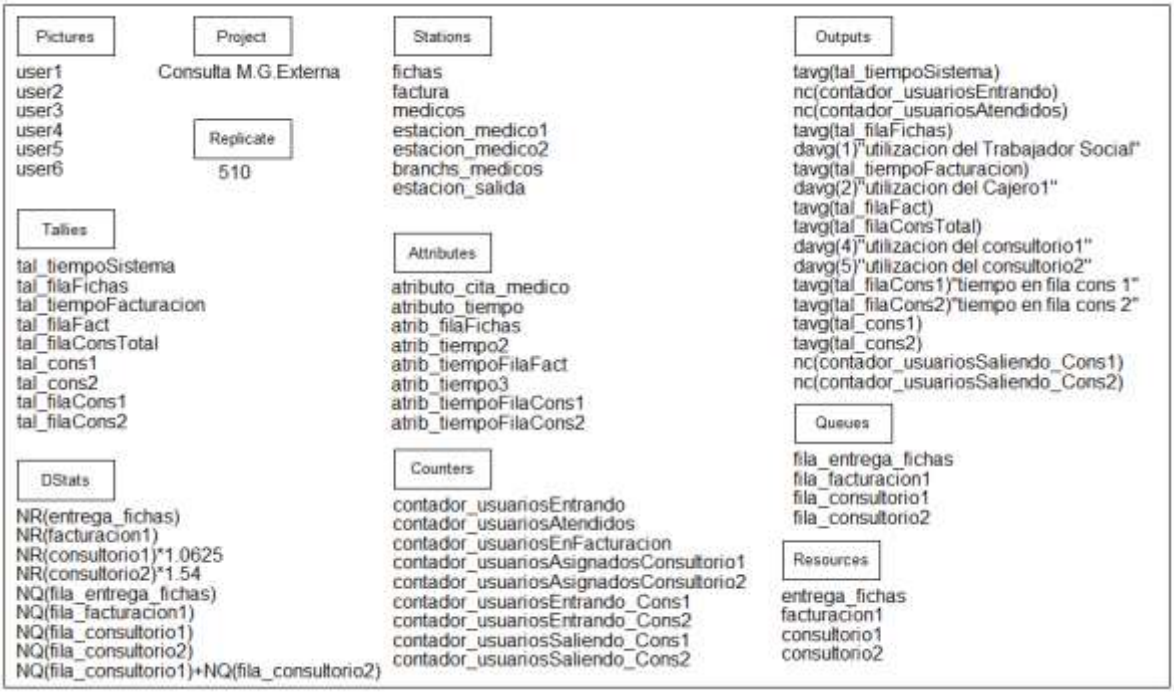
9.5.2 Componentes del modelo de simulación jornada del día sábado.

Experimento

Descripción y caracterización de los componentes del modelo de simulación del servicio Consulta médica general externe para el sistema actual del día sábado:

El experimento que representa la jornada de atención del sistema actual, día sábado, se tuvo en cuenta los elementos descritos en la Tabla 14. “Descripción del experimento, sistema actual (lunes a viernes)”, debido a que los modelos del proyecto tiene como objetivo evaluar las medidas de desempeño descritas en el sistema referente, a excepción de los recursos que no se encuentran disponibles en esta jornada, como lo son: cajero #2 y médicos #3, #4 y #5. En el siguiente gráfico se muestra el experimento correspondiente al modelo de simulación para el día sábado.

Gráfico 24. Experimento del modelo de simulación del sistema actual (sábado).



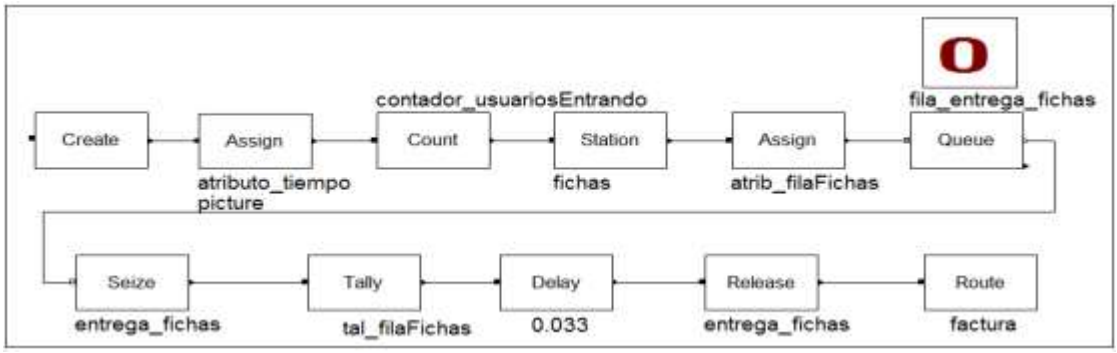
Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

ETAPA: Entrega de fichas para la jornada del día sábado.

Descripción de la Etapa de Entrega de fichas del sistema actual (sábado):

El sistema de entrega de fichas en la jornada del día sábado sigue un comportamiento referente al descrito en la Tabla 15. “Descripción de la etapa Entrega de fichas, sistema actual (lunes a viernes)”, a excepción de la fase final después del Releasse donde se liberar el recurso trabajador social quien entrega las fichas el Route envía todas las entidades creadas en la jornada a la estación de entrega de facturación. En el siguiente gráfico se puede observar el modelo correspondiente a esta etapa.

Gráfico 25. Modelo de la Etapa Entrega de fichas del sistema actual (sábado).

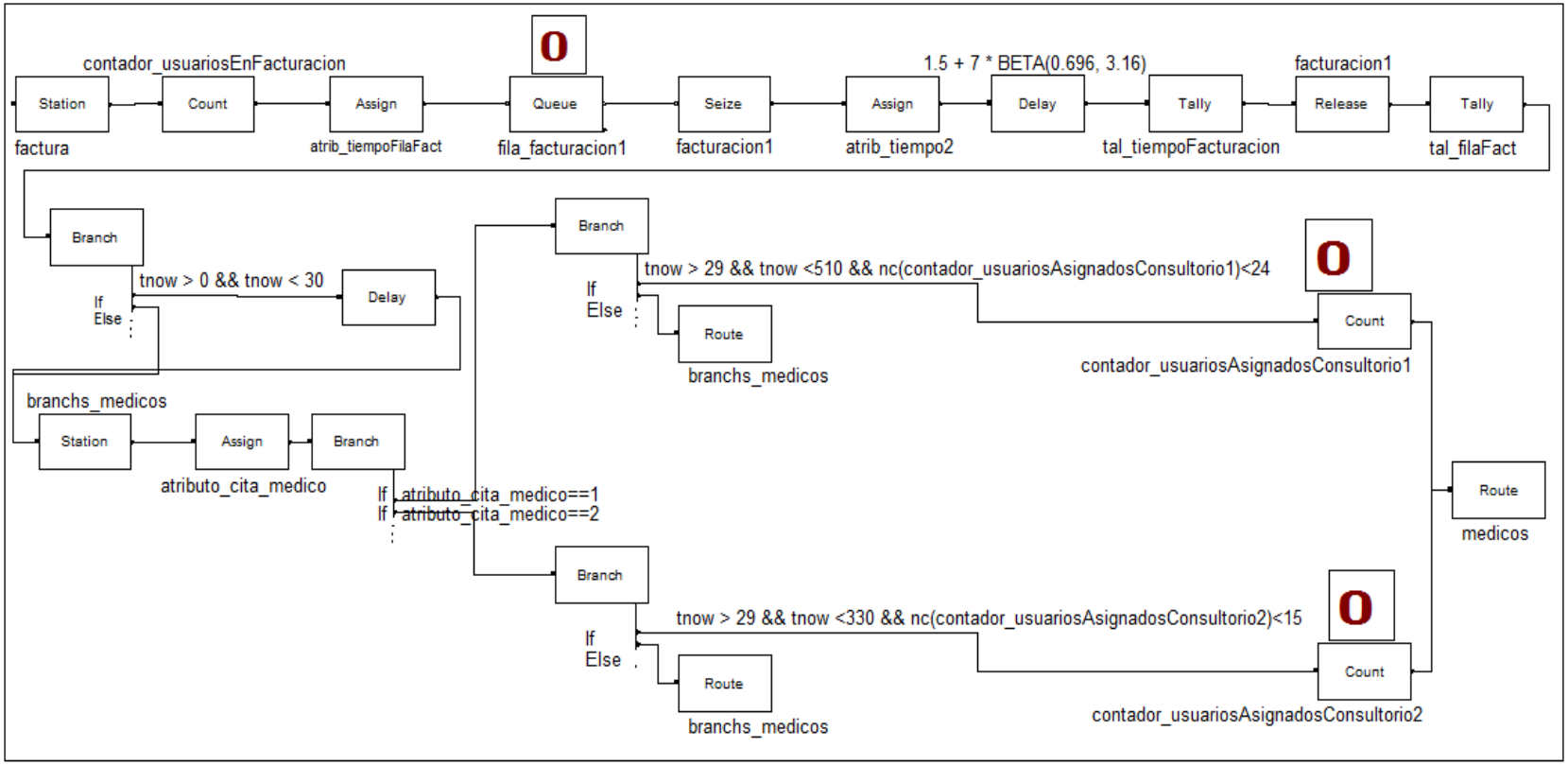


Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

ETAPA: Facturación

En el gráfico siguiente se presenta el modelo resultante de la Etapa de Facturación del servicio del sistema actual (sábado).

Gráfico 26. Etapa de Facturación del servicio del sistema actual (sábado).



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena

En la tabla siguiente se describen los parámetros declarados para la etapa Facturación del sistema actual (sábado).

Tabla 21. Facturación del sistema actual (sábado).

PARAMETROS	FUNCIÓN
Station	Declarar la estación de facturación.
Count	Cuenta las entidades que entran al a la estación de facturación.
Assign	Captura el tiempo para el cálculo del tiempo en fila de facturación.
Queue	Fila para estación de facturación 1.
Seize	Utilizar el recurso de facturación 1.
Assign	Captura el tiempo para calcular la duración de una entidad en la estación de facturación.
Delay	Asigna la distribución de tiempo que tarda facturando el recurso Cajero.
Tally	Mide el tiempo que se tardan las entidades facturando.
Releasse	Liberar el recurso de facturación.
Tally	Mide el tiempo de los pacientes en la fila de facturación 1.
Branch	Envía las entidades que ya facturaron a la espera de que pasen 30 minutos, (7 a.m.) hora en que inician a consultar los médicos.
Delay	Estación donde esperan los pacientes mientras transcurren los primeros 30 minutos.
Station	Declarar la estación correspondiente a la reasignación del consultorio
Assign	Asignar al médico que se debe dirigir el paciente y las probabilidades de asignación.
Branch	Envía a cada paciente a validación la capacidad de la estación de médicos asignado.
	El consultorio 1, a partir de los 29 (7:29) y hasta los 510 minutos (3:00 p.m.) está disponible para atención, siempre y cuando no haya atendido 24 pacientes, de lo contrario el cajero reasigna al paciente al siguiente consultorio.
	El consultorio 2, a partir de los 29 y hasta los 330 minutos (12 m) está disponible para atención, siempre y cuando no haya atendido 15 pacientes, de lo contrario el cajero reasigna al paciente al siguiente consultorio.
Route	Enviar los pacientes al Station para reasignar el consultorio.
Count	Cuenta las entidades que se asignan al consultorio 1 y 2 respectivamente.
Route	Enviar las entidades a la estación de médicos.

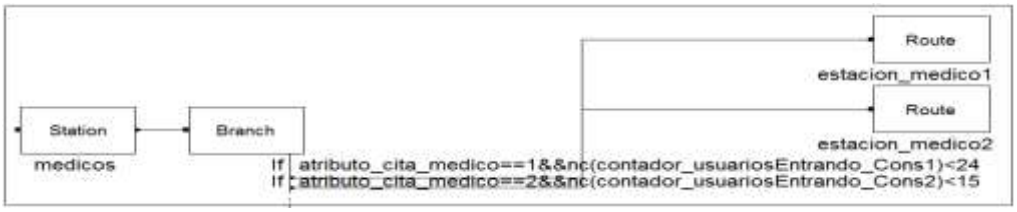
Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena

ETAPA: CONSULTA MÉDICA

ESTACIÓN: Médicos

En el gráfico siguiente se presenta el modelo resultante de la Estación Médicos del sistema actual (sábado).

Gráfico 27. Estación Médicos del sistema actual (sábado).



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Tabla 22. Descripción de la estación Médicos del sistema actual (sábado).

PARAMETROS	FUNCIÓN
Station	Declarar la estación correspondiente a la asignación de los médicos.
Branch	Enviar las entidades a la estación de médicos
Route	Enviar las entidades a la estación médico #1 y #2 la cual corresponde al consultorio 1, y 2 respectivamente.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

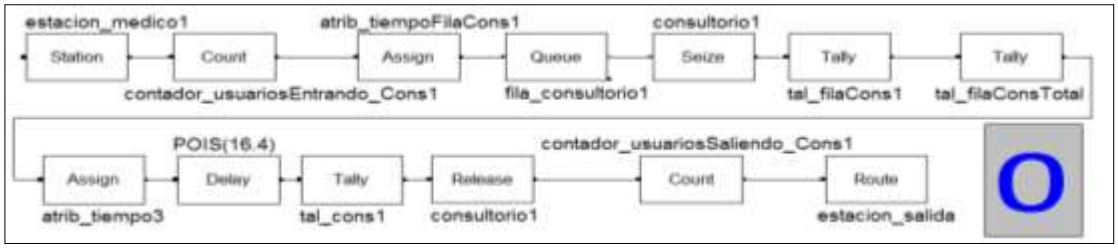
ESTACIÓN: Consultorios

Descripción de la Estación Consultorio 1 y 2 del sistema actual (sábado):

El sistema consultorios para la jornada del día sábado sigue un comportamiento referente al descrito en la Tabla 18. “Descripción de la Estación Consultorio 1, 2, 3, 4 y 5 del sistema actual (lunes a viernes)”, a excepción de las distribuciones de tiempo de atención que tarda atendiendo el médico #1 y #2 en el consultorio 1 y 2 respectivamente, declarados en el Delay de cada consultorio.

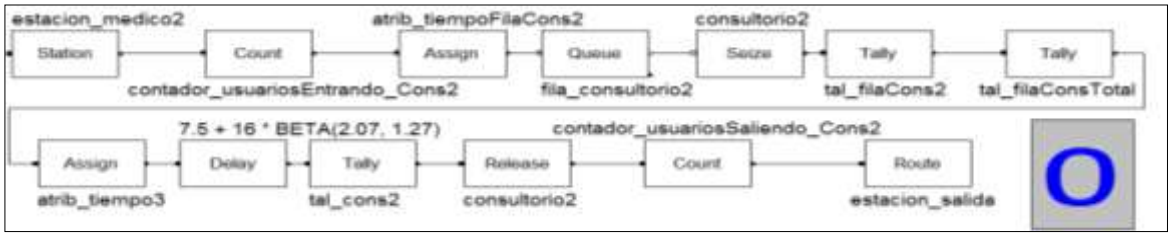
En el gráfico 27 y 28 se presenta el modelo resultante de la Estación Consultorio 1 y 2 respectivamente del sistema actual (sábado).

Gráfico 28. Estación Consultorio 1 del sistema actual (sábado).



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Gráfico 29. Estación Consultorio 2 del sistema actual (sábado).



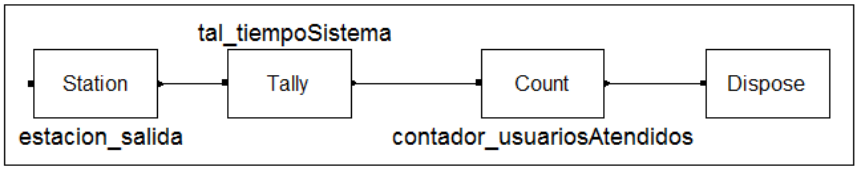
Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

ESTACIÓN: Salida del Sistema

Descripción de la Estación Salida del sistema actual (sábado):

El sistema salida del sistema para la jornada del día sábado sigue un comportamiento referente al descrito en la tabla 19. “Descripción de la Estación Salida del sistema actual (lunes a viernes).”

Gráfico 30. Estación Salida del sistema actual (sábado).



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

9.5.2.1 Animación del modelo de simulación del día sábado.

En el siguiente gráfico se muestra la animación del servicio de Consulta médica general externa que acompaña al modelo de simulación para la jornada del día sábado, en esta se pueden apreciar las etapas de Entrega de fichas, Facturación y la Atención por médicos generales, así como también el recorrido que deben hacer las entidades cuando ingresan al sistema.

Gráfico 31. Animación de la jornada del día sábado.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

9.6 NÚMERO DE CORRIDAS NECESARIAS DEL MODELO

Determinación del número de corridas necesarias del modelo para generar datos confiables: “La simulación de un sistema con horizonte final o terminal; es aquella simulación que se inicia en un determinado estado previsto por el diseñador y que va a ser ejecutada hasta que ocurra un determinado evento previamente identificado mediante el cual se va a detener la simulación y, por consiguiente, la observación del sistema o experimentación”. (Casanovas, Figueras, Guasch & Piera, 2009).

El sistema estudiado corresponde a una simulación terminal, dado que tiene un inicio en un tiempo determinado, el cual hace referencia al instante en que los usuarios llegan a la entidad y finaliza cuando son atendidos en su totalidad al finalizar la jornada laboral.

Para establecer el número de corridas necesarias que generen resultados representativos del sistema, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: El número de réplicas seleccionadas inicialmente son (10), la variable de interés evaluada en cada replica es (El tiempo en sistema de los usuarios) y la evaluación de las corridas

con medidas de dispersión (Promedio, varianza, desviación estándar) necesarias para determinan el comportamiento de los datos.

Una vez ejecutadas las (10) corridas iniciales se deben realizar cálculos necesarios para determinar el número óptimo de réplicas del modelo para generar resultados confiables, como se describen a continuación:

- Elegir un nivel de confianza. El nivel de confianza seleccionado es del 95%, dado que asegura la calidad de los datos, seguidamente se asigna el valor correspondiente al nivel de confianza de acuerdo a la tabla t-Student.
- El ancho del intervalo denotado con la letra (h).
- El número de réplicas requeridas cuando el ancho del intervalo es mayor a 3 (n*). se toma este intervalo de acuerdo a las políticas de calidad y atención al usuario del hospital, la cual plantea que un intervalo ideal que garantice un servicio de calidad en el tiempo de atención de la Consulta médica general externa debe ser de ±3 minutos de diferencia respecto al establecido por ley (20 minutos), es decir entre 17 y 23 minutos por paciente.

9.6.1 Réplicas necesarias para el modelo jornada de lunes a viernes

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos en las 10 réplicas iniciales, para el modelo que representa la jornada de lunes a viernes, a partir de los parámetros anteriores y las medidas de dispersión que permitieron determinar que el número de réplicas era suficiente para generar datos confiables.

Tabla 23. Réplicas necesarias para el modelo en jornada de lunes a viernes.

NÚMERO DE REPLICAS NECESARIAS PARA OBTENER RESULTADOS CONFIABLES (MODELO JORANDA LUNES A VIERNES)	
Número de réplicas	**Tiempo en sistema**
1	168,4
2	169,15
3	164,67
4	174,43
5	170,44
6	164,33
7	176,5
8	171,91
9	167,98
10	171,45
Promedio	169,93
Varianza	15,08
Des. Estándar	3,88
S(x)	1,23

Tabla 23. Réplicas necesarias para el modelo en jornada de lunes a viernes

Número de réplicas	Tiempo en sistema
t Student	2,26
h Optimo	2,78
h* Optimo	3

Fuente: Autores.

Para calcular el ancho del intervalo se siguió la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{h = t_{n-1}\ ,\ \ 1 - {}^{\propto}/_{2} * S(X)}$$

$$h = t_9\,, \left(1 - {}^{0,05}/_{2}\right) * 1{,}23$$

$$h = 2{,}2622 * 3{,}22$$

$$h = 2{,}78$$

Para calcular el intervalo se empleó el resultado anterior en la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{\mu = (\bar{X} - h, \bar{X} + h)}$$

$$\mu = (169{,}93 - 2{,}78,\ 169{,}93 + 2{,}78)$$

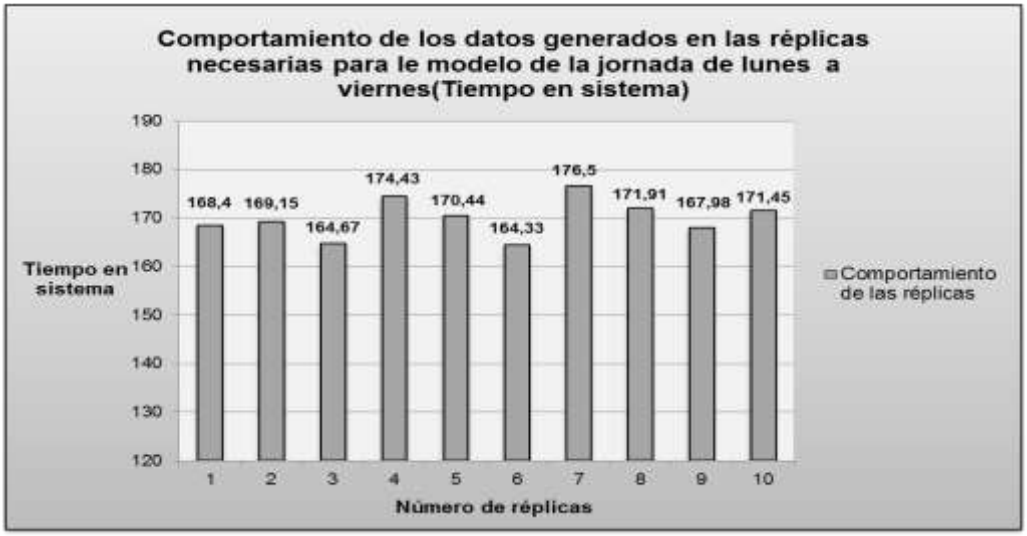
$$\mu = (167{,}15,\ 172{,}70)$$

Con base en el cálculo realizado se puede identificar que el ancho del intervalo determinado es (2,78), el cual es menor al valor del ancho óptimo (3), esto significa que el número de réplicas es acorde para el desarrollo de resultados y por consiguiente el número de réplicas necesarias para generar datos confiables son (10) réplicas para el modelo de simulación que representa la jornada de lunes a viernes.

Considerando los parámetros y criterios antes mencionados, se realizan (10) réplicas o corridas necesarias al modelo de simulación, para generar resultados confiables, registrando los siguientes datos:

En el siguiente gráfico, se muestra el comportamiento del tiempo en sistema de los usuarios a lo largo de las 10 réplicas generadas por el modelo de la jornada de lunes a viernes. Los datos representan un promedio de 169,93 minutos de tiempo en el sistema de los usuarios y una desviación estándar es de 3,88 minutos.

Gráfico 32. Datos de las réplicas necesarias para el modelo de lunes a viernes.



Fuente: Autores.

9.6.2 Número de réplicas necesarias del modelo para el día sábado.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos de las 10 réplicas iniciales para el modelo de la jornada del día sábado, a partir de los parámetros mencionados anteriormente, seguidos de las medidas de dispersión que permitieron el cálculo del número de réplicas necesarias para el modelo de simulación:

Tabla 24. Réplicas necesarias para el modelo de la jornada del día sábado.

NÚMERO DE REPLICAS NECESARIAS PARA OBTENER RESULTADOS CONFIABLES (MODELO DIA SÁBADO)	
Número de réplicas	**Tiempo en sistema**
1	203,36
2	217,92
3	218,45
4	215,34
5	208,96
6	218,96
7	209,99
8	215,43
9	212,87
10	203,08

Tabla 24. Réplicas necesarias para el modelo de la jornada del día sábado.

Número de réplicas	Tiempo en sistema
Promedio	212,43
Varianza	34,91
Des, Estandar	5,91
S(x)	1,87
t Student	2,26
h Optimo	4,23
h* Optimo	3
n*	**19,88**

Fuente: Autores.

Para hallar el ancho del intervalo se utilizó la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{h = t_{n-1}\ ,\ \ 1 - {}^{\propto}/_{2} * S(X)}$$

$$h = t_9\,, \left(1 - {}^{0,05}/_{2}\right) * 1{,}87$$

$$h = 2{,}2622 * 1{,}87$$

$$h = 4{,}23$$

Para calcular el intervalo se empleó el resultado anterior en la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{\mu = (\bar{X} - h, \bar{X} + h)}$$

$$\mu = (212{,}43 - 4{,}23,\ 212{,}43 + 4{,}23)$$

$$\mu = (208{,}20,\ 216{,}66)$$

Con base en el cálculo realizado se puede identificar que el ancho del intervalo determinado es (4,23), el cual se encuentra distante del ancho óptimo (3), por lo tanto, es necesario realizar la siguiente expresión matemática con el fin de determinar el número de réplicas necesarias que proporcionen resultados confiables:

$$\boldsymbol{n^* = (n^*(h/h^*)^2)}$$

$$n^* = (10^* (4{,}23/ 3)^2)$$

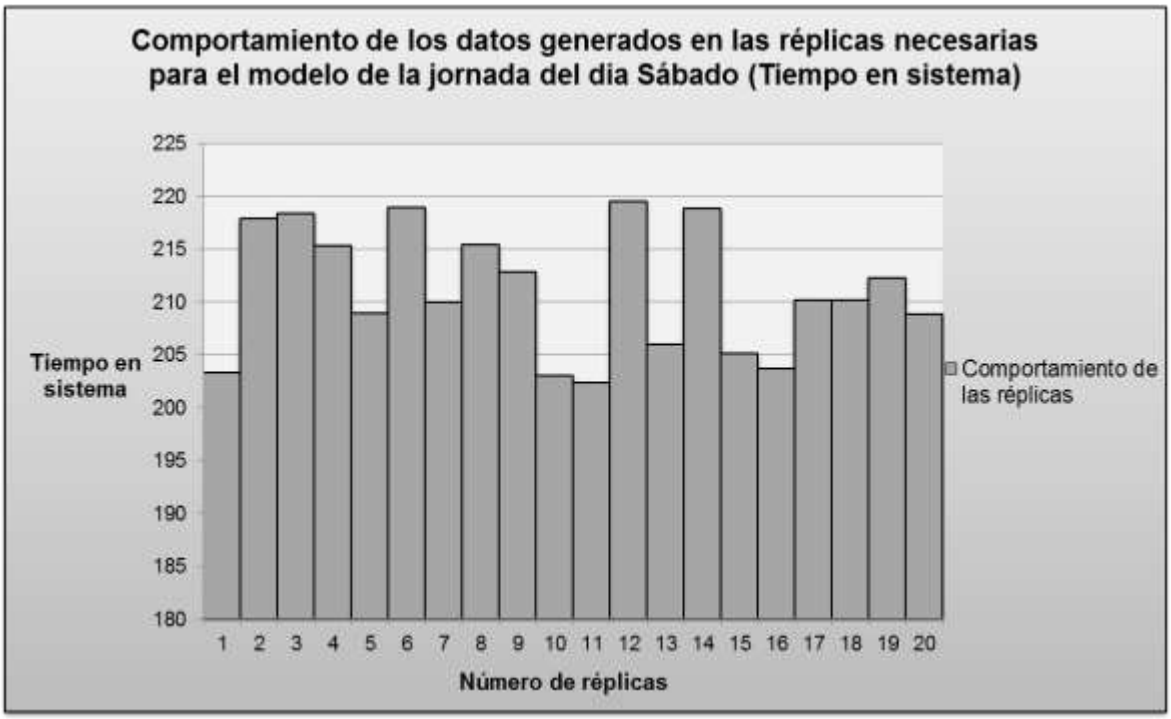
$$n^* = 19{,}88 \approx 20 \text{ Réplicas}$$

Considerando los parámetros y seguido del cálculo de los valores con expresiones matemáticas y estadísticas, se obtuvo como resultado que el número de réplicas

necesarias para generar datos confiables en el modelo que representa la jornada del día sábado es de (20) réplicas; en el siguiente gráfico se muestra el comportamiento de los datos obtenidos:

En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento del tiempo en sistema de los usuarios a lo largo de las 20 réplicas generadas por el modelo de la jornada de día sábado. Los datos arrojaron un promedio de 211,08 minutos de tiempo en sistema de los usuarios y una desviación estándar de 5,90 minutos.

Gráfico 33. Datos de las réplicas necesarias para el modelo del día sábado.



Fuente: Autores

10. VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

"Evaluar un modelo significa desarrollar un nivel aceptable de confianza de modo que las inferencias obtenidas del comportamiento del modelo sean correctas y aplicables al sistema del mundo real". (Azarang y García Duna, 1996, p.90.).

Para el servicio de Consulta médica general externa se determinó como variable de interés el tiempo en sistema que permanecen los usuarios en una jornada, teniendo en consideración que en el avance del proyecto se ha identificó que este es muy prolongado y desencadena en inconformidad por los tiempos de espera que deben asumir los usuarios para obtener el servicio.

10.1 VALIDACIÓN DEL MODELO JORNADA DE LUNES A VIERNES.

Para llevar a cabo la validación, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- El número de réplicas necesarias (10).
- La variable evaluada en cada corrida fue el tiempo en sistema de los usuarios.
- Se evaluó el comportamiento de las corridas con medidas de dispersión como el promedio, varianza, desviación estándar, con el fin de determinar el comportamiento de los datos.

A continuación se describen los valores que registraron las réplicas acompañadas de las medidas de dispersión que permitieron realizar la validación del modelo de simulación para la jornada de lunes a viernes:

Tabla 25. Validación del modelo jornada (lunes a viernes) y sistema real.

VALIDACIÓN DEL MODELO PARA LA JORNADA DE LUNES A VIERNES			
Nº DE REPLICAS	DATOS TIEMPO EN SISTEMA (Min)		DIFERENCIA
	SIMULACIÓN	SISTEMA REAL	
1	168,4	172,51	-4,11
2	169,15	172,52	-3,37
3	164,67	163,2	1,47
4	174,43	177,53	-3,1
5	170,44	176,31	-5,87
6	164,33	169,23	-4,9
7	176,5	178,64	-2,14
8	171,91	176,92	-5,01
9	167,98	173,21	-5,23
10	171,45	163,9	7,55

Tabla 25. Validación del modelo jornada (lunes a viernes) y sistema real.

Nº DE REPLICAS	DATOS TIEMPO EN SISTEMA (Min)		DIFERENCIA
	SIMULACIÓN	SISTEMA REAL	
PROMEDIO	169,93	172,40	-2,47
DESV. ESTANDAR	3,88	5,46	4,10
VARIANZA	15,08	29,84	16,83
NIVEL DE CONFIANZA	95%	95%	95%
S(x)	1,23	1,73	1,30
ANCHO DEL INTERVALO (h)			**2,93**

Fuente: Autores.

Para determinar el ancho del intervalo de confianza calculado en la tabla anterior se utilizó la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{h = t_{n-1}\ ,\ \ 1 - {}^{\propto}/_{2} * S(X)}$$

$$h = t_{9}\,, \left(1 - {}^{0,05}/_{2}\right) * 1{,}30$$

$$h = 2{,}2622 * 1{,}30$$

$$h = 2{,}93$$

Para calcular el intervalo se empleó el resultado anterior en la siguiente expresión:

$$\mu = (\bar{X} - h, \bar{X} + h)$$

$$\mu = (-2{,}47 - 2{,}93,\ -2{,}47 + 2{,}93)$$

$$\mu = (-5{,}41,\ 0{,}46)$$

El intervalo calculado es de (-5,41, 0,46), de acuerdo a este se puede demostrar la similitud de los sistemas evaluados con la aplicación de las métricas estadísticas, lo cual se evidencia con la presencia del número cero (0) dentro del intervalo, por tanto se demuestra que el modelo de simulación diseñado es confiable y representa el servicio de Consulta médica general externa para la jornada de lunes a viernes del hospital.

10.2 VALIDACIÓN DEL MODELO JORNADA DEL DÍA SÁBADO.

Para llevar a cabo la validación, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- El número de réplicas necesarias (20).
- La variable evaluada en cada corrida fue el tiempo en sistema de los usuarios.
- Se evaluó el comportamiento de cada corrida con las medidas de dispersión como el promedio, varianza, desviación estándar, con el fin de determinar el comportamiento de los datos.

A continuación se describen los valores que registraron las réplicas acompañadas de las medidas de dispersión que permitieron realizar la validación del modelo de simulación para la jornada del día sábado:

Tabla 26. Validación modelo de simulación del día sábado y sistema real.

VALIDACIÓN DEL MODELO PARA LA JORNADA DEL DÍA SÁBADO			
Nº DE REPLICAS	**DATOS TIEMPO EN SISTEMA (Min)**		**DIFERENCIA**
	SIMULACIÓN	**SISTEMA REAL**	
1	203,36	205,87	-2,51
2	217,9	218,38	-0,48
3	218,45	216,53	1,92
4	215,34	217,69	-2,35
5	208,96	215,43	-6,47
6	218,96	227,19	-8,23
7	209,99	207,98	2,01
8	215,43	213,14	2,29
9	212,87	216,79	-3,92
10	203,08	208,45	-5,37
11	202,44	210,08	-7,64
12	219,53	218,45	1,08
13	206,02	205,78	0,24
14	218,86	213,9	4,96
15	205,13	210,43	-5,3
16	203,7	207,06	-3,36
17	210,18	211,42	-1,24
18	210,24	211,26	-1,02
19	212,3	216,87	-4,57
20	208,9	215,08	-6,18
PROMEDIO	211,08	213,39	-2,31
DESV. ESTANDAR	5,90	5,31	3,68
VARIANZA	34,86	28,24	13,56
NIVEL DE CONFIANZA	95%	95%	95%
S(x)	1,87	1,68	1,16
ANCHO DEL INTERVALO (h)			**2,44**

Fuente: Autores.

Para determinar el ancho del intervalo de confianza calculado en la tabla anterior se siguió la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{h = t_{n-1}\ ,\ \ 1 - {}^{\propto}/_{2} * S(X)}$$

$$h = t_{19}\,, \left(1 - {}^{0,05}/_{2}\right) * 1{,}16$$

$$h = 2{,}0930 * 1{,}16$$

$$h = 2{,}44$$

Para calcular el intervalo se empleó el resultado anterior en la siguiente expresión:

$$\mu = (\bar{X} - h, \bar{X} + h)$$

$$\mu = (-2{,}31 - 2{,}44, -2{,}31 + 2{,}44)$$

$$\mu = (-4{,}74, 0{,}13)$$

El intervalo calculado es de (-4,74, 0,13), de acuerdo a este se puede demostrar la similitud de los sistemas evaluados con la aplicación de las métricas estadísticas, lo cual se evidencia con la presencia del número cero (0) dentro del intervalo, por tanto se demuestra que el modelo de simulación diseñado es confiable y representa el servicio Consulta médica general externa para la jornada del día sábado del hospital.

10.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Es necesaria la realización de una prueba de hipótesis en la cual se compare la media del tiempo en sistema real y la media del tiempo en sistema del modelo de simulación, para validar estadísticamente si el modelo sigue un comportamiento que represente el sistema real.

La prueba de hipótesis según Devore, J. (2001), es la siguiente:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$
$$H_a: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Criterio de rechazo de H_0: $|t_o| > t_{\alpha/2,\, v}$

Para calcular t_o y $t_{\alpha/2,v}$ se deben realizar las siguientes expresiones:

$$t_o = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \qquad v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(s_1^2/n_1\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(s_2^2/n_2\right)^2}{n_2 + 1}} - 2$$

Dónde:

$\bar{X}_1$ = Media esperada de la muestra del sistema real.

$\bar{X}_2$ = Media esperada de la muestra del modelo de simulación.

s^2_1 = Varianza esperada de la muestra del modelo de simulación.

s^2_2 = Varianza esperada de la muestra del sistema simulado.

n_1 = Tamaño de la muestra del sistema real.

n_2 = Tamaño de la muestra del sistema simulado.

10.3.1 Prueba de hipótesis del modelo jornada (lunes a viernes).

Una vez sustituidos los valores de la jornada de lunes a viernes se obtiene:

$$t = \frac{172{,}40 - 169{,}93}{\sqrt{\frac{29{,}84^2}{10} + \frac{15{,}08^2}{10}}} = 0.022$$

$$V = \frac{\left(\frac{29{,}84^2}{10} + \frac{15{,}08^2}{10}\right)^2}{\frac{\left(\frac{29{,}84^2}{10}\right)^2}{10+1} + \frac{\left(\frac{15{,}08^2}{10}\right)^2}{10+1}} - 2 = 14$$

$t_{0{,}025}\,, 14 = 2{,}1448$

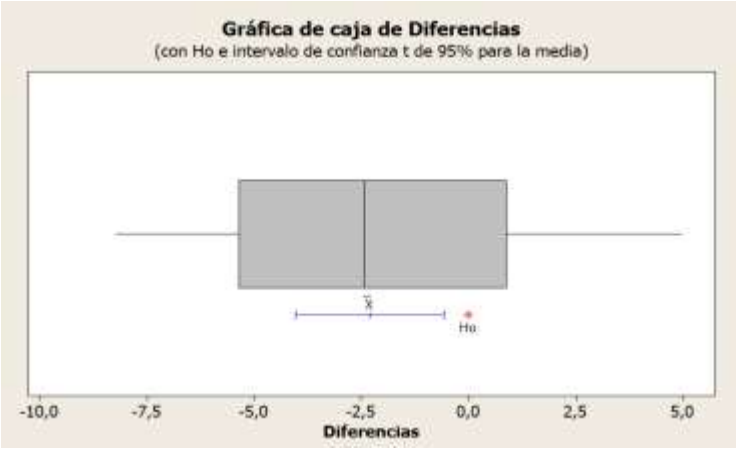
Entonces;

$|t_o| < t_{0,05/2,\ 14}$ ó 0,022< *2,1448*

Se acepta la hipótesis nula *Ho* ya que $|t_o|$ es menor que $t_{\alpha/2,v}$, n-1, por lo tanto dado que hay evidencia estadística significativa para afirmar que las medias de los dos sistemas (El sistema real y el sistema simulado) son iguales, es válido el modelo de simulación para la jornada de lunes a viernes.

A continuación se realiza prueba de validación con la aplicación del software estadístico Minitab para comparar el sistema actual vs el modelo de simulación para la jornada de lunes a viernes.

Gráfico 34. Validación Minitab del modelo vs el sistema actual (lunes a viernes).



Fuente: Autores en la aplicación del software estadístico Minitab.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos con el software.

- **Resumen de resultados arrojados por el software estadístico Minitab**

Gráfico 35. Resultados del análisis estadístico del software Minitab.

IC y Prueba T pareada: C1. C2

```
T pareada para C1 - C2

                                   Media del
                                       Error
             N   Media  Desv.Est.   estándar
C1          20  211,08       5,90       1,32
C2          20  213,39       5,31       1,19
Diferencia  20  -2,307      3,682      0,823


IC de 95% para la diferencia media:: (-4,030. -0,584)
Prueba t de diferencia media = 0 (vs. no = 0): Valor T = -2,80  Valor P = 0,011
```

Fuente: Autores en la aplicación del software estadístico Minitab.

Con el diagrama de caja observado en el gráfico 34 y los resultados obtenidos con el software estadístico Minitab para la validación del modelo, con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%, se puede concluir que los datos reales comparados con el modelo de simulación para la jornada de lunes a viernes son iguales, por tanto hay suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula, dado que no existe diferencia entre el sistema real y el modelo de simulación planteado.

10.3.2 Prueba de hipótesis del modelo jornada del día sábado.

Una vez sustituidos los valores de la jornada del día sábado se obtiene:

$$t = \frac{213{,}39 - 211{,}08}{\sqrt{\frac{28{,}24^2}{20} + \frac{34{,}86^2}{20}}} = 0{,}23$$

$$V = \frac{\left(\frac{28{,}24^2}{20} + \frac{34{,}86^2}{20}\right)^2}{\frac{\left(\frac{28{,}24^2}{20}\right)^2}{20+1} + \frac{\left(\frac{34{,}86^2}{20}\right)^2}{20+1}} - 2 = 38$$

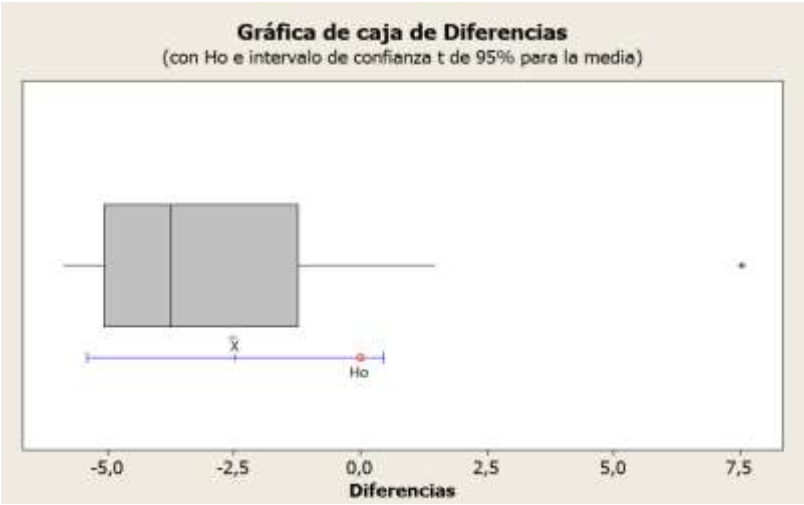
$t_{0{,}025}\,, 38 = 2{,}0244$

Entonces; $|t_o| < t_{0,05/2,\ 38}$ ó $0{,}23 < 2{,}0244$

Se acepta la hipótesis nula *Ho* ya que $|t_o|$ es menor que $t_{\alpha/2,v}$, n-1, por lo tanto, hay suficiente evidencia estadística para afirmar que las medias de los dos sistemas (El sistema real y el sistema simulado) son iguales, es válido el modelo de simulación para la jornada del día sábado.

A continuación se realiza una prueba de validación con la aplicación del software estadístico Minitab para comparar el sistema actual vs el modelo de simulación para la jornada del día sábado.

Gráfico 36. Validación Minitab del modelo vs sistema actual del día sábado.



Fuente: Autores en la aplicación del software estadístico Minitab

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos con el software.

- **Resumen de resultados arrojados por el software estadístico Minitab**

Gráfico 37. Resultados de análisis de datos del software estadístico Minitab.

IC y Prueba T pareada: C1. C2

```
T pareada para C1 - C2

                                    Media del
                                        Error
             N   Media  Desv.Est.   estándar
C1          10  169,93       3,88       1,23
C2          10  172,40       5,46       1,73
Diferencia  10   -2,47       4,10       1,30


IC de 95% para la diferencia media:: (-5,41. 0,46)
Prueba t de diferencia media = 0 (vs. no = 0): Valor T = -1,90  Valor P = 0,089
```

Fuente: Autores en la aplicación del software estadístico Minitab.

Con el diagrama de caja observado en el gráfico 36 y los resultados obtenidos con el software estadístico Minitab para la validación del modelo, con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%, se puede concluir que los datos reales comparados con el modelo de simulación para la jornada del día sábado son iguales, por lo tanto hay suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula, dado que no existe diferencia entre el sistema real y el modelo de simulación.

10.4 RESULTADOS DEL MODELO JORNADA DE LUNES A VIERNES.

Los resultados generados por el modelo de simulación para la jornada de lunes a viernes, cada réplica del modelo de simulación corre para la jornada de lunes a viernes del servicio Consulta médica general externa con una duración de 11.5 horas o 690 minutos, para el modelo de simulación, dado que este valor corresponde al tiempo total necesario para realizar las funciones dentro del servicio.

En el siguiente gráfico se ilustra un ejemplo de las variables evaluadas en cada una de las réplicas para el modelo de lunes a viernes, con el fin de exponer los resultados obtenidos del modelo de simulación diseñado:

Gráfico 38. Variables evaluadas de la jornada de lunes a viernes.

ARENA Simulation Results
Usuario - License: STUDENT

Summary for Replication 10 of 10

Project: Consulta M.G.Externa
Analyst: JorgeDominguez_DianaRuiz

Run execution date :10/30/2014
Model revision date:10/30/2014

Replication ended at time : 690.0 Minutes
Base Time Units: Minutes

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
tal_tiemposistema	171.45	(Insuf)	21.990	399.00	114
tal_filaFichas	1.8645	(Insuf)	.00000	3.7290	114
tal_tiempoFacturacion	2.5999	(Insuf)	1.5005	8.1220	114
tal_filaFact	46.851	(Insuf)	1.8085	110.91	114
tal_filaConsTotal	103.83	(Insuf)	.00000	274.43	114
tal_cons1	16.944	(Insuf)	3.6236	27.290	30
tal_cons2	15.375	(Insuf)	5.0000	26.000	24
tal_cons3	17.676	(Insuf)	9.4465	22.844	15
tal_cons4	17.498	(Insuf)	9.5481	24.579	30
tal_cons5	17.089	(Insuf)	7.6079	28.107	15
tal_filaCons1	97.142	(Insuf)	.00000	191.84	30
tal_filaCons2	134.90	(Insuf)	.00000	274.43	24
tal_filaCons3	122.76	(Insuf)	.00000	226.57	15
tal_filaCons4	90.825	(Insuf)	.00000	216.95	30
tal_filaCons5	74.584	(Insuf)	.00000	144.54	15

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
NR(entrega_fichas)	.00545	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
NR(facturacion1)	.21682	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
nr(facturacion2)	.21274	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
NR(consultorio1)*1.15	.84722	(Insuf)	.00000	1.1500	.00000
NR(consultorio2)*1.43	.76474	(Insuf)	.00000	1.4300	.00000
NR(consultorio3)*2.3	.88383	(Insuf)	.00000	2.3000	.00000
NR(consultorio4)*1.15	.87495	(Insuf)	.00000	1.1500	.00000
NR(consultorio5)*2.3	.85448	(Insuf)	.00000	2.3000	.00000
NQ(fila_entrega_fichas)	.30805	(Insuf)	.00000	113.00	.00000
NQ(fila_facturacion1)	3.5350	(Insuf)	.00000	41.000	.00000
NQ(fila_facturacion2)	3.7761	(Insuf)	.00000	40.000	.00000
NQ(fila_consultorio1)	4.2235	(Insuf)	.00000	13.000	.00000
NQ(fila_consultorio2)	4.6923	(Insuf)	.00000	18.000	.00000
NQ(fila_consultorio3)	2.6688	(Insuf)	.00000	13.000	.00000
NQ(fila_consultorio4)	3.9489	(Insuf)	.00000	13.000	.00000
NQ(fila_consultorio5)	1.6214	(Insuf)	.00000	9.0000	.00000
FilaTotal SalaDeEspera	17.155	(Insuf)	.00000	55.000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
contador_usuariosEntrando	114	Infinite
contador_usuariosAtendidos	114	Infinite
contador_usuariosEnFacturacion	114	Infinite
contador_usuariosAsignadosConsultorio1	30	Infinite
contador_usuariosAsignadosConsultorio2	24	Infinite
contador_usuariosAsignadosConsultorio3	15	Infinite
contador_usuariosAsignadosConsultorio4	30	Infinite
contador_usuariosAsignadosConsultorio5	15	Infinite
contador_usuariosEntrando_Cons1	30	Infinite
contador_usuariosEntrando_Cons2	24	Infinite
contador_usuariosEntrando_Cons3	15	Infinite
contador_usuariosEntrando_Cons4	30	Infinite
contador_usuariosEntrando_Cons5	15	Infinite
contador_usuariosSaliendo_Cons1	30	Infinite
contador_usuariosSaliendo_Cons2	24	Infinite
contador_usuariosSaliendo_Cons3	15	Infinite
contador_usuariosSaliendo_Cons4	30	Infinite
contador_usuariosSaliendo_Cons5	15	Infinite

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Una vez realizadas las 10 réplicas necesarias para generar resultados confiables del modelo de simulación para la jornada de lunes a viernes, el Software Arena® permite generar el reporte final llamado OUTPUTS, en el cual se detallan los resultados promedio de las variables evaluadas en cada corrida del modelo de simulación, entre estas se encuentran el tiempo total en el sistema, tiempos en fila, tiempo en facturación, tiempos de atención, la utilización de los recursos y la cantidad de usuarios atendidos a lo largo de cada corrida (690 minutos).

A continuación se describe la información encontrada en cada una de las columnas arrojadas en el informe final.

- En la primera columna (I*dentifier*), se describen todos los criterios de importancia evaluados en el modelo.
- En la segunda columna (*Average*), se muestra el promedio de los datos obtenidos.
- En las columnas tres, cuatro y cinco, se encuentran los datos del ancho del promedio, los valores mínimos y máximos respectivamente de los criterios evaluados.
- En la última columna, se muestra el número de réplicas que se corrieron en el modelo de simulación.

A continuación en el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos en el informe final arrojado por el modelo de simulación para la jornada de lunes a viernes.

Gráfico 39. Resultados del modelo de simulación jornada de lunes a viernes.

ARENA Simulation Results
Usuario - License: STUDENT

Output Summary for 10 Replications

Project: Consulta M.G.Externa — Run execution date :10/30/2014
Analyst: JorgeDominguez_DianaRuiz — Model revision date:10/30/2014

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Out Tal Tiempo sistema	169.93	2.7778	164.33	176.50	10
Out Cont Users Entrando	114.00	.00000	114.00	114.00	10
Out Cont Users Atend	114.00	.00000	114.00	114.00	10
tavg(tal_filaFichas)	1.8645	3.3484E-16	1.8645	1.8645	10
davg(1)"utilizacion del Trabajador Social"	.00545	.00000	.00545	.00545	10
Out Tal Tiempo Fact	2.7175	.04744	2.5999	2.8132	10
davg(2)"utilizacion del cajero1"	.20231	.01537	.15386	.22503	10
davg(3)"utilizacion del cajero2"	.24667	.01979	.21274	.30316	10
tavg(tal_filaFact)	49.264	2.0709	46.476	56.654	10
tavg(tal_filaConsTotal)	100.26	4.1585	88.007	107.96	10
davg(4)"utilizacion del consultorio1"	.79556	.02653	.72241	.84722	10
davg(5)"utilizacion del consultorio2"	.80059	.02831	.75230	.86629	10
davg(6)"utilizacion del consultorio3"	.86559	.02267	.82536	.91686	10
davg(7)"utilizacion del consultorio4"	.84845	.02340	.79805	.88873	10
davg(8)"utilizacion del consultorio5"	.80896	.03839	.73029	.86892	10
tavg(tal_filaCons1)"tiempo en fila cons 1"	84.620	6.5080	66.761	97.142	10
tavg(tal_filaCons2)"tiempo en fila cons 2"	138.23	8.2180	118.15	155.52	10
tavg(tal_filaCons3)"tiempo en fila cons 3"	100.88	8.4727	88.330	122.76	10
tavg(tal_filaCons4)"tiempo en fila cons 4"	91.625	4.0174	80.187	99.706	10
tavg(tal_filaCons5)"tiempo en fila cons 5"	87.465	14.609	35.929	106.82	10
tavg(tal_cons1)	15.911	.53053	14.448	16.944	10
tavg(tal_cons2)	16.095	.56916	15.125	17.416	10
tavg(tal_cons3)	17.311	.45344	16.507	18.337	10
tavg(tal_cons4)	16.968	.46802	15.960	17.774	10
tavg(tal_cons5)	16.179	.76779	14.605	17.378	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons1)	30.000	.00000	30.000	30.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons2)	24.000	.00000	24.000	24.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons3)	15.000	.00000	15.000	15.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons4)	30.000	.00000	30.000	30.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons5)	15.000	.00000	15.000	15.000	10
System.NumberOut	.00000	.00000	.00000	.00000	10

Simulation run time: 0.05 minutes.
Simulation run complete.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

A continuación se realiza un análisis detallado de los ítems evaluados en el modelo de simulación para la jornada de lunes a viernes:

De acuerdo a los resultados generados por el modelo de simulación del sistema real para la jornada de lunes a viernes, el número de personas que entraron al servicio Consulta médica general externa fue 114 usuarios en promedio, se evidencia que el total de usuarios que ingresaron en cada una de las jornada fueron atendidos en su totalidad según el resultado de usuarios atendidos promedio el cual es de 114.

Los tiempos promedio de atención de los médicos generales registran el siguiente comportamiento: médico #1 (15,91), médico #2 (16,09), médico #3 (17,31), médico #4 (16,97), médico #5 (16,17). Estos tiempos están representados en minutos de atención, los cuales son bajos teniendo en cuenta que la atención médica debe ser mínimo de 20 minutos por usuario, es decir, tres usuarios/hora médico general; este comportamiento se evidenció mediante las observación de campo que los investigadores realizaron, además se puede identificar que el tiempo promedio en facturación en promedio es de 2,71 minutos.

El tiempo en sistema total promedio que permanecen los usuarios en el servicio de Consulta médica general externa es de (169,93) minutos, equivalente a 2,83 horas, demostrando que el tiempo en sistema es prolongado y que el tiempo que debe invertir una persona para recibir la atención médica es significativo, por lo tanto se ve afectada la política de calidad del servicio.

Con respecto al factor de utilización de los recursos que hacen parte del servicio Consulta médica general externa, se observa que el porcentaje de utilización de los cajeros #1 equivale al 20,23% y del cajero #2 es del 24,67% de acuerdo a cada jornada laboral.

Los médicos generales durante la jornada se ocupan de realizar la Consulta médica general externa, “según Banks, la utilización de los recursos debe oscilar alrededor del 75.85%, para que el beneficio recibido por los recursos sea el esperado y de igual manera estar preparados para un incremento súbito de la demanda” (Banks, 2008). Al tomar este porcentaje como base para realizar una comparación con la situación de los médicos del servicio Consulta médica general externa, se evidencia que el porcentaje de todos los médicos se encuentra por encima del porcentaje antes referenciado, siendo de 79,56%, 80,06%, 86,56%, 84,85% y 80,89% para los médicos #1, #2, #3, #4 y #5 respectivamente.

El tiempo promedio que permanecen en fila los usuarios en la estación de facturación es de 51,92 minutos, este tiempo de espera es significativo en el proceso de atención en la entidad, por otra parte el tiempo en fila que permanecen los usuarios en la entrega de fichas en promedio es 1,86 minutos, este tiempo es mínimo porque se consideró únicamente el tiempo en fila de los usuarios desde el momento que el trabajador social inicia a repartir las fichas para las citas, es decir no se consideró el tiempo que esperan las personas en la fila antes de que se abran las puertas del hospital, debido a que este es un tiempo muy variable y con exactitud no se conoce la hora de llegada de cada persona a la entidad, sin embargo, las filas

de espera para atención por parte de los servidores ocasionan congestión en las líneas principales del servicio y una percepción negativa del servicio por parte los clientes.

Otro punto crítico, es el tiempo en fila que deben pasar los usuarios para ser atendidos por los médicos generales, se presentan tiempos promedio de 84,62, 138,23, 100,88, 91,63 y 87,47 minutos para los médicos #1, #2, #3, #4 y #5 respectivamente. Representando tiempos muy altos para la espera de la atención y por tanto afectan la calidad del servicio.

10.5 RESULTADOS DEL MODELO JORNADA DEL DÍA SÁBADO.

Cada una de las réplicas que se corren en el modelo de simulación para la jornada del día sábado del servicio Consulta médica general externa, tiene una duración de 8,5 horas o 510 minutos, este valor corresponde al tiempo total necesario para realizar las funciones dentro del servicio.

En el siguiente gráfico se ilustra un ejemplo de las variables evaluadas en cada una de las réplicas para el modelo del día sábado, con el fin de exponer los resultados obtenidos del modelo de simulación diseñado:

Gráfico 40. Variables evaluadas de la jornada del día sábado

ARENA Simulation Results
Usuario - License: STUDENT

Summary for Replication 20 of 20

Project: Consulta M.G.Externa — Run execution date :10/30/2014
Analyst: JorgeDominguez_DianaRuiz — Model revision date:10/30/2014

Replication ended at time : 510.0 Minutes
Base Time Units: Minutes

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
tal_tiempoSistema	210.18	(Insuf)	46.002	425.00	39
tal_filaFichas	.62700	(Insuf)	.00000	1.2540	39
tal_tiempoFacturacion	2.7828	(Insuf)	1.5726	7.4479	39
tal_filaFact	51.625	(Insuf)	1.5726	107.27	39
tal_filaConsTotal	135.77	(Insuf)	.00000	297.43	39
tal_cons1	16.416	(Insuf)	6.0000	28.000	24
tal_cons2	17.856	(Insuf)	10.995	22.117	15
tal_filaCons1	152.46	(Insuf)	.00000	297.43	24
tal_filaCons2	109.06	(Insuf)	.00000	209.13	15

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
NR(entrega_fichas)	.00252	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
NR(facturacion1)	.21281	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
NR(consultorio1)*1.0625	.82083	(Insuf)	.00000	1.0625	.00000
NR(consultorio2)*1.54	.80881	(Insuf)	.00000	1.5400	.00000
NQ(fila_entrega_fichas)	.04795	(Insuf)	.00000	38.000	.00000
NQ(fila_facturacion1)	3.7350	(Insuf)	.00000	38.000	.00000
NQ(fila_consultorio1)	7.1749	(Insuf)	.00000	20.000	.00000
NQ(fila_consultorio2)	3.2077	(Insuf)	.00000	12.000	.00000
FilaTotal SalaDeEspera	10.382	(Insuf)	.00000	30.000	.00000

Gráfico 40. Variables evaluadas de la jornada del día sábado

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
contador_usuariosEntrando	39	Infinite
contador_usuariosAtendidos	39	Infinite
contador_usuariosEnFacturacion	39	Infinite
contador_usuariosAsignadosConsultorio1	24	Infinite
contador_usuariosAsignadosConsultorio2	15	Infinite
contador_usuariosEntrando_Cons1	24	Infinite
contador_usuariosEntrando_Cons2	15	Infinite
contador_usuariosSaliendo_Cons1	24	Infinite
contador_usuariosSaliendo_Cons2	15	Infinite

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Una vez realizadas las 20 réplicas necesarias para generar resultados confiables del modelo de simulación para la jornada del día sábado se obtiene el reporte final **OUTPUTS**, en este se detallan los resultados promedios de las variables evaluadas en cada corrida del modelo, entre estas se encuentran el tiempo total en el sistema, tiempos en fila, tiempo en facturación, tiempos de atención, la utilización de los recursos y la cantidad de usuarios atendidos a lo largo de cada corrida (510 minutos).

En el siguiente gráfico se muestran los resultados promedios, generados en las 20 réplicas para el modelo de simulación de la jornada del día sábado:

Gráfico 41. Resultados del modelo de simulación jornada del día sábado.

ARENA Simulation Results
Usuario - License: STUDENT

Output Summary for 20 Replications

Project: Consulta M.G.Externa — Run execution date :10/30/2014
Analyst: JorgeDominguez_DianaRuiz — Model revision date:10/30/2014

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Out Tal Tiempo sistema	211.08	2.7635	202.44	219.53	20
Out Cont Users Entrando	39.000	.00000	39.000	39.000	20
Out Cont Users Atend	39.000	.00000	39.000	39.000	20
tavg(tal_filaFichas)	.62700	5.3309E-17	.62700	.62700	20
davg(1)"utilizacion del Trabajador Social"	.00252	.00000	.00252	.00252	20
Out Tal Tiempo Fact	2.7399	.07468	2.3998	2.9645	20
davg(2)"utilizacion del Cajero1"	.20952	.00571	.18352	.22670	20
tavg(tal_filaFact)	54.282	1.8334	47.226	60.128	20
tavg(tal_filaConsTotal)	134.90	2.7481	124.44	146.15	20
davg(3)"utilizacion del consultorio1"	.81792	.01676	.75625	.86875	20
davg(4)"utilizacion del consultorio2"	.78167	.01621	.70944	.84108	20
tavg(tal_filaCons1)"tiempo en fila cons 1"	153.10	4.4593	137.60	174.24	20
tavg(tal_filaCons2)"tiempo en fila cons 2"	105.78	3.3920	90.263	120.65	20
tavg(tal_cons1)	16.358	.33510	15.125	17.375	20
tavg(tal_cons2)	17.257	.35788	15.662	18.569	20
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons1)	24.000	.00000	24.000	24.000	20
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons2)	15.000	.00000	15.000	15.000	20
System.NumberOut	.00000	.00000	.00000	.00000	20

Simulation run time: 0.05 minutes.
Simulation run complete.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

A continuación se realiza un análisis detallado de los ítems evaluados en el modelo de simulación para la jornada del día sábado:

De acuerdo a los resultado generados por el modelo de simulación del sistema real para la jornada del día sábado, el número de personas que entraron al servicio Consulta médica general externa fue 39 usuarios en promedio, se evidencia que total de usuarios que ingresaron en cada una de las jornada fueron atendidos en su totalidad según el resultado de usuarios atendidos promedio el cual es de 39.

Los tiempos promedio de atención de los médicos generales registran el siguiente comportamiento: médico #1 (16,36), médico #2 (17,26). Estos tiempos están representados en minutos de atención, los cuales son bajos teniendo en cuenta que la atención médica debe ser mínimo de 20 minutos por usuario, es decir, tres usuarios/hora médico general; este comportamiento se evidenció mediante las observación de campo que los investigadores realizaron, además se puede identificar que el tiempo promedio en facturación en promedio es de 2,74 minutos.

El tiempo en sistema total promedio que permanecen los usuarios en el servicio de Consulta médica general externa es de 211,08 minutos, equivalente a 3,51 horas, demostrando que el tiempo en sistema es prolongado, por lo tanto se ve afectada la política de calidad del servicio.

Con respecto al factor de utilización de los recursos que hacen parte del servicio Consulta médica general externa, se observa que el porcentaje de utilización del cajero #1 en promedio es 29,95%.

Con base en la utilización de los recursos se observa que el médico #1 presenta una utilización de 81,80% y el médico #2 presenta una utilización de 78,17%, por lo tanto es un porcentaje razonable, de acuerdo al valor de referencia propuesto por Banks mencionado anteriormente equivalente a 75,85%.

El tiempo promedio que permanecen en fila los usuarios en la estación de facturación es de 51,28, siendo este un tiempo mayor al resultado obtenido en el modelo de simulación para la jornada de lunes a viernes, esto obedece a que en la jornada del sábado el sistema cuenta solamente con un cajero, este tiempo afecta directamente la variable de interés tiempo total en el sistema, reflejado en un aumento significativo en el tiempo de espera de los pacientes.

Otro punto crítico, es el tiempo en fila que deben pasar los usuarios para ser atendidos por los médicos generales, se presentan tiempos promedio de 153,10 y 105,78 minutos para los médicos #1 y #2 respectivamente. Los cuales representan tiempos muy altos para la espera de la atención y por tanto afectan la calidad del servicio.

11. PROPUESTAS DE MEJORA

Con base en los resultados generados por el modelo de simulación del sistema actual, se evidencia que los médicos generales no están cumpliendo el tiempo mínimo establecido por la ley para la atención (20 minutos), a su vez que estos resultan bastante prolongados entre 169,93 y 211,08 minutos en filas y en sistema, por tal motivo se observa congestión en las instalaciones y pasillos del hospital disminuyendo la calidad del servicio. Por lo anterior se plantean diversos escenarios de mejora, sus resultados de simulación serán evaluados técnicamente con el propósito de brindar las herramientas necesarias que permitan mejorar la eficiencia en el servicio y estructurar mejor el personal disponible en el servicio Consulta médica general externa, redundando en beneficio para la comunidad y dando solución al problema detectado en la investigación. Para elaborar las alternativas de mejora se empleara el software Rockwell Arena®, en el lenguaje de programación SIMAN mediante la simulación por bloques.

11.1 ESCENARIO PROPUESTO #1.

De acuerdo a las observaciones y datos recopilados en el servicio Consulta médica general externa del área de Consulta Externa del hospital, se identifica contundentemente que existe una etapa cuello de botella en el proceso de Entrega de fichas, este afecta considerablemente la calidad en el servicio, por consiguiente se plantea la siguiente propuesta de mejora, con el fin de disminuir el tiempo de permanencia en el sistema de los pacientes.

11.1.1 Reserva de citas.

- **Descripción de la Propuesta.**

La propuesta se basa en que la administración del hospital implemente un software que funcione en línea y los usuarios puedan acceder a él desde su computador, tablet o dispositivo móvil mediante conexión a internet, además quienes carezcan de los recursos o medios necesarios para acceder a internet también puedan realizar la reserva de la citas vía telefónica mediante la línea de atención al usuario del hospital, este software debe permitir programar, modificar o cancelar la citas con un criterio de tiempo mínimo establecido de un día, lo anterior estará sujeto al cronograma de atención médica del día. Con esta propuesta se pretende:

- ✓ Agilizar y modernizar el sistema de asignación de citas.
- ✓ Descongestionar las instalaciones del hospital.
- ✓ Disminuir el tiempo en fila en la etapa de facturación.
- ✓ Disminuir el tiempo en fila de atención médica.
- ✓ Reducir el tiempo en el sistema.
- ✓ Garantizar el tiempo mínimo de atención.

Sin embargo, es preciso resaltar que existe la probabilidad de que un porcentaje de los usuarios tome la decisión de no asistir una vez hallan reservado su cita médica, ya sea por motivos laborales, personales, entre otros, no obstante la simulación se realizara con base un comportamiento ideal, es decir, que todos los pacientes asistirán a la consulta programada.

- **Descripción del proceso Propuesto**

- ✓ El usuario realiza la reserva de la cita vía internet de acuerdo a la programación médica del día requerido, esta quedará sujeta a las políticas que considere conveniente la administración de la entidad hospitalaria, sin embargo se sugiere que se consideren los siguientes periodos de programación: mensual, quincenal, semanal o diaria; si se programa con mayor tiempo los recursos médicos para la atención, se puede presentar imprecisiones ya que se pueden presentar contingencias o comportamientos atípicos, de otra parte los usuarios se podrán comunicarse telefónicamente con la oficina de atención al usuario y allí reservar la cita médica en el horario y con el médico de conveniencia, siempre y cuando este cumpla con las condiciones que restringen los cupos por cada jornada, el operador de la línea telefónica deberá tener adecuada capacitación y un equipo de cómputo que le permita alimentar la base de datos del software con el requerimiento del usuario, la cual será la ruta definida para la programación y prestación del servicio.
- ✓ El usuario deberá presentarse en la entidad como mínimo con 20 minutos de anticipación a la hora reservada para la cita, con el propósito de realizar el proceso de facturación.
- ✓ Finalmente los usuarios ingresan a los consultorios asignados para recibir la atención médica.

11.1.2 Elaboración de la Propuesta #1 (jornada de lunes a viernes)

- **Proceso de facturación para la jornada de lunes a viernes**

Para la programación de las citas se tuvo en cuenta el tiempo de la consulta médica por paciente (20 minutos), esta se considera con el fin de garantizar el tiempo de atención estipulado por la ley y asegurar un servicio de calidad, además de programar adecuadamente el modelo de simulación con el objetivo de reducir los tiempos de espera en el sistema. Los pacientes serán citados con 20 minutos de anticipación de acuerdo a la hora programada para la cita, para que realicen los trámites correspondientes a la facturación, de manera que se garantice el flujo continuo de pacientes a los consultorios, aprovechando el tiempo que los médicos invierten en la atención con los usuarios. A continuación se describe la programación de los usuarios para el proceso de facturación.

Los cajeros inician la jornada a las 6:30 a.m. a partir de ese momento cuentan con 10 minutos para alistamiento del puesto de trabajo y verificar la planificación de la

jornada de acuerdo a la base de datos del software. El proceso de facturación iniciara a las 6:40 a.m. hasta las 11:20 a.m. durante este tiempo se facturan cinco pacientes cada 20 minutos y son asignados con igual probabilidad entre los cinco médicos disponibles, una vez transcurrido los 280 minutos se habrá facturado 75 personas, 15 para cada médico, finalizando así con la jornada de atención de la mañana y a su vez el turno de los médicos que atienden 15 pacientes de la mañana.

A partir de 11:40 a.m. hasta las 12:20 p.m., se programa la llegada de un paciente cada 20 minutos, es decir, una vez finalizados los 40 minutos se habrá facturado un total de 3 pacientes, los cuales serán asignados al médico #2, debido a que este trabaja en jornada continua hasta atender 24 pacientes. Una vez transcurrido este tiempo se le habrán asignado 18 pacientes.

Desde las 12: 40 p.m. hasta las 2:20 p.m. ingresan a facturar tres pacientes con una frecuencia de 20 minutos, dado que a la 1:00 p.m. ingresan los dos médicos #1 y #4 para continuar la jornada laboral, el médico #2 en este tiempo continua en la atención del paciente 18, el cajero continua asignando pacientes entre los médicos #1, #2 y #4. Equitativamente hasta la hora 3:00 p.m. cuando finaliza el tiempo de atención del médico #2 y habrá atendido los 24 pacientes.

Finalmente en el transcurso de las 2:40 p.m. y las 5:20 p.m. ingresaran a facturar 2 pacientes cada 20 minutos, una vez transcurrido este tiempo se habrán facturado un total de 30 pacientes, los cuales serán asignados entre los médicos #1 y #4, equitativamente hasta que terminen la jornada laboral a las 6:00 p.m.

En la siguiente tabla se muestra un resumen del proceso de facturación descrita anteriormente para la jornada de lunes a viernes de la propuesta de mejora #1.

Tabla 27. Programación de facturación, escenario propuesto #1 (lunes a viernes).

NÚMERO DE USUARIOS	INTERVALO ENTRE LLEGADAS	HORARIO DE ATENCIÓN	MÉDICO ASIGNADO	TOTAL DE USUARIOS ASIGNADOS
5	20 minutos	6:40 a.m. a 11:20 a.m.	Médico #1,#2,#3,#4 y #5	75
1		11:40 a.m. a 12:20 p.m.	Médico #2	3
3		12:40 p.m. a 2:20 p.m.	Médico #1,#2 y #4	18
2		2:40 p.m. a 5:20 p.m.	Médico #1 y #4	18
			TOTAL	**114**

Fuente: Autores

- **Diseño del modelo propuesto para la jornada de lunes a viernes**

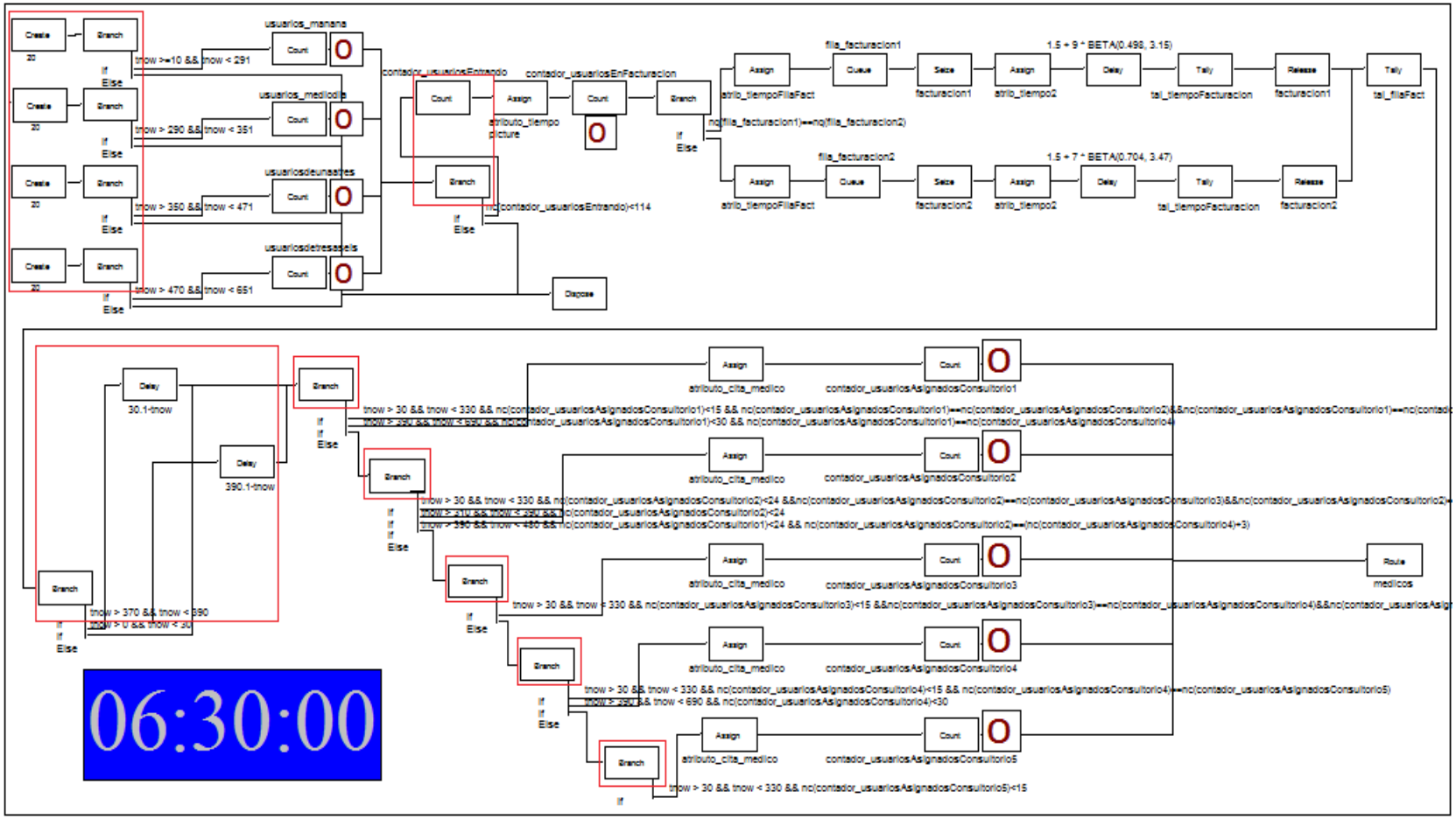
Para la elaboración de la propuesta #1 en el Software Rockwell Arena®, se toma como base el modelo del sistema actual para la jornada de lunes a viernes, a continuación se describen los cambios realizados a este:

- ✓ Se eliminó del sistema la etapa entrega de fichas del servicio Consulta médica general externa.
- ✓ Se crearon cuatro bloques **Créate**, el primero con el propósito de crear cinco entidades que ingresen al servicio a partir de los 10 minutos (6:40 a.m.) cada 20 minutos, en el segundo crea una entidad a partir de los 290 minutos (11:10 a.m.) cada 20 minutos para el médico #2 que atiende en jornada continua, en el tercero crean tres entidades a partir de los 350 minutos (12:20 p.m.) cada 20 minutos para los médicos #1, #2 y #4, y en el último crean 2 entidades a partir de los 470 minutos (2:20 p.m.) cada 20 minutos para los médicos #1 y #4.
- ✓ Se añadió un bloque **Branch** por cada Create, es decir, un total de cuatro. El primero condiciona que las entidades entren a la estación de facturación desde los 10 minutos hasta los 291 minutos (11:21 a.m.) para los 5 consultorios, el segundo condiciona que las entidades creadas entren a la estación de facturación desde los 290 minutos (11:20 a.m.) hasta los 351 minutos (12:21 p.m.), el tercero condiciona que las entidades creadas entren a la estación de facturación desde los 350 minutos (12:20 p.m.) hasta los 471 minutos (2:21 p.m.) y el ultimo condiciona que las entidades creadas entren a la estación de facturación desde los 470 minutos (2:21 p.m.) hasta los 651 minutos (5:21 p.m.).
- ✓ Se agregó un bloque **Count** por cada Branch, en el primero cuenta los usuarios que se crean en la mañana, el segundo cuenta los usuarios del medio día, el tercero cuenta los usuarios de la 1:00 p.m. hasta las 3:00 p.m. y el último cuenta los usuarios creados desde las 3:00 p.m. hasta las 6:00 p.m.
- ✓ Se agregó un bloque **Branch** para Condicionar que solamente puedan ingresar al sistema de atención 114 pacientes por jornada y un bloque **Count** para que cuente los usuarios que entran al sistema.
- ✓ Se insertó un bloque **Branch** después del bloque Tally (fila de facturación), con la condición que envié las entidades que ya facturaron, a partir de los 370 hasta los 390 minutos (12:40m a 1:00 p.m.) hora en que inicia la atención por parte de los médicos a espera de que se cumpla esta condición de tiempo, para este propósito se agregó el bloque **Delay**.
- ✓ Se eliminaron los bloques **Assign** y **Branch** que asignan el médico al paciente y que asignaban aleatoriamente los pacientes de acuerdo a las probabilidades declaradas.
- ✓ Se modificaron los bloques **Branch** encargados de la asignación de cada paciente a los consultorios, estos quedaron de la siguiente manera.

- El consultorio #1 y #4 a partir de los 30 y hasta los 330 minutos (12 m.) está disponible para recibir 15 pacientes, de los 390 minutos (1:00 p.m.) hasta los 690 minutos (6:00 p.m.) está preparados para recibir los 15 pacientes restantes siempre y cuando no haya atendido un número mayor a 30 pacientes; en ambas condiciones asignan los pacientes equitativamente entre los consultorios disponibles en la jornada, teniendo como criterio el contador de usuarios asignados de los cinco médicos.
- El consultorio #2, atiende en jornada continua desde los 30 hasta los 480 minutos, hora en que se asigna el ultimo paciente (3:00 p.m.), entre los 30 y los 330 minutos atiende 15 pacientes, entre los 310 minutos (11:40 a.m.) hora en que se asigna el paciente de las (12 m.) hasta los 390 minutos (1:00 p.m.) atiende 3 pacientes, continuando en los 390 hasta los 480 minutos, momento en que finaliza la jornada con la atención de 24 pacientes. A partir del minuto 30 hasta los 330 y del 350 hasta el minuto 471, asigna los pacientes equitativamente entre los consultorios disponibles para atención en la jornada, teniendo como criterio el contador de usuarios asignados. Para la jornada de los 310 a 390 minutos (12 m. a 1:00 p.m.) las entidades son enviadas directamente al consultorio debido a que es el único que atiende en jornada continua.
- El consultorio #3, a partir de los 30 y hasta los 330 minutos (12 m.) está disponible para recibir pacientes, siempre y cuando no haya atendido 15 pacientes, asignándolos equitativamente entre los consultorios disponibles en la jornada, teniendo como criterio el contador de usuarios asignados.
- El consultorio #5, a partir de los 30 y hasta los 330 minutos (12 m.) está disponible para recibir pacientes, siempre y cuando no haya atendido 15 pacientes.

Con el fin de proporcionar mayor entendimiento y descripción del modelo de simulación, a continuación se muestra el gráfico con los cambios en la etapa de facturación para la jornada de lunes a viernes, realizada en Software Rockwell Arena® a través de bloques, en este se puede apreciar el recorrido que realizan las entidades en el servicio Consulta médica general externa con los cambios correspondientes a la propuesta de mejora #1.

Gráfico 42. Modelo propuesto #1, etapa de facturación (lunes a viernes).



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

11.1.2.1 Animación Escenario Propuesto #1 (lunes a viernes).

En el gráfico siguiente, se ilustra mediante la animación del escenario Propuesto #1, para la jornada de lunes a viernes en las etapas de facturación y atención de los médicos generales.

Gráfico 43. Animación Escenario Propuesta #1 (lunes a viernes).

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

11.1.2.2 Resultados Escenario Propuesto #1 (lunes a viernes).

A continuación en el siguiente gráfico se muestran los resultados generados por el sistema de acuerdo a los cambios realizados en el planteamiento del escenario propuesto #1 para la jornada de lunes a viernes:

Gráfico 44. Resultados Escenario Propuesto #1 (lunes a viernes).

ARENA Simulation Results
Usuario - License: STUDENT

Output Summary for 10 Replications

Project: Consulta M.G.Externa — Run execution date :10/30/2014
Analyst: JorgeDominguez_DianaRuiz — Model revision date:10/30/2014

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Out Tal Tiempo sistema	25.162	.74869	24.015	26.782	10
Out Cont Users Entrando	114.00	.00000	114.00	114.00	10
Out Cont Users Atend	114.00	.00000	114.00	114.00	10
Out Tal Tiempo Fact	2.7377	.09200	2.4994	2.8884	10
davg(2)"utilizacion del Cajero1"	.30960	.01235	.28561	.33398	10
davg(3)"utilizacion del Cajero2"	.14272	.00773	.12734	.15700	10
tavg(tal_filaFact)	4.5390	.18012	4.0875	4.8035	10
tavg(tal_filaConsTotal)	2.9922	.63198	2.0323	4.5312	10
davg(4)"utilizacion del consultorio1"	.79475	.03040	.73053	.85179	10
davg(5)"utilizacion del consultorio2"	.79396	.02817	.73158	.84349	10
davg(6)"utilizacion del consultorio3"	.85367	.02364	.78302	.89991	10
davg(7)"utilizacion del consultorio4"	.83129	.01752	.79707	.88020	10
davg(8)"utilizacion del consultorio5"	.79152	.03856	.71002	.90003	10
tavg(tal_filaCons1)"tiempo en fila cons 1"	2.7625	.56649	1.7532	4.5082	10
tavg(tal_filaCons2)"tiempo en fila cons 2"	3.0686	1.2035	1.1461	5.8684	10
tavg(tal_filaCons3)"tiempo en fila cons 3"	3.7867	1.3909	1.7713	7.4540	10
tavg(tal_filaCons4)"tiempo en fila cons 4"	3.2981	1.4618	1.2589	8.5264	10
tavg(tal_filaCons5)"tiempo en fila cons 5"	1.9226	1.0354	.40441	5.2443	10
tavg(tal_cons1)	15.895	.60799	14.610	17.035	10
tavg(tal_cons2)	15.962	.56645	14.708	16.958	10
tavg(tal_cons3)	17.073	.47279	15.660	17.998	10
tavg(tal_cons4)	16.625	.35043	15.941	17.603	10
tavg(tal_cons5)	15.830	.77123	14.200	18.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons1)	30.000	.00000	30.000	30.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons2)	24.000	.00000	24.000	24.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons3)	15.000	.00000	15.000	15.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons4)	30.000	.00000	30.000	30.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons5)	15.000	.00000	15.000	15.000	10
System.NumberOut	.00000	.00000	.00000	.00000	10

Simulation run time: 1.72 minutes.
Simulation run complete.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En el gráfico anterior se puede evidenciar los cambios significativos en las variables evaluadas del escenario propuesto #1, sin embargo, es necesario realizar pruebas de comparación entre las variables representativas del sistema actual para la jornada de lunes a viernes y el propuesto #1, con el propósito de evaluar los resultados y validar las mejoras del sistema.

En la siguiente tabla, se presenta la comparación entre los resultados arrojados por el modelo de simulación actual para la jornada de lunes a viernes y el escenario propuesto #1.

Tabla 28. Resultados, modelo actual vs Escenario Propuesto #1 (lunes a viernes).

RESUMEN DE LOS RESULTADOS ENTRE EL MODELO ACTUAL PARA LA JORNADA DE LUNES A VIERNES Y EL ESCENARIO PROPUESTO #1				
DESCRIPCIÓN	**SISTEMA ACTUAL JORNADA DE LUNES A VIERNES**	**ESCENARIO PROPUESTO #1 JORNADA DE LUNES A VIERNES**	**DIFERENCIA**	**UNIDADES**
Usuarios atendidos	114	114	0	Personas
Tiempo promedio en sistema total	169,93	25,16	-144,77	Min
Tiempo promedio en fila de facturación	49,26	4,53	-44,73	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #1	84,62	2,76	-81,86	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #2	138,23	3,07	-135,16	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #3	100,88	3,79	-97,09	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #4	91,63	3,30	-88,33	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #5	87,47	1,92	-85,55	Min
Utilización promedio del cajero #1	20,23	30,96	10,73	%
Utilización promedio del cajero #2	24,67	14,28	-10,39	%
Utilización promedio del Médico #1	79,56	79,48	-0,08	%
Utilización promedio del Médico #2	80,06	79,40	-0,66	%
Utilización promedio del Médico #3	86,56	85,37	-1,19	%
Utilización promedio del Médico #4	84,85	83,13	-1,72	%
Utilización promedio del Médico #5	80,90	79,15	-1,75	%

Fuente: Autores.

El escenario propuesto **Reserva de citas** tiene como objetivo mejorar la calidad en el servicio, disminuyendo los tiempos promedios que esperan los usuarios en el sistema para recibir atención en servicio de Consulta médica general externa en el hospital, de acuerdo a los resultados de esta propuesta se evidencian cambios positivos en las variables que actualmente hacen critico el sistema, se puede identificar que al eliminar el cuello de botella (estación entrega de fichas) los usuarios ya no deben dirigirse a la entidad hospitalaria a tempranas horas de la mañana para obtener un cupo en la jornada de atención médica y esto repercute en que se descongestiona el servicio de facturación en las primeras horas de la mañana; los tiempos promedio en fila para acceder a cada uno de los recursos y por ende el tiempo en sistema presentan una disminución significativa de 144,77 minutos como se aprecia en la tabla 28.

De acuerdo a los resultados del modelo actual vs Escenario Propuesto #1, se observa que el nivel de servicio aumento 85,19% en comparación al sistema actual, con base a lo anterior es evidente que esta propuesta mejora significativamente la calidad del servicio ya que cumple con los objetivos propuestos de descongestionar las instalaciones del hospital disminuyendo los tiempos en fila de la etapa facturación, fila de atención médica y tiempo en el sistema. Garantizando de esta forma la oportuna prestación del servicio y la satisfacción de los usuarios.

El escenario Propuesto #1 muestra como gracias al control en las llegadas de los usuarios al sistema, debido a la asignación de las citas y el tiempo para realizar los trámites administrativos de facturación, contribuyen a que reciban una atención médica oportuna, evitando prolongadas filas de espera en las etapas del servicio.

En cuanto a la utilización del cajero #1 esta aumento en 10,73%, sin embargo la utilización del cajero #2 disminuyo en un 10,39%; caso contrario se observó en los resultados de los médicos donde la variación fue mínima y la tendencia es a disminuir, sin embargo, los porcentajes siguen siendo aceptables dado que se encuentra por encima del 75,85% propuesto por Banks.

11.1.2.3 Validación del modelo actual y propuesto #1 (lunes a viernes).

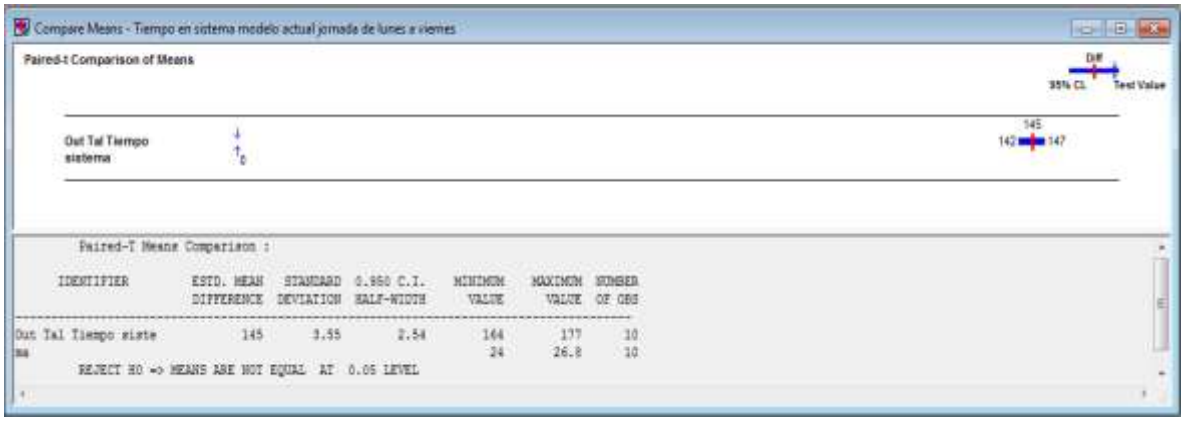
Para realizar la comparación entre el modelo de simulación actual jornada de lunes a viernes con el escenario propuesto #1 denominado Reserva de citas, se emplea la herramienta **Output Analyzer** del Software Rockwell Arena®, con ella se puede realizar una comparación estadística, evaluando la variable de interés **Tiempo total en sistema**, para de determinar si realmente existe un cambio significativo entre el escenario propuesto #1 y el sistema actual. Con base en los resultados obtenidos se concluirá si acepta o rechaza el escenario, empleando como medida el intervalo generado por el Output Analyzer si contempla o excluye el cero. En el siguiente gráfico se muestra los resultados generados por la herramienta Output Analyzer.
Se plantea la siguiente Hipótesis para comparar los dos modelos:

H_0: Tiempo promedio del modelo actual para la jornada de lunes a viernes= tiempo promedio del modelo propuesto #1 para la jornada de lunes a viernes

H_a: Tiempo promedio del modelo actual para la jornada de lunes a viernes ≠ tiempo promedio del modelo propuesto #1 para la jornada de lunes a viernes.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos con la herramienta Output Analyzer para la validación del escenario propuesto #1, para la jornada de lunes a viernes.

Gráfico 45. Validación del modelo actual y propuesto # 1 (lunes a viernes).



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Con base en lo anterior, se concluye con un intervalo de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5% que el escenario propuesto #1 denominado Reserva de citas, es diferente al modelo actual que representa la jornada de lunes a viernes, de manera que el intervalo generado por el Output Analyzer del gráfico excluye el número cero siendo este de (142 y 147 minutos). Por esta razón hay suficiente evidencia estadística para concluir que se rechaza la hipótesis nula.

11.1.3 Elaboración del escenario propuesto # 1 (sábado)

- **Frecuencia de los usuarios en el proceso de facturación para la jornada del día sábado**

Al igual que para la jornada de lunes a viernes, para el día sábado los usuarios son citados con 20 minutos de antelación a la hora programada para la cita, tiempo en que deben realizar los trámites correspondientes a facturación.

A partir de las 6:40 a.m. hasta las 11:20 a.m. llegan a la estación de factura dos pacientes cada 20 minutos, es decir, una vez transcurridos los 280 minutos se habrá

facturado un total de 30 personas, en este intervalo los usuarios son asignados con igual probabilidad a los dos médicos disponibles, 15 para cada médico, finalizando así la asignación de pacientes en la jornada de la mañana y por tanto cumpliendo con el cupo de turnos del médico #1 que atiende a 15 pacientes hasta el mediodía.

A partir de las 11:40 a.m. hasta las 2:20 p.m., llega únicamente un paciente cada 20 minutos, es decir, una vez finalizados los 160 minutos se habrá facturado un total de 9 pacientes, los cuales serán asignados al médico #2, debido a que trabaja en jornada continua hasta atender un total de 24 pacientes. Finalizando así la jornada laboral y el proceso de atención de los usuarios en el servicio del día sábado.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la programación del proceso de facturación descrita anteriormente para la jornada del día sábado.

Tabla 29. Programación de facturación, escenario propuesto #1 (sábado).

NÚMERO DE USUARIOS	INTERVALO ENTRE LLEGADAS	HORARIO DE ATENCIÓN	MÉDICO ASIGNADO	TOTAL DE USUARIOS ASIGNADOS
2	20 minutos	6:40 a.m. a 11:20 a.m.	Médico #1 y #2	30
1	20 minutos	11:40 a.m. a 2:20 p.m.	Médico #2	9
			TOTAL	**39**

Fuente: Autores

- **Diseño del modelo propuesto para la jornada del día sábado**

Para la elaboración del escenario propuesto #1 en el Software Rockwell Arena®, se parte del modelo del sistema actual para la jornada del día sábado. A continuación se describen las modificaciones realizadas en la secuencia de los recursos:

- ✓ Se crean dos bloques **Create**, el primero crean dos entidades que ingresan al servicio a partir de los 10 minutos (6:40 a.m.) cada 20 minutos y el segundo crea una entidad a partir de los 310 minutos (11:40 a.m.) cada 20 minutos para el médico #1 que atiende en jornada continua.
- ✓ Se crean dos bloque **Branch** para cada Create, el primero condiciona que las entidades entren a la estación de facturación en bloques de dos pacientes a partir de los 10 minutos hasta los 291 (11:40 a.m.), para los dos médicos disponibles, el segundo condiciona que las entidades creadas entren a la estación de facturación desde los 300 minutos (11:40 a.m.) hasta los 490 minutos (2:40 p.m.).

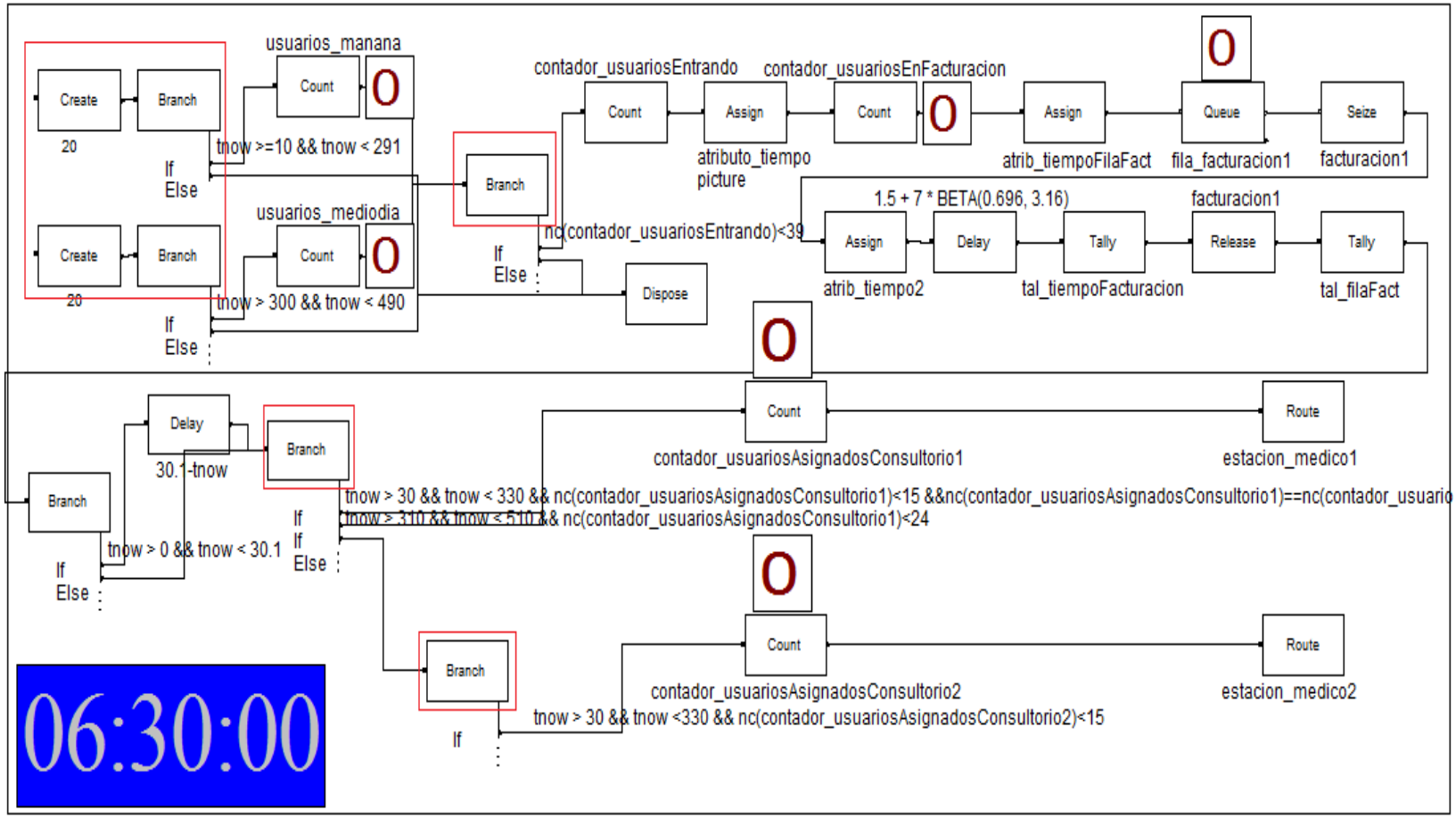
- ✓ Se agrega el bloque **Count** para cada Branch, el primero cuenta los usuarios que ingresan al servicio en la mañana y el segundo cuenta los usuarios que ingresan entre el medio y la tarde.
- ✓ Se agrega un bloque **Branch** condicionando que solamente puedan ingresar al sistema de atención 39 pacientes por jornada y un bloque **Count** para que cuente los usuarios entrando.
- ✓ Se eliminaron los bloques **Assign** y **Branch** que asignaban el médico al paciente y las probabilidades de asignación a la estación de médicos asignados.
- ✓ Se modificaron los bloques **Branch** encargados de la asignación de cada paciente a los consultorios, estos quedaron de la siguiente manera:

- ➢ El consultorio #1, a partir de los 30 y hasta los 300 minutos está disponible para recibir 15 pacientes, asignando los pacientes equitativamente entre los consultorios disponibles de la jornada, entre los 310 y 570 minutos (11:40 a.m. a 3:00 p.m.) respectivamente, atiende nueve pacientes completando los 24 de la jornada.

- ➢ El consultorio #2, a partir de los 30 y hasta los 330 minutos (12 m) está disponible para atender 15 pacientes.

Con el fin de proporcionar mayor entendimiento y descripción del modelo de simulación propuesto, a continuación se muestra el gráfico con las variaciones en la etapa de facturación para la jornada del día sábado, realizada en el Software Rockwell Arena® a través de bloques, en este se puede apreciar el recorrido que realizan las entidades en el servicio Consulta médica general externa con los cambios correspondientes.

Gráfico 46. Modelo propuesto de mejora #1, etapa Facturación (sábado)



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena

11.1.3.1 Animación del Escenario Propuesto #1 (sábado)

El siguiente gráfico se muestra la animación del escenario Propuesto #1, para la jornada del día sábado, etapas de facturación y atención de los médicos generales.

Gráfico 47. Animación del Escenario Propuesto #1 (sábado)

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

11.1.3.2 Resultados del escenario propuesto #1 (Sábado)

A continuación se muestran los resultados de acuerdo a los cambios propuestos para el sistema de atención escenario propuesto #1 en la jornada del día sábado.

Gráfico 48. Resultados del escenario propuesto #1 (sábado).

ARENA Simulation Results
Usuario - License: STUDENT

Output Summary for 20 Replications

Project: Consulta M.G.Externa — Run execution date :10/30/2014
Analyst: JorgeDominguez_DianaRuiz — Model revision date:10/30/2014

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Out Tal Tiempo sistema	25.405	.88663	21.778	28.961	20
Out Cont Users Entrando	39.000	.00000	39.000	39.000	20
Out Cont Users Atend	39.000	.00000	39.000	39.000	20
Out Tal Tiempo Fact	2.7047	.07262	2.3576	2.9477	20
davg(2)"utilizacion del Cajero1"	.20683	.00555	.18029	.22542	20
tavg(tal_filaFact)	3.7477	.11290	3.2816	4.1744	20
tavg(tal_filaConsTotal)	3.4284	.57806	.91964	5.8721	20
davg(3)"utilizacion del consultorio1"	.81635	.02456	.72292	.91458	20
davg(4)"utilizacion del consultorio2"	.79320	.01968	.71266	.88656	20
tavg(tal_filaCons1)"tiempo en fila cons 1"	2.9512	.78620	.89374	7.2715	20
tavg(tal_filaCons2)"tiempo en fila cons 2"	4.1920	1.1573	.96109	9.2877	20
tavg(tal_cons1)	16.327	.49126	14.458	18.291	20
tavg(tal_cons2)	17.512	.43453	15.734	19.573	20
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons1)	24.000	.00000	24.000	24.000	20
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons2)	15.000	.00000	15.000	15.000	20
System.NumberOut	.00000	.00000	.00000	.00000	20

Simulation run time: 0.03 minutes.
Simulation run complete.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En el gráfico anterior se puede evidenciar los cambios significativos en las variables evaluadas del escenario propuesto #1 para la jornada del día sábado, sin embargo, en la siguiente tabla se realiza la prueba de comparación entre las variables representativas del sistema actual y el propuesto #1 para la jornada del día sábado.

Tabla 30. Resultados, modelo actual vs Escenario Propuesto #1 (sábado).

RESUMEN DE LOS RESULTADOS ENTRE EL MODELO ACTUAL PARA LA JORNADA DEL DÍA SÁBADO Y EL ESCENARIO PROPUESTO #1				
DESCRIPCIÓN	**SISTEMA ACTUAL JORNADA DEL DÍA SÁBADO**	**ESCENARIO PROPUESTO #1 JORNADA DEL DÍA SÁBADO**	**DIFERENCIA**	**UNIDADES**
usuarios atendidos	39	39	0	Personas
Tiempo promedio en sistema total	211,08	25,41	-185,67	Min
Tiempo promedio en fila de facturación	54,28	3,75	-50,53	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #1	153,10	2,95	-150,15	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #2	105,78	4,19	-101,59	Min
Utilización promedio del cajero #1	20,95	30,82	9,87	%
Utilización promedio del Médico #1	81,79	81,64	-0,15	%
Utilización promedio del Médico #2	78,17	79,32	1,15	%

Fuente: Autores

Con el Escenario propuesto **Reserva de citas** tanto para la jornada de lunes a viernes como el día sábado se observan cambios positivos en cuanto a la disminución de los tiempos promedios en fila para acceder a cada uno de los recursos de acuerdo al análisis de los resultados evaluados. También se evidencia que el porcentaje de utilización del cajero incremento un 9,87%. Al igual que para la jornada de lunes a viernes se disminuiría considerablemente la congestión en la sala de espera y aumentaría el nivel de servicio en 87,96%, cumpliendo de esta forma también con los objetivos planteados para esta propuesta y garantizando un mejor servicio para los usuarios.

11.1.3.3 Validación del modelo actual y propuesto #2 (sábado)

Para realizar la comparación entre el modelo de simulación actual para la jornada del día sábado con el escenario propuesto #1 denominado Reserva de citas, se emplea la herramienta **Output Analyzer** del Software Rockwell Arena®, obteniendo los siguientes resultados.

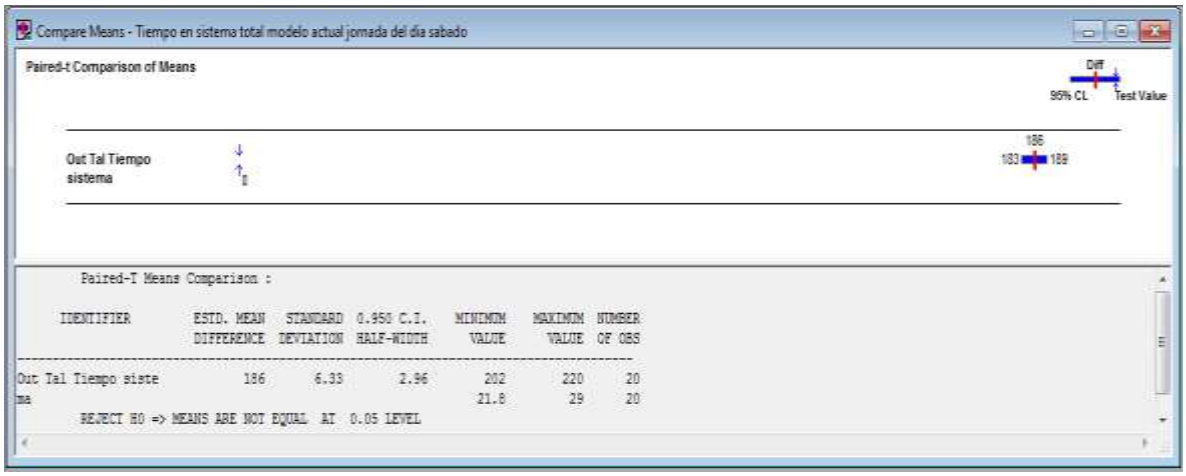
Se plantea la siguiente Hipótesis para comparar los dos modelos:

H_0: Tiempo promedio del modelo actual para la jornada del día sábado= tiempo promedio del modelo propuesto #1 para la jornada del día sábado

H_a: Tiempo promedio del modelo actual para la jornada del día sábado ≠ tiempo promedio del modelo propuesto #1 para la jornada del día sábado.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos con la herramienta Output Analyzer para la validación del escenario propuesto #1, para la jornada del día sábado.

Gráfico 49. Validación del modelo actual y propuesto #1 (sábado)



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Con base en lo anterior, se concluye con un intervalo de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%, que el escenario propuesto #1 denominado Reserva de citas, es diferente al modelo actual para la jornada del día sábado, puesto que el intervalo generado por el Output Analyzer observado en el gráfico anterior excluye el cero, situándose entre (183 y 189 minutos). Por consiguiente hay suficiente evidencia estadística para concluir que se rechaza la hipótesis nula.

11.2 ESCENARIO PROPUESTO #2.

El servicios de Consulta médica general externa presenta mayor demanda por parte de los usuarios con un 63%, con base en esta información, y previendo una aumento exponencial en relación del tiempo, para el escenario propuesto #2 se evaluará el sistema en su máxima capacidad, es decir, se propone un escenario con cinco profesionales, en capacidad de atender 150 pacientes en un día, laborando en jornadas de 10 horas diarias; esta propuesta se plantea asumiendo los cambios del sistema propuesto #1 que consiste en reservar las citas vía web y telefónica con anticipación. La capacidad del sistema se estructura con base a los cinco recursos locativos (consultorios) y humanos (médicos) disponibles para la atención en el servicio Consulta médica general externa.

Este escenario será evaluado únicamente en la jornada de lunes a viernes, debido a que las políticas administrativas del hospital plantean que para el servicio de Consulta médica general externa en la jornada del día sábado solamente deben laborar dos médicos generales en jornadas de 7:00 a.m. a 12:00 m y 7:00 a.m. a 3:00 p.m. respectivamente. De acuerdo a lo anterior y los resultados obtenidos en el escenario propuesto #1 (sábado) se considera que la propuesta planteada en el numeral 12.1.3… es contundente al problema identificado inicialmente.

- **Descripción de la Propuesta.**

Consiste en establecer una nómina de 5 médicos generales, laborando en jornada de 10 horas diarias de lunes a viernes.

- **Descripción del proceso Propuesto.**

El usuario realiza la reserva de la cita de acuerdo a la metodología descrita en el sistema de mejora propuesto #1 para la jornada de lunes a viernes. Los usuarios deben presentarse a la entidad como mínimo 20 minutos antes de la hora reservada para la cita, con el propósito de realizar la facturación y finalmente recibir la atención.

- **Diseño del modelo propuesto**

El modelo propuesto #2 al igual que en la propuesto #1 presenta características y comportamientos iguales a los planteados, la diferencia se enmarca en que en la propuesta #2 evalúa el sistema en la jornada de lunes a viernes en su máxima capacidad (150 usuarios), planteando un sistema que pueda suplir esta demanda con los recursos disponibles y garantizando el servicio oportuno y con calidad, Para una mejor comprensión del modelo o escenario propuesto…Véase el numeral 12.1.2…

11.2.1 Elaboración de la Propuesta #2

- **Frecuencia de los usuarios en el proceso de facturación para la jornada de lunes a viernes**

Al igual que en el sistema de mejora propuesto #1 los usuarios deben presentarse a la entidad hospitalaria con 20 minutos previo a la hora programada para la cita de manera que en este tiempo realicen los trámites correspondientes a la facturación.

A partir de las 6:40 a.m. hasta las 11:20 a.m. se facturaran cinco pacientes cada 20 minutos, es decir, que una vez transcurrido los 280 minutos se habrá facturado un total de 15 pacientes por médico para un total de 75, finalizando así con la jornada de la mañana. En este intervalo los usuarios son asignados equitativamente entre los cinco médicos disponibles.

A partir de las 12:40 p.m. hasta las 5:20 p.m. ingresaran a facturar cinco pacientes cada 20 minutos, una vez transcurridos los 440 minutos se habrá facturado un total de 75 pacientes, los cuales serán asignados con igual probabilidad entre los médicos disponibles, una vez finalizado este tiempo habrán sido asignados los 30 pacientes a cada médico para un total de 150 pacientes al finalizar la jornada del día a las 6:00 p.m.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la programación del proceso de facturación descrita anteriormente.

Tabla 31. Programación de facturación, escenario propuesto #2 (lunes a viernes)

NÚMERO DE USUARIOS	INTERVALO ENTRE LLEGADAS	HORARIO DE ATENCIÓN	MÉDICO ASIGNADO	TOTAL DE USUARIOS ASIGNADOS
5	20 minutos	6:40 a.m. a 11:20 a.m.	Médico #1,#2,#3,#4 y #5	75
5	20 minutos	12:40 a.m. a 5:20 p.m.	Médico #2	3
			TOTAL	**150**

Fuente: Autores.

- **Diseño del modelo propuesto**

Para la elaboración del sistema propuesto #2 en el Software Rockwell Arena®, se toma como referencia el modelo realizado en el sistema de mejora propuesto #1 para la jornada de lunes a viernes, a continuación se describen los cambios realizados en los recursos:

- ✓ Para la propuesta #2 se crean dos bloques **Créate**, el primero crean cinco entidades que ingresan al servicio a partir de los 10 minutos (6:40 a.m.) y el segundo crean cinco entidades a partir de los 350 minutos (12:20 m), ambos cada 20 minutos.

- ✓ Se generan dos bloques **Branch**, uno por cada Create, el primero condiciona la hora de entrada al sistema de las entidades a partir de los 10 minutos hasta los 291 minutos (11:21 a.m.) y el segundo condiciona que las entidades creadas entren a la estación de facturación a partir de los 350 minutos (12:20 m) hasta los 651 minutos (5:21 p.m.), ambas para los pacientes enviados a los cinco consultorios.

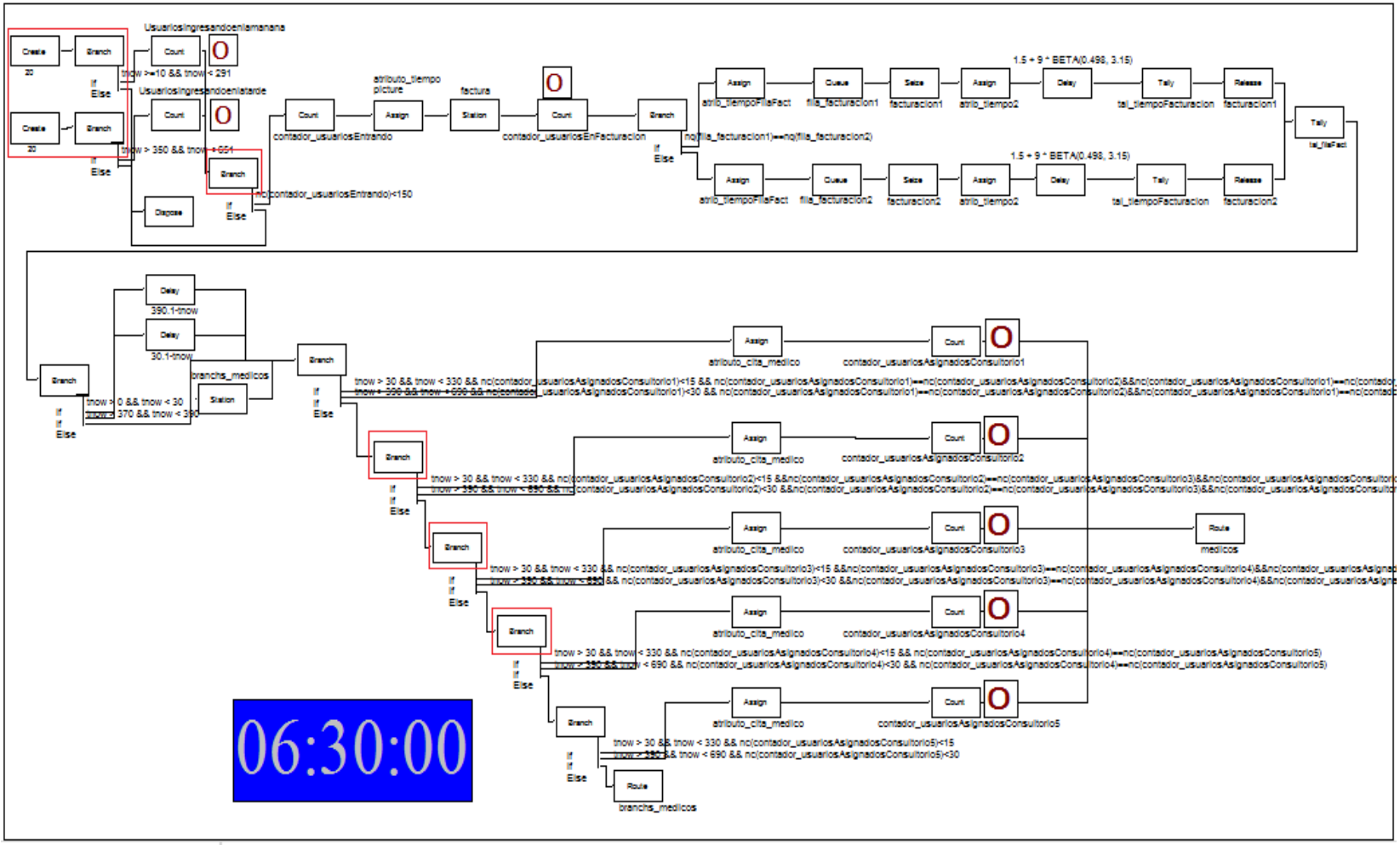
- ✓ Se crea un bloque **Count** por cada Branch, el primero cuenta los usuarios que ingresan en la mañana y el segundo cuenta los usuarios que ingresan en la tarde

- ✓ Se replantea el bloque **Branch** para Condicionar que solamente puedan ingresar al sistema de atención 150 pacientes por jornada y un bloque **Count** para que cuente los usuarios entrando.

- ✓ Se replantean los bloques **Branch** encargados de asignar de a los pacientes en cada consultorio, los cuales son iguales a la asignación realizada para los consultorios #1 y #5 en el sistema propuesto #1.

Con el fin de proporcionar mayor entendimiento y descripción del modelo de simulación propuesto #2, a continuación se muestra el gráfico con la modificación en la etapa de facturación, realizada en Software Rockwell Arena® a través de bloques, en este se puede apreciar el recorrido que realizan las entidades en el servicio Consulta médica general externa con los cambios correspondientes del sistema.

Gráfico 50. Modelo de la etapa Facturación propuesta de mejora #2.



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

11.2.1.1 Animación del Escenario Propuesta #2.

A continuación se expone un gráfico que representa la visualización de la animación del escenario Propuesto#2:

Gráfico 51. Animación Escenario Propuesta #2 (lunes a viernes).

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena

El gráfico anterior muestra mediante la animación del escenario Propuesto #2, para la jornada de lunes a viernes, en las etapas de facturación y atención de los médicos generales.

11.2.1.2 Resultados del escenario propuesto #2 (lunes a viernes)

A continuación se muestran los resultados arrojados según los cambios realizados en el planteamiento del escenario propuesto #2 para la jornada de lunes a viernes:

Gráfico 52. Resultados del escenario propuesto #2 (lunes a viernes).

ARENA Simulation Results
Usuario - License: STUDENT

Output Summary for 10 Replications

Project: Consulta M.G.Externa — Run execution date :10/30/2014
Analyst: JorgeDominguez_DianaRuiz — Model revision date:10/30/2014

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Out Tal Tiempo sistema	25.609	.66228	24.367	27.324	10
Out Cont Users Entrando	150.00	.00000	150.00	150.00	10
Out Cont Users Atend	150.00	.00000	150.00	150.00	10
Out Tal Tiempo Fact	2.7894	.06143	2.6193	2.8825	10
davg(2)"utilizacion del Cajero1"	.36467	.01029	.34016	.38974	10
davg(3)"utilizacion del Cajero2"	.24173	.01174	.21120	.26531	10
tavg(tal_filaFact)	5.0030	.12647	4.7273	5.3109	10
tavg(tal_filaConsTotal)	3.0516	.52816	2.1599	4.4530	10
davg(4)"utilizacion del consultorio1"	.79003	.02186	.74453	.82219	10
davg(5)"utilizacion del consultorio2"	.80517	.02927	.72833	.87333	10
davg(6)"utilizacion del consultorio3"	.86268	.02443	.79338	.91433	10
davg(7)"utilizacion del consultorio4"	.83193	.03487	.72349	.88830	10
davg(8)"utilizacion del consultorio5"	.79134	.01798	.75381	.84140	10
tavg(tal_filaCons1)"tiempo en fila cons 1"	3.0852	1.1481	1.1836	5.0913	10
tavg(tal_filaCons2)"tiempo en fila cons 2"	3.0498	1.3374	1.3796	7.5841	10
tavg(tal_filaCons3)"tiempo en fila cons 3"	4.2991	1.3227	1.7934	7.6182	10
tavg(tal_filaCons4)"tiempo en fila cons 4"	2.5919	.70780	.97547	3.7773	10
tavg(tal_filaCons5)"tiempo en fila cons 5"	2.2322	.48233	1.4333	3.4225	10
tavg(tal_cons1)	15.800	.43717	14.890	16.443	10
tavg(tal_cons2)	16.103	.58550	14.566	17.466	10
tavg(tal_cons3)	17.253	.48851	15.867	18.286	10
tavg(tal_cons4)	16.638	.69742	14.469	17.765	10
tavg(tal_cons5)	15.826	.35961	15.076	16.828	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons1)	30.000	.00000	30.000	30.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons2)	30.000	.00000	30.000	30.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons3)	30.000	.00000	30.000	30.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons4)	30.000	.00000	30.000	30.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons5)	30.000	.00000	30.000	30.000	10
System.NumberOut	.00000	.00000	.00000	.00000	10

Simulation run time: 0.07 minutes.
Simulation run complete.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En el gráfico anterior se puede evidenciar los cambios generados por las variables evaluadas en el escenario propuesto #2, sin embargo, es necesario realizar comparación de las variables más representativas entre el sistema actual y el propuesto #2 para la jornada de lunes a viernes.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados arrojados por el modelo del escenario propuesto #2.

Tabla 32. Resultados, modelo actual vs Escenario Propuesto #2 (lunes a viernes).

RESUMEN DE LOS RESULTADOS ENTRE EL MODELO ACTUAL PARA LA JORNADA DE LUNES A VIERNES Y EL ESCENARIO PROPUESTO #2				
DESCRIPCIÓN	**SISTEMA ACTUAL JORNADA DE LUNES A VIERNES**	**ESCENARIO PROPUESTO #2 JORNADA DE LUNES A VIERNES**	**DIFERENCIA**	**UNIDADES**
Usuarios atendidos	114	150	36	Personas
Tiempo promedio en sistema total	169,93	25,61	-144,36	Min
Tiempo promedio en fila de facturación	49,26	5,00	-44,26	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #1	84,62	3,09	-81,53	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #2	138,23	3,05	-135,18	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #3	100,88	4,30	-96,58	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #4	91,63	2,60	-89,03	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #5	87,47	2,23	-85,24	Min
Utilización promedio del cajero #1	20,23	36,46	16,23	%
Utilización promedio del cajero #2	24,67	24,17	-0,5	%
Utilización promedio del Médico #1	79,56	79,00	-0,56	%
Utilización promedio del Médico #2	80,06	80,52	0,46	%
Utilización promedio del Médico #3	86,56	86,27	-0,29	%
Utilización promedio del Médico #4	84,85	83,19	-1,66	%
Utilización promedio del Médico #5	80,90	79,13	-1,77	%

Fuente: Autores.

En el escenario propuesto #2 se ajustó la jornada laboral de los médicos generales, evaluando el sistema de atención en jornada de 10 horas con 5 médicos e implementando el sistema de **Reserva de citas**, en busca de mejorar la calidad en el servicio disminuyendo los tiempos que en promedio invierten los usuarios para recibir el servicio de Consulta médica general externa.

En el análisis de los resultados, se identifica que la eliminación de la etapa entrega de fichas y los cambios realizados en los procesos de facturación y consulta, aportan beneficios considerables para la entidad hospitalaria.

De acuerdo a los resultados, modelo actual vs Escenario Propuesto #2 se observa un crecimiento de 84,84% en el nivel de servicio respecto al sistema actual, con base a lo anterior es evidente que esta propuesta mejora significativamente la calidad del servicio ya que cumple con los objetivos propuestos de descongestionar las instalaciones del hospital disminuyendo los tiempos en fila de la etapa facturación, fila de atención médica y tiempo en el sistema, a su vez, aumentando la capacidad del servicio de 114 a 150 usuarios diarios al extender el horario de los médicos, garantizando la calidad del servicio y ofreciendo a la comunidad la posibilidad de incrementar la cobertura del servicio, garantizando de esta forma la oportuna prestación del servicio y la satisfacción de los usuarios.

Los tiempos promedios en fila de cada recurso disminuyeron de acuerdo a los resultados de la tabal 32, gracias a la facilidad que se les dio a los usuarios de solicitar la cita médica sin necesidad de dirigirse personalmente al hospital; en cuanto a la utilización de los recursos que hacen posible la facturación aumenta en 16,23% el cajero #1 debido al incremento de la demanda del servicio y disminuye 0,5% para el cajero #2, mientras que el porcentaje de utilización del personal médico tuvo una variación muy leve respecto al modelo del sistema actual.

11.2.1.3 Validación del modelo actual y propuesto #2 (lunes a viernes)

A continuación se emplea la herramienta Output Analyzer del Software Rockwell Arena®, evaluando la variable de interés **Tiempo en sistema Total** para determinar si existe un cambio significativo entre el escenario propuesto #2 y el sistema actual. En el siguiente gráfico se muestra los resultados obtenidos.

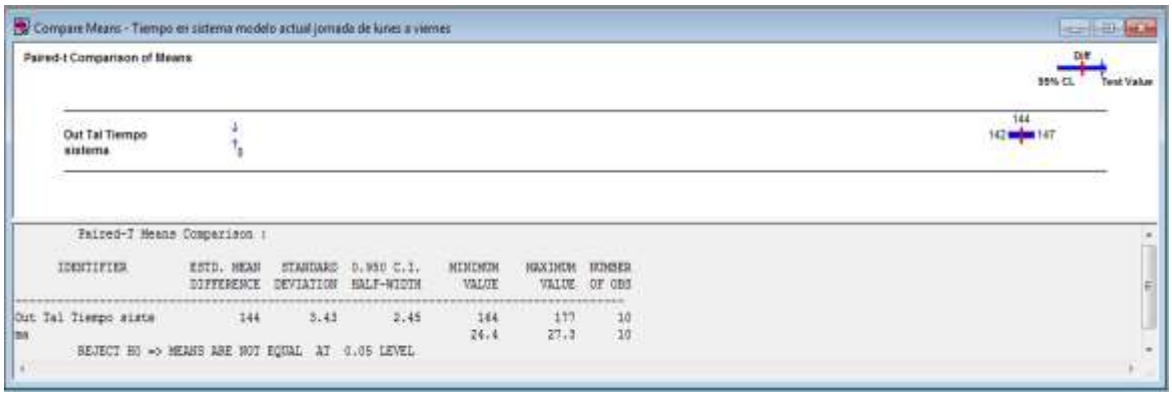
Se plantea la siguiente Hipótesis para comparar los dos modelos:

H_0: *Tiempo promedio del modelo actual para la jornada de lunes a viernes= tiempo promedio del modelo propuesto #1 para la jornada de lunes a viernes*

H_a: *Tiempo promedio del modelo actual para la jornada de lunes a viernes ≠ tiempo promedio del modelo propuesto #1 para la jornada de lunes a viernes.*

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos con la herramienta Output Analyzer para la validación del escenario propuesto #2, para la jornada de lunes a viernes.

Gráfico 53. Validación del modelo actual y propuesto #2 (lunes a viernes)



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Con base en lo anterior, se concluye con un intervalo de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%, que el Escenario propuesto #2, es diferente al modelo actual para la jornada de lunes a viernes, puesto que el intervalo generado por el Output Analyzer se observa que el gráfico anterior excluye el cero siendo este de (142 y 147 minutos). Por lo tanto hay suficiente evidencia estadística para concluir que se rechaza la hipótesis nula.

11.3 ESCENARIO PROPUESTO #3.

Mediante el análisis de los resultados de los escenarios propuestos anteriormente se pudo identificar que los tiempos y porcentajes de utilización de los cajeros son considerablemente bajos en comparación con los demás recursos del sistema, con base en estos dato se plantea el escenario propuesto #3 con el propósito de evaluar el sistema realizando cambios en la estación de facturación, de la siguiente manera: dos cajeros para la jornada de la mañana hasta el mediodía y uno en la jornada de la tarde, lo anterior considerando que en la jornada de la tarde atienden tres médicos y con ello el flujo de pacientes en el servicio disminuye; la propuesta considera las condiciones planteadas en el escenario propuesto #1 y consiste en prestar el servicio con cinco profesionales con capacidades de 30, 24, 15, 30 y 15 pacientes para los médicos #1, #2, #3, #4 y #5 respectivamente, con una capacidad máxima de atención a 114 pacientes por día, el diseño del modelo de simulación se plantea a partir los cambios realizados al escenario propuesto #1 el cual se basa en reservar previamente la cita a través de internet o llamada telefónica.

El escenario propuesto #3 será evaluado únicamente en la jornada de lunes a viernes, ya que para la jornada del día sábado solo se encuentra disponible un recurso para la facturación de la jornada. Por lo tanto los resultados obtenidos para este día se representan adecuadamente por el sistema planteado en el escenario propuesto #1 véase el numeral 12.12.2…

- **Descripción de la Propuesta.**

La propuesta se basa en establecer una nómina de dos cajeros para el servicio de facturación operando de la siguiente manera: en horas de la mañana facturan dos cajeros, de los cuales el cajero #1 continua labores para asignar los pacientes al médico que atiende en jornada continua mientras el cajero #2 toma una hora para realizar sus actividades personales y regresa al hospital para remplazar al cajero #1 y continuar facturando el resto de la jornada de lunes a viernes, el cajero #1 finaliza, se plantea la opción que la administración considere que este cajero tome un descanso y retome sus labores prestando apoyo en los procesos de facturación de las demás áreas asistenciales del hospital.

- **Descripción del proceso Propuesto.**

El usuario realiza la reserva de la cita de acuerdo a la metodología descrita en la propuesta de mejora #1 para la jornada de lunes a viernes, presentándose a la entidad como mínimo con 20 minutos de anticipación a la hora reservada para la cita, con el propósito de realizar la respectiva facturación y finalmente recibir la atención.

- **Diseño del modelo propuesto**

El modelo propuesto #3 al igual que el sistema propuesto #1, presenta características y comportamientos similares a los planteados, la diferencia de la propuesta #3 se enmarca en que esta evalúa el sistema en jornada de lunes a viernes con dos recursos de facturación en la mañana y uno en la jornada de la tarde y la capacidad de atención en el sistema es de 114 usuarios, la propuesta busca liberar un recurso de facturación en la jornada de la tarde garantizando un servicio oportuno y de calidad, el recurso cajero #1 servirá de apoyo al proceso de facturación de las demás áreas asistenciales del hospital. Para una mejor comprensión del modelo o escenario propuesto…Véase el numeral 12.1.2…

11.3.1 Elaboración de la Propuesta #3

La frecuencia de los usuarios en el proceso de facturación para la jornada de lunes a viernes en este escenario se comporta de igual manera a la planteada en el sistema de mejora propuesto #1. …Véase el numeral 12.1.2… Tabla 27.

- **Diseño del modelo propuesto**

Para la elaboración de la propuesta #3 en el Software Rockwell Arena®, se basa en el modelo de simulación realizado en el sistema de mejora propuesto #1 para la jornada de lunes a viernes, a continuación se describen los cambios realizados en la secuencia de los recursos:

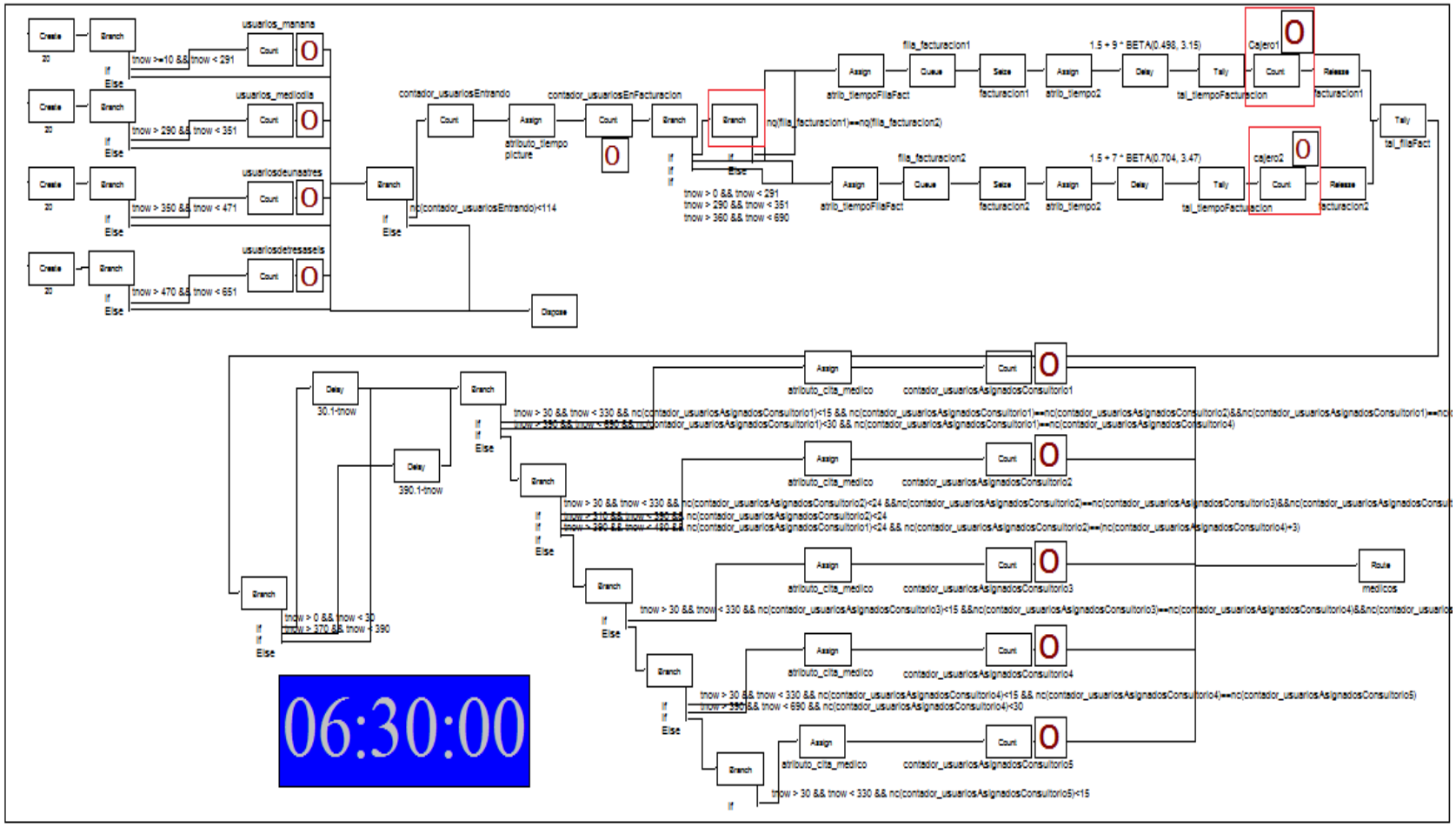
- ✓ El modelo de simulación añade un bloque **Branch,** localizado entre el contador de usuarios en facturación y el Branch que condiciona las entidades para que

alternen las estaciones de facturación, este nuevo Branch condiciona que a partir del minuto 0 hasta los 291 minutos (11:21 a.m.) envié los pacientes a facturar a los dos cajeros disponibles, la segunda condición establece que partir de los 290 minutos (11:20 a.m.) hasta los 351 minutos (12:21 p.m.) envié los pacientes únicamente al cajero #1, en este momento el cajero #1 habrá terminado su jornada laboral y la tercera condición establece que a partir de los 360 minutos (12:30 p.m.) hasta los 690 minutos (6:00 p.m.) envié los pacientes únicamente al cajero #2, finalizando la jornada.

- ✓ Se crea un bloque **Count** para cada uno los cajeros ubicados entre el Tally que calcula el tiempo en facturación y el reléase para liberar el recurso de facturacion 1 y 2, estos bloques se crean con el fin de visualizar la cantidad de usuarios que factura cada cajero en la jornada de atención.

Con el fin de proporcionar mayor entendimiento y descripción del modelo de simulación propuesto #3, a continuación se muestra el gráfico con los cambios realizados en la etapa de facturación en el Software Rockwell Arena® a través de bloques, en este se puede apreciar el recorrido que realizan las entidades en el servicio Consulta médica general externa.

Gráfico 54. Modelo de la etapa Facturación propuesta de mejora #3.



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

11.3.1.1 Animación del Escenario Propuesto #3.

A continuación se expone un gráfico que representa la visualización de la animación del escenario Propuesto #3.

Gráfico 55. Animación Escenario Propuesto #3 (lunes a viernes).

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena

El gráfico anterior muestra mediante la animación del escenario Propuesto #3, para la jornada de lunes a viernes, en las etapas de facturación y atención de los médicos generales.

11.3.1.2 Resultados del escenario propuesto #3 (lunes a viernes)

A continuación se muestran los resultados generados de acuerdo a los cambios realizados al escenario propuesto #3 para la jornada de lunes a viernes:

Gráfico 56. Resultados del escenario propuesto #3 (lunes a viernes).

ARENA Simulation Results
Usuario - License: STUDENT

Output Summary for 10 Replications

Project: Consulta M.G.Externa — Run execution date :10/30/2014
Analyst: JorgeDominguez_DianaRuiz — Model revision date:10/30/2014

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Out Tal Tiempo sistema	25.123	.61392	24.248	26.516	10
Out Cont Users Entrando	114.00	.00000	114.00	114.00	10
Out Cont Users Atend	114.00	.00000	114.00	114.00	10
Out Tal Tiempo Fact	2.7327	.09553	2.4779	2.8793	10
davg(2)"utilizacion del Cajero1"	.36766	.02060	.32077	.40167	10
davg(3)"utilizacion del Cajero2"	.30015	.00890	.27968	.32097	10
tavg(tal_filaFact)	4.8209	.19801	4.3183	5.1134	10
tavg(tal_filaConsTotal)	2.7218	.50831	1.9717	4.0027	10
davg(4)"utilizacion del consultorio1"	.79958	.03030	.73423	.85510	10
davg(5)"utilizacion del consultorio2"	.79603	.03184	.72743	.85800	10
davg(6)"utilizacion del consultorio3"	.85367	.02364	.78302	.89991	10
davg(7)"utilizacion del consultorio4"	.82469	.01400	.79936	.85863	10
davg(8)"utilizacion del consultorio5"	.79152	.03856	.71002	.90003	10
tavg(tal_filaCons1)"tiempo en fila cons 1"	2.7842	.74842	1.1609	4.6363	10
tavg(tal_filaCons2)"tiempo en fila cons 2"	2.8021	1.1316	1.1864	6.0403	10
tavg(tal_filaCons3)"tiempo en fila cons 3"	3.7867	1.3909	1.7713	7.4540	10
tavg(tal_filaCons4)"tiempo en fila cons 4"	2.4623	.90998	.93325	4.2725	10
tavg(tal_filaCons5)"tiempo en fila cons 5"	1.9226	1.0354	.40441	5.2443	10
tavg(tal_cons1)	15.991	.60593	14.684	17.102	10
tavg(tal_cons2)	16.004	.64023	14.625	17.250	10
tavg(tal_cons3)	17.073	.47279	15.660	17.998	10
tavg(tal_cons4)	16.493	.27991	15.987	17.172	10
tavg(tal_cons5)	15.830	.77123	14.200	18.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons1)	30.000	.00000	30.000	30.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons2)	24.000	.00000	24.000	24.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons3)	15.000	.00000	15.000	15.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons4)	30.000	.00000	30.000	30.000	10
nc(contador_usuariosSaliendo_Cons5)	15.000	.00000	15.000	15.000	10
nc(Cajero1)"Usuarios atendidos en caja 1"	48.000	.00000	48.000	48.000	10
nc(Cajero2)"Usuarios atendidos en caja 2"	66.000	.00000	66.000	66.000	10
System.NumberOut	.00000	.00000	.00000	.00000	10

Simulation run time: 1.47 minutes.
Simulation run complete.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En el gráfico anterior se puede evidenciar los resultados arrojados por las variables evaluadas y los cambios del escenario propuesto #3, sin embargo, es necesario realizar comparación entre las variables más representativas del sistema actual para la jornada de lunes a viernes y el propuesto #3, con el propósito de evaluar los resultados.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados arrojados por el modelo del escenario propuesto #3.

Tabla 33. Resultados, modelo actual vs Escenario Propuesto #3 (lunes a viernes).

RESUMEN DE LOS RESULTADOS ENTRE EL MODELO ACTUAL PARA LA JORNADA DE LUNES A VIERNES Y EL ESCENARIO PROPUESTO #3				
DESCRIPCIÓN	**SISTEMA ACTUAL JORNADA DE LUNES A VIERNES**	**ESCENARIO PROPUESTO #3 JORNADA DE LUNES A VIERNES**	**DIFERENCIA**	**UNIDADES**
Usuarios atendidos	114	114	0	Personas
Tiempo promedio en sistema total	169,93	25,12	-144,81	Min
Tiempo promedio en fila de facturación	49,26	4,82	-44,44	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #1	84,62	2,78	-81,84	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #2	138,23	2,80	-135,43	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #3	100,88	3,79	-97,09	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #4	91,63	2,46	-89,17	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #5	87,47	1,91	-85,56	Min
Utilización promedio del cajero #1	20,23	36,77	16,54	%
Utilización promedio del cajero #2	24,67	30,02	5,35	%
Utilización promedio del Médico #1	79,56	79,96	0,4	%
Utilización promedio del Médico #2	80,06	79,60	-0,46	%
Utilización promedio del Médico #3	86,56	85,37	-1,19	%
Utilización promedio del Médico #4	84,85	82,47	-2,38	%
Utilización promedio del Médico #5	80,90	79,15	-1,75	%

Fuente: Autores.

En el escenario propuesto #3 se propone sacar de línea al cajero #1 en las horas de la tarde, evaluando el modelo con dos cajeros en la mañana y uno en las horas de la tarde e implementando el sistema de Reserva de citas, en busca de mejorar la calidad en el servicio disminuyendo los tiempos que en promedio invierten los usuarios para recibir el servicio de Consulta médica general externa, al realizar el análisis de los resultados generados por el modelo, se identifican beneficios considerables para la entidad hospitalaria.

De acuerdo a los resultados, modelo actual vs Escenario Propuesto #3 se observa un incremento de 85,13% en el nivel de servicio, en comparación al sistema actual, con base a lo anterior es evidente que esta propuesta mejora significativamente la calidad del servicio ya que cumple con los objetivos propuestos de descongestionar las instalaciones del hospital disminuyendo los tiempos en fila de la etapa facturación, fila de atención médica y tiempo en el sistema, a su vez, y a su vez se aprovecha mejor los recursos disponibles para facturación (cajero #1 y #2), debido a que en horas de la tarde disminuye el flujo de pacientes en el servicio, quedando subutilizado este recurso que puede emplearse como apoyo facturando los demás servicios del hospital, garantizando de esta forma la oportuna prestación del servicio y la satisfacción de los usuarios.

Los tiempos promedios en fila de cada uno de los recursos disminuyeron dado a la posibilidad de agendar las citas con anticipación, con relación a los resultados es preciso concluir que la utilización de los recursos que hacen posible la facturación aumentan en 16,54% para el cajero #1 y 5,35% para el cajero #2, se observa que si bien el cajero #1 sólo atiende en la jornada de la mañana presenta mayor porcentaje de utilización en comparación con el cajero #2 debido a que es mayor la cantidad de pacientes que atiende. En cuanto al porcentaje de utilización del personal médico la variación registrada es mínima con respecto al modelo del sistema actual para la jornada de lunes a viernes ver Tabla 33.

11.3.1.3 Validación del modelo actual y propuesto #3 (lunes a viernes)

A continuación Se emplea la herramienta Output Analyzer del Software Rockwell Arena®, evaluando la variable de interés **Tiempo en sistema Total** para determinar si existe un cambio significativo entre el escenario propuesto #3 y el sistema actual. En el siguiente gráfico se muestra los resultados obtenidos.

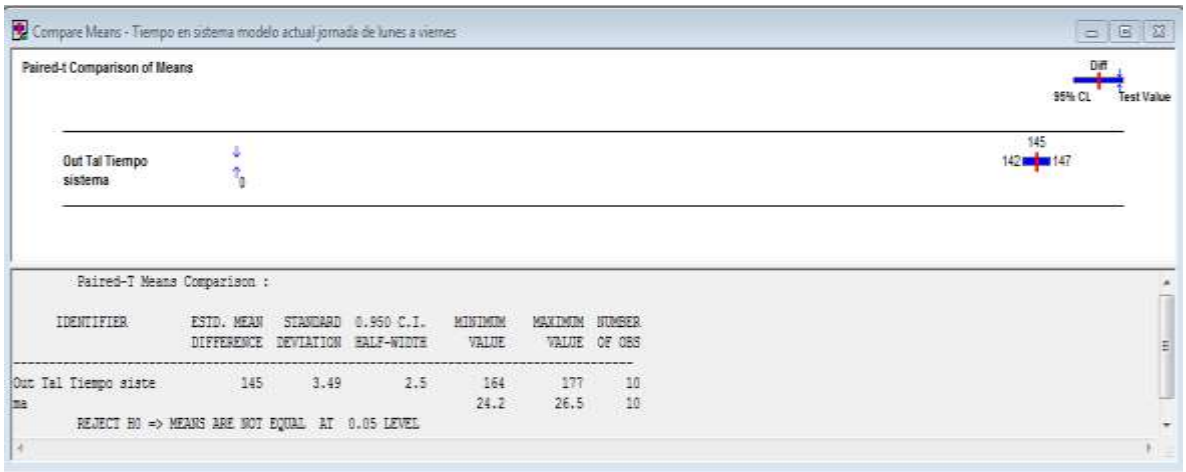
Se plantea la siguiente Hipótesis para comparar los dos modelos:

H_0: *Tiempo promedio del modelo actual para la jornada de lunes a viernes= tiempo promedio del modelo propuesto #3 para la jornada de lunes a viernes*

H_a: *Tiempo promedio del modelo actual para la jornada de lunes a viernes ≠ tiempo promedio del modelo propuesto #3 para la jornada de lunes a viernes.*

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos con la herramienta Output Analyzer para la validación del escenario propuesto #3.

Gráfico 57. Validación del modelo actual y propuesto #3 (lunes a viernes)



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Con base en lo anterior, se concluye con un intervalo de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%, que el Escenario propuesto #1 denominado Reserva de citas vía telefónica, es diferente al modelo actual para la jornada del día sábado, puesto que el intervalo generado por el Output Analyzer, de acuerdo al gráfico anterior se excluye el cero, el rango se encuentra entre (142 y 147 minutos). Por lo tanto hay suficiente evidencia estadística para concluir que se rechaza la hipótesis nula.

11.4 ANÁLISIS DE LOS ESCENARIO PROPUESTOS.

En la siguiente tabla, se presenta el resumen de las variables de interés evaluadas técnicamente en el sistema actual y las propuestas de mejora propuestas, con el objetivo de identificar la propuesta que presenta mayor beneficio con base a la medida de efectividad considerada de mayor importancia en el proyecto **(Tiempo promedio en sistema total).**

Tabla 34. Resultados técnicos de los escenarios de mejora.

RESULTADOS TÉCNICOS DE LOS ESCENARIOS DE MEJORA (JORNADA DE LUNES A VIERNES)					
DESCRIPCIÓN	**SISTEMA ACTUAL**	**ESC. PROPUESTO #1**	**ESC. PROPUESTO #2**	**ESC. PROPUESTO #3**	**UNIDADES**
Usuarios atendidos	114	114	150	114	Personas
Tiempo promedio en sistema total	169,93	25,16	25,61	25,12	Min
Tiempo promedio en fila de facturación	49,26	4,53	5	4,82	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #1	84,62	2,76	3,09	2,78	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #2	138,23	3,07	3,05	2,8	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #3	100,88	3,79	4,3	3,79	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #4	91,63	3,3	2,6	2,46	Min
Tiempo promedio en fila atención Médico #5	87,47	1,92	2,23	1,91	Min
Utilización promedio del cajero #1	20,23	30,96	36,46	36,77	%
Utilización promedio del cajero #2	24,67	14,28	24,17	30,02	%
Utilización promedio del Médico #1	79,56	79,48	79	79,96	%
Utilización promedio del Médico #2	80,06	79,4	80,52	79,6	%
Utilización promedio del Médico #3	86,56	85,37	86,27	85,37	%
Utilización promedio del Médico #4	84,85	83,13	83,19	82,47	%
Utilización promedio del Médico #5	80,9	79,15	79,13	79,15	%
Aumento nivel de servicio	0	85,19	84,84	85,13	%

Fuente: Autores.

Con base en los resultados de la evaluación técnica de los modelos propuestos #1, #2, #3, jornada de lunes a viernes y el escenario del sistema actual en igual jornada, se puede inferir que el sistema actual presenta falencias innegables en los tiempos prolongados del sistema por las causas identificadas en el desarrollo del proyecto; también se pueden considerar que los escenarios propuestos presentan buenas opciones de mejora al sistema actual ya que logran disminuir considerablemente el tiempo en sistema y aumenta en promedio 85.05% el nivel del servicio.

De igual manera se evidencia que los porcentajes de utilización de los recurso presentan una mínima variación, no obstante estos resultados difieren mínimamente al compararse entre las propuestas de mejora, es decir, los porcentajes de las propuestas de mejora son muy similares, por lo tanto cualquiera de estas representas representaría una buena alternativa para la entidad hospitalaria.

Como investigadores y considerando que la administración del hospital se mantenga con el personal disponible actualmente para la prestación del servicio, consideramos que el Escenario Propuesto #3 representa una buena alternativa de mejora. Esta propuesta se fundamenta en mejorar la asignación de las citas médicas, reemplazando la entrega de fichas al inicio de la jornada en las puertas del hospital por un software de fácil acceso mediante conexión a internet o llamada telefónica al call center del hospital, permitiendo recepcionar y gestionar la programación de los recursos locativos y humanos necesarios para la prestación del servicio, de igual manera este escenario propone emplear un cajero únicamente para facturar las citas en la tarde para la jornada de lunes a viernes.

Con respecto a la jornada del día sábado se presentó una propuesta única de mejora (escenario propuesto #1), lo anterior sustentado en que la institución hospitalaria de acuerdo al histórico de pacientes atendidos en esta jornada no considera ampliar el cupo de citas asignadas para la misma, es decir, sus políticas administrativas solo permiten contar con los recursos humanos y el tiempo de atención disponible actualmente, por lo tanto, para los escenarios propuestos #2 y #3 de la jornada día sábado no se plantean propuestas de mejora al considerar que la propuesta de mejora #1 presenta resultados contundentes con una mejora significativa de 87,96% frente al tiempo en sistema del escenario actual y el nivel de servicio... Véase tabla #30.

12. CONCLUSIONES

El área de Consulta externa, es un proceso misional del hospital considerado el más representativo de la entidad debido a la demanda de usuarios que acuden al servicio, través de este se da inicio a consultas especializadas en las demás áreas del centro hospitalario, dando vida a procesos de mayor complejidad.

Actualmente la ejecución y atención del servicio de Consulta médica general externa, se ve sometido a factores externos como la modalidad de contratación del servicio médico, pues legalmente estos no dependen de la institución hospitalaria, sino de un tercero intermediario (Cooperativas), quien ha sido contratado para ejecutar el proceso, por tanto se tiene dependencia de la disponibilidad en tiempo de cada uno de los recursos médicos que prestan el servicio bajo esta modalidad, lo cual afecta directamente el proceso.

Con el diagnóstico consumado del área de Consulta externa, se realizó el análisis de demanda por los servicios prestados en esta área, obteniendo como resultado que el 74% de los usuarios son atendidos en el servicio Consulta médica general externa, por tal motivo el proyecto se encamino en estudiarlo y proponer mejoras que ayuden a solucionar la problemática identificada.

Mediante las observaciones realizadas, se pudo demostrar que la ejecución y atención del servicio Consulta médica general externa es demasiado prolongada, en lo referente a tiempos de espera y atención por parte de los servidores, como resultado de lo anterior se presenta un alto tiempo en el sistema, afectando considerablemente la calidad del servicio prestado. Además, se pudo identificar que los médicos no están cumpliendo con el tiempo mínimo para la consulta médica establecido por la ley, el cual debe ser como mínimo 20 minutos por paciente de manera que se garantice la calidad en el servicio.

Con la información obtenida en la caracterización del servicio y la utilización de herramientas lógicas, computacionales y académicas, se procedió a realizar seguimiento adecuado al proceso, tomando tiempos en sitio, entrevistando a los actores responsables de la ejecución del mismo, simulando y analizando los resultados obtenidos. Se procedió a evaluar los diversos escenarios que permitieran visualizar una mejora y rediseñar el proceso.

Con los datos obtenido a través de las observaciones realizadas en el sistema referente y basados en los resultados del modelo de simulación se pudo confirmar que los tiempos de espera por parte de los usuarios para recibir atención son prolongados, el resultado es que en promedio pasan entre 169,93 y 211,08 minutos en el sistemas, los cuales son desfavorables para la entidad hospitalaria, si se

contempla el compromiso de garantizar la calidad en sus servicios y la satisfacción del cliente.

Mediante la simulación y el análisis de resultados se logró calcular la capacidad actual del servicio Consulta médica general externa, la cual equivale a 609 usuarios semanales, garantizando las condiciones de tiempo mínimo establecidos por la ley; la cantidad de usuarios difiere respecto a la jornada de atención de los médicos la cual es fijada por las políticas administrativas del hospital y están sujetas a cambios.

Con base en el estudio se pudo identificar que el hospital cuenta con el personal óptimo y necesario para la prestación del servicio, sin embargo para condiciones de afluencia de pacientes mayor al promedio, la entidad hospitalaria debe considerar disponer de más horas del personal médico, garantizando una constante de atención al público que permita al hospital actuar bajo principios de planificación, eficiencia, eficacia, economía, brindando una atención en el servicio Consulta médica general externa en términos de excelencia y calidad.

En el escenario propuesto #1 se obtuvo como resultado un tiempo de 25,26 minutos con respecto a la variable de interés tiempo en sistema del sistema actual de 169,93 minutos, es decir se obtuvo una disminución significativa de 144,77 minutos, y para la jornada del día sábado una disminución de 185,67 minutos lo cual se ve reflejado en una reducción de tiempos de espera en la fila de facturación y atención médica.

En el escenario propuesto #2 se obtuvo como resultado un tiempo de 25,61 minutos respecto a la variable de interés tiempo en sistema, la cual en el sistema actual de la jornada de lunes es de 169,93 obteniendo una disminución significativa de 144,36 minutos, lo cual se ve reflejado en una reducción de tiempos de espera en la fila de facturación y de atención médica, además se evaluó el sistema en su capacidad máxima, aumentando la demanda de usuarios en 789 semanalmente, con esta propuesta la capacidad del sistema se comportaría de forma similar al periodo de interés determinado.

En el escenario propuesto #3 se obtuvo como resultado un tiempo de 25,12 minutos respecto a la variable de interés tiempo en sistema el cual era de 169,93 minutos para el modelo actual en la jornada de lunes a viernes, obteniendo una disminución significativa de 144,81 minutos, lo cual se ve reflejado en una reducción de tiempos de espera en la fila de facturación y de atención médica, además se evaluó el sistema con dos cajeros en la estación de facturación en las horas de la mañana y uno en las horas de la tarde, obteniendo como resultado un incremento en la utilización de los cajeros de 16,54% y 5,35% para los cajeros #1 y #2 respectivamente, además el cajero que se libera en la jornada de la tarde quedara disponible para apoyar el proceso de facturación de las demás áreas asistenciales del hospital.

El estudio de los diferentes escenarios de mejora propuestos, permitió determinar posibles combinaciones con una evaluación técnica mediante la simulación, en las que se evaluaron incluso condiciones de afluencia superior a la actual y diminución de jornada laboral por parte del personal. Todas las propuestas están encaminadas a mejorar la calidad del servicio Consulta médica general externa eliminando la etapa de entrega de fichas y con ella la congestión de las instalaciones físicas del hospital por parte de los usuarios y las largas filas presentadas al inicio de la jornada para realizar el proceso de facturación y los largos tiempos de espera para acceder a la atención del servicio.

Como futuras investigaciones a este trabajo de grado, en otro proyecto se podría realizar este tipo de estudio en todas las áreas asistenciales del hospital con el objetivo de analizar el sistema con modelos de simulación de tal forma que se puedan generar propuestas de mejora que contribuyan a optimizar la calidad del servicio y garantizar la satisfacción de los usuarios y adicional a esto realizar un análisis costo-beneficio de cada una de las propuestas para medir el grado de implementación de las mismas y escoger la mejor alternativa.

13. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la administración de la institución hospitalaria considerar la implementación de alguna de las propuestas de mejora presentadas en la investigación, conforme a los lineamientos político administrativos que lo permitan, con el propósito de optimizar los recursos disponibles y mejorar la calidad del servicio prestado a los usuarios en el servicio Consulta médica general externa del área Consulta Externa, de manera que se contribuya al hospital en su programa de mejora continua con el compromiso de dar cumplimiento al propósito general de la Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud.

- Recomendamos implementar un portal en internet con el fin de administrar la asignación de citas de los usuarios del servicio Consulta médica general externa, considerando el recurso humano y tecnológico para atender los requerimientos de los usuarios que no tengan los medios para acceder al sistema; en esta implementación se sugiere que la administración desarrolle el aplicativo (software) apoyado en los convenios vigentes con las universidades dela región.

- Se recomienda monitorear periódicamente el uso óptimo de los recursos humanos y locativos disponibles para el servicio Consulta médica general externa en la institución hospitalaria, el cual debe contemplar los respectivos planes de acción para corregir las desviaciones.

- Recomendamos evaluar la posibilidad de realizar estudios con herramientas de simulación en todos los servicios ofrecidos por la institución, con el objetivo de optimizar los recursos involucrados en los procesos y apalancar el cumplimiento de los objetivos corporativos.

- Se recomienda a la administración del hospital realizar un análisis costo beneficio de cada una de las propuestas de mejora planteadas en relación con las actuales políticas administrativas de la entidad, previamente a la selección y posterior implementación de alguna de estas.

BIBLIOGRAFÍA

ACERO FAGUA, Rafael Andrés. Reducción de la congestión en la sala de urgencias de un hospital en la ciudad de Bogotá. Trabajo de grado de Ingeniería Industrial. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes, 2012. 4 p.

Artículo 209 de la Constitución Política de Colombia - igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad.

AZARANG Mohammad y GARCÍA DUNA Eduardo. Simulación de modelos estocásticos, 1996. 90 p. ISBN 970-10-1173-2.

BANKS, J. Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and practice. New York: John Wiley & Sons. Citado por: M.P. Zubieta, O.D. Barrera, C.A. Amaya, N. Velasco. Propuesta metodológica para el cálculo de capacidades en un centro de salud. Universidad de los Andes. Diciembre 2008.

CASANOVAS, Josep; FIGUERAS, Jaume; GUASCH, Antonio y PIERA, Miguel Ángel. Modelado y simulación: aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. Barcelona (España). Ediciones UPC, 2009. 358 p.

CEPAL. Protección social y sistemas de salud. En: La protección social de cara al futuro: Acceso, financiamiento y solidaridad. Trigésimo primer periodo de sesiones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Montevideo, Uruguay, 20 al 24 de Marzo del 2006.

COROMINAS SUBIAS, Albert; LUSA GARCÍA, Amaia y MUÑOZ GOMEZ, Norberto. Cálculo de la capacidad necesaria para obtener un nivel de servicio predeterminado. IX Congreso de Ingeniería de Organización: Gijón, 8-9 Septiembre de 2005, 2005. ISBN 84-96476-40-5 3 p.

DELGADO ENCINAS, Karem Cecilia. Diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de atención a pacientes de emergencia adultos de un hospital público utilizando simulación discreta. Trabajo de grado de Ingeniería Industrial. Lima Perú: Pontifica Universidad Católica de Perú, 2007. 3 p.

GÓMEZ ROJO, Borja "Sistemas con Logística de Retorno: aplicación al caso de contenedores retornables". Trabajo de grado de Ingeniería Industrial. Departamento de Organización Industrial y Gestión de empresas. Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla, España. 2006. p. 83.

GORGAS GARCÍA, Javier; CARDIEL LÓPEZ, Nicolás y ZAMORANO CALVO, Jaime. Estadística básica para estudiantes de ciencias. España: Universidad Complutense, 2009. 47 p. ISBN: 978-84-691-8981-8.

HILLIER, Frederick y LIEBERMAN, Gerald. Introducción a la investigación de operaciones. 6 ed. México D.F.: McGraw-Hill, 1999. 2 p. ISBN 970-10-1022-1.

JIMÉNEZ, A.M., GUERRERO, J., AMAYA, C.A. y VELASCO, N. Optimización de los recursos en los hospitales: revisión de la literatura sobre logística hospitalaria. En: Los cuadernos de PYLO - Logística Ahospitalria. Diciembre, 2007. 2 p.

JIN, Xianfei, SIVAKUMAR, Appa Iyer y LIM, Sing Yong. A Simulation based analysis on reducing patient waiting time for consultation in an outpatient eye clinic. En: Winter Simulation Conference. 2013. p. 2192-2203.

La información vista en el cálculo del tamaño de la muestra, es tomada de la Página Web de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática de Thales. Disponible en Internet:< http://thales.cica.es/>.

MINISTERIO DE SALUD. Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud: Ministerio de la protección social. 2005 ed. Bogotá D.C., Noviembre, 2005. 20.p. ISBN 958-97166-4-4.

MINSALUD. Decreto 1011 de 2006. Por el cual se establece el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención de Por el cual se establece el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención. Bogotá D.C.: MINSALUD, 3 de abril de 2006.

REVECO, Carlos y WEBER, Richard. Gestión de capacidad en el servicio de urgencia en un hospital público. En: Revista Ingeniería de Sistemas. Septiembre, 2011. Vol. 24, p 57-75.

VARGAS, C., BARRERA, D., AMAYA, C.A. y VELASCO, N. Caracterización y Análisis del Proceso de Facturación de una Clínica. En: Los cuadernos de PYLO - Logística Ahospitalria. Diciembre, 2008. 2 p.

VENEGAS, F., AMAYA, C.A. y VELASCO, N. Modelo de Simulación de eventos discretos del servicio del departamento de emergencias para un hospital. En: Los cuadernos de PYLO - Logística Ahospitalria. Julio, 2008. 2 p.

VILLAFRANCA, Rafael y ZÚNICA RAMAJO, Luisa. Métodos Estadísticos en Ingeniería. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2005. 103 p. ISBN 84-9705-727-9.

ZUBIETA, M.P., BARRERA, O.D., AMAYA, C.A. y VELASCO, N. Propuesta Metodológica para el cálculo de capacidades en un centro de salud. En Los Cuadernos de PYLO - Logística Ahospitalria. Diciembre, 2008. 2 p.