

UNIVERSIDAD DE LA SABANA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN GERENCIA DE INGENIERÍA

**INVESTIGACIÓN PARA MEJORAR EL ACCESO AL SISTEMA DE URGENCIAS DE
LA CLÍNICA UNIVERSIDAD DE LA SABANA UTILIZANDO SIMULACIÓN
DISCRETA**

Áreas de trabajo:

Ingeniería Industrial, Ingeniería de procesos, Urgencias medicas

Área de investigación

BOGOTÁ D.C, agosto de 2019

Documento Final

**INVESTIGACIÓN PARA MEJORAR EL ACCESO AL SISTEMA DE URGENCIAS DE
LA CLÍNICA UNIVERSIDAD DE LA SABANA UTILIZANDO SIMULACIÓN
DISCRETA**

**SERGIO RODRIGUEZ GIL
FRANCISCO ROA**

**Director De Proyecto:
LUIS CARLOS RABELO, PhD.**

**Codirector De Proyecto:
Dr. JORGE SALCEDO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GERENCIA DE LA INGENIERÍA
BOGOTÁ D.C, agosto de 2019**

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	11
2.	TÍTULO	11
3.	INTRODUCCIÓN	12
4.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
4.1.	Contexto.....	12
4.2.	Ubicación del problema	13
4.3.	Preguntas de investigación.....	14
5.	JUSTIFICACIÓN	14
6.	MARCO TEÓRICO.....	14
6.1.	Marco Conceptual.....	14
6.1.1.	Análisis de datos	17
6.1.1.1.	Manejo de valores atípicos.....	17
6.1.1.2.	Diagramas de cajas o bigotes	18
6.1.1.3.	Pruebas de DIXON	19
6.1.1.4.	Pruebas de GRUBBS	20
6.1.2.	Pruebas de bondad de ajuste	20
6.1.2.1.	Pruebas de Chi Cuadrado	20
6.1.2.2.	Prueba de Kolmogórov-Smirnov	21
6.1.3.	Tamaño de la muestra para la simulación	22
6.1.4.	Metodología Lean Six Sigma.....	23
6.1.4.1.	Cinco principios de LEAN.....	23
6.1.4.2.	Six Sigma	24
6.1.4.3.	Mapa de procesos.....	26
6.2.	Estado del arte.....	26
6.2.1.	Uso tecnológico.....	26
6.3.1.	Metodología Lean	28
6.3.2.	Six Sigma y Simulación discreta	30
7.	OBJETIVOS	33
7.1.	Objetivo General.....	33
7.1.	Objetivos Específicos.....	33
8.	METODOLOGÍA	34
9.	DESARROLLO	36

9.1. Caracterizar las variables principales de los procesos de urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana.....	36
9.1.1. Descripción del proceso actual	36
9.1.1.1. Digiturno.....	36
9.1.1.1.1. Tipo de población.....	37
9.1.1.1.2. Tipo de aseguradora	38
9.1.1.2. Admisiones.....	39
9.1.1.2.1. Recursos	39
9.1.1.3. Triage	39
9.1.1.3.1. Recursos	40
9.1.1.4. Autorizaciones	40
9.1.1.4.1. Recursos	41
9.1.1.5. Consulta General.....	41
9.1.1.5.1. Recursos	42
9.1.1.6. Procedimientos.....	42
9.1.1.6.1. Recursos	43
9.1.1.7. Observación	44
9.1.1.7.1. Recursos	44
9.1.1.8. Reanimación.....	45
9.1.1.8.1. Recursos	45
9.1.1.9. Cierre de Enfermería.....	46
9.1.1.10. Facturación.....	46
9.1.1.10.1. Recursos	46
9.1.2. Desarrollo de mapa de proceso	46
9.1.3. Análisis de datos Año 2017	49
9.1.3.1. Tiempo de llegada de pacientes para el año 2017.....	49
9.1.3.1.1. Pacientes ingresando por puerta principal.....	49
9.1.3.1.2. Comprobación de estacionalidad	52
9.1.3.1.3. Pacientes ingresando por ambulancia	53

9.1.3.2.	Tipos de convenios Año 2017.....	55
9.1.3.3.	Tipos de contrato Año 2017.....	56
9.1.3.4.	Tipos de población y contrato Año 2017.....	57
9.1.3.5.	Tipos de Triage Año 2017.....	58
9.1.3.5.1.	Pacientes ingresando por puerta principal.....	58
9.1.3.5.2.	Pacientes ingresando en Ambulancia.....	59
9.1.3.6.	Rutas después de consulta.....	60
9.1.3.7.	Exclusiones del modelamiento.....	61
9.1.3.8.	Ajuste de tiempos de procesamiento a distribuciones estadísticas.....	62
9.1.4.	Modelamiento del sistema actual.....	65
9.1.5.	Comprobación del modelo.....	66
9.1.5.1.	Cualitativa.....	66
9.1.5.2.	Cuantitativa.....	67
9.1.5.2.1.	Medidas de desempeño.....	68
9.1.5.2.2.	Número óptimo de corridas.....	68
9.1.5.2.1.	Tiempo de precalentamiento del modelo.....	68
9.1.5.2.1.	Validación.....	71
9.2.	Elaborar un plan de optimización para urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana basados en la metodología simulación discreta.....	73
9.2.1.	Planteamiento de escenarios para optimización.....	73
9.2.1.1.	Escenario 1 La división de tareas puede mejorar el rendimiento. (Principio 12).....	73
9.2.1.2.	Escenario 2 Trabajadores flexibles mejoran el rendimiento. (Principio 13).....	75
9.2.1.3.	Escenario 3 Reducir el número de pasos de procesos mejora el rendimiento. (Principio 18)	77
9.2.1.4.	Escenario 4 Consolidación de los escenarios 2 y 3.....	80
9.2.2.	Desarrollo de mapa de proceso del sistema optimizado.....	81
9.2.3.	Discusión de resultados.....	82
10.	CONCLUSIONES.....	83
11.	CONTRIBUCIONES.....	84
12.	LIMITACIONES y FUTURAS INVESTIGACIONES.....	85

13. REFERENCIAS.....	86
14. ANEXOS	89
14.1. Encuestas.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de funcionamiento del servicio de Urgencias	15
Figura 2 Distribución porcentual de personas según opinión sobre la calidad del servicio de la entidad de seguridad social en salud a la que está afiliado 2015 - 2016 Total nacional.....	16
Figura 3 Diagrama de cajas y bigotes	18
Figura 4 Símbolos básicos para mapas de procesos Lean Six Sigma	26
Figura 5 Diagrama de funcionamiento del servicio de Urgencias	28
Figura 6 Digiturno pantalla de Bienvenida y Documento de identidad.....	37
Figura 7 Digiturno pantalla de grupo poblacional	37
Figura 8 Digiturno pantalla aseguradora.....	38
Figura 9 Turno de llamado.....	38
Figura 10 Mapa de procesos simplificado	47
Figura 11 Mapa de procesos	48
Figura 12 Diagrama promedio de llegada de pacientes por día en rango de horas específico.....	50
Figura 13 Diagrama desviaciones estándar de llegada de pacientes por días lunes a viernes en rango de horas específico.....	51
Figura 14 Diagrama desviaciones estándar de llegada de pacientes por fines de semana en rango de horas específico	52
Figura 15 Diagrama de variación del promedio de llegada de pacientes por hora en el año	52
Figura 16 Diagrama de variación del promedio de llegada de pacientes por hora en el mes	53
Figura 17 Diagrama promedio de llegada de pacientes en ambulancia por día en rango de horas específico	54
Figura 18 Diagrama promedio de llegada de pacientes en ambulancia por día.....	55
Figura 19 Diagrama tipos de convenios.....	55
Figura 20 Diagrama tipos de contrato.....	57
Figura 21 Diagrama para las entidades	58
Figura 22 Diagrama tipos de Triage	59
Figura 23 Diagrama tipos de Triage pacientes en ambulancia	60
Figura 24 Diagrama porcentual de ruta después de consulta.....	61
Figura 25 Diagrama de exclusiones.....	61
Figura 26 Modelo Actual	65
Figura 27 Grafico resultado encuestas	67
Figura 28 Tiempo promedio de atención por tipo de paciente.....	69

Figura 29 Tiempo promedio en el sistema por tipo de paciente	69
Figura 30 Cantidad de pacientes en espera por proceso	70
Figura 31 Modificación process Map Escenario 1.....	74
Figura 32 Modificación process Map Escenario 2.....	76
Figura 33 Modificación process Map Escenario 3.....	78
Figura 34 Process Map optimizado.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Prueba de Dixon de acuerdo con el tamaño del conjunto de datos	19
Tabla 2 Relaciones de pruebas de Dixon	19
Tabla 3 Prueba de GRUBBS.....	20
Tabla 4 Metodología.....	35
Tabla 5 Tipos de población.....	37
Tabla 6 Tipos de aseguradora	38
Tabla 7 Recursos proceso Admisiones	39
Tabla 8 Recursos proceso Triage	40
Tabla 9 Salidas proceso Autorizaciones	41
Tabla 10 Recursos proceso Autorizaciones	41
Tabla 11 Salidas proceso Consulta General.....	42
Tabla 12 Recursos proceso Consulta General Adultos	42
Tabla 13 Recursos proceso Consulta General Pediatría	42
Tabla 14 Salidas proceso Procedimientos.....	43
Tabla 15 Recursos proceso Procedimientos Adultos	43
Tabla 16 Recursos proceso Procedimientos Pediatría	43
Tabla 17 Salidas proceso Observación	44
Tabla 18 Recursos proceso Observación Adultos.....	44
Tabla 19 Recursos proceso Observación Pediatría	44
Tabla 20 Salidas proceso Reanimación	45
Tabla 21 Recursos proceso Reanimación Adultos.....	45
Tabla 22 Recursos proceso Reanimación Pediatría	46
Tabla 23 Recursos proceso Facturación.....	46
Tabla 24 Promedio y desviaciones estándar cantidad de pacientes ingresando al sistema.....	49
Tabla 25 Promedio y desviaciones estándar cantidad de pacientes ingresando al sistema.....	54
Tabla 26 Tipos de convenios Año 2017.....	55
Tabla 27 Tipos de contrato discriminado Año 2017.....	56
Tabla 28 Tipos de población y contrato Año 2017.....	57
Tabla 29 Tipos de Triage Año 2017	58
Tabla 30 Tipos de Triage en ambulancia Año 2017	59
Tabla 31 Rutas después de consulta.....	60
Tabla 32 Ajuste estadístico para tiempos de procesos	62

Tabla 33 Resultado Encuestas.....	66
Tabla 34 Resumen datos año 2017	71
Tabla 35 Validación del modelo	71
Tabla 36 Revisión procesos relevantes MenorPos.....	72
Tabla 37 Verificación comportamiento medida de desempeño sin compartir recursos.....	73
Tabla 38 Resultados Escenario 1	74
Tabla 39 Resultados Escenario 2	76
Tabla 40 Resultados Escenario 3	78
Tabla 41 Tiempos de espera Prepagada.....	79
Tabla 42 Resultados Consolidado.....	80

1. RESUMEN

La salud es un punto neurálgico y una parte importante del producto interno bruto (PIB) de cualquier nación, por tal motivo cualquier esfuerzo para reducir costos y mejorar el servicio de atención en salud, siempre es un paso relevante al camino del desarrollo de un país. Una de las metodologías en las que se busca basar el proyecto es simulación discreta, el cual, a pesar de ser una metodología perseverante, optimiza procesos y por lo tanto reduce de costos y trae felicidad o satisfacción del cliente, muchos de los trabajos realizados hasta el momento se concentran en la aplicación de la metodología Lean Six Sigma sin un proceso de simulación anterior o posterior para poder ver realmente resultados a largo plazo. La simulación realmente ayudara a entender el comportamiento real de los procesos y mostrara un modelo aproximado de como la metodología se comportaría en el estudio, comparando el antes y después de ser aplicada.

El proceso inicial llevo a una serie de entrevistas con personal experto en el campo de urgencias médicas, para lograr plasmar en un Process Map los elementos relevantes para el estudio posterior. Paralelamente, se analizó información proporcionada por el departamento de tecnología de la Clínica Universidad de la Sabana, esto genero un robusto análisis estadístico para poder encontrar los patrones de comportamiento para cada proceso. Una vez depurados los datos y el Process Map se procedió a la simulación del sistema actual, donde se contemplaron dos tipos de validación para el modelo, una cualitativa y una cuantitativa. La validación del modelo permitió proceder a plantear escenarios alternativos de optimización del modelo, buscando reducir el tiempo en el sistema y la cantidad de pacientes atendidos. Estos modelos lograron una reducción hasta de un 22% en el tiempo que podría un paciente estar en el sistema.

Este trabajo podrá ser la base para la implementación para futuros estudios en hospitales y clínicas de alta demanda ya que se esperan resultados antes de su aplicación por medio de la simulación y podría complementarse con el uso de la metodología Lean Six Sigma, esto a manera de ayuda para planteamientos de mejora en lugares específicos.

2. TÍTULO

Investigación para mejorar el acceso al sistema de urgencias de la Clínica Universidad de la Sabana utilizando simulación discreta.

3. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo busca construir un plan de mejora para un campo de gran sensibilidad en cualquier país o ciudad como lo es el contexto médico. Más particularmente se concentra en los procesos de urgencias médicas en el Hospital Universitario de la Sabana. Teniendo en cuenta que el campo de la salud es uno de los de mayor inversión anual que presenta el país. Además de ser un servicio de atención primaria de gran prioridad por ello da pie a un análisis y planteamiento de solución de problemas de mayor calidad.

La primera metodología es la simulación discreta, una técnica informática de modelamiento de sistemas dinámicos que facilitan el control de las variables en un tiempo definido. Para el caso de investigación se selecciona el software SIMIO que tiene una programación orientada a objetos para su fácil entendimiento.

La segunda metodología que hoy por hoy es de gran aplicabilidad especialmente en la industria son las técnicas Lean Six Sigma que justamente está diseñada para la mejora de procesos y centrada en la reducción de la variabilidad; consiguiendo la disminución de fallas o defectos que puedan traer la entrega de un producto o servicio.

Se busca la comprobación virtual de la aplicabilidad de mejoras planteadas por medio de la técnica de simulación discreta y más precisamente con el software SIMIO, buscando que la aplicabilidad del proyecto no sea invasiva en el proceso actual.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1. Contexto

El campo de la salud en Colombia ha sido señalado gran cantidad de veces por su calidad, la Defensoría del pueblo ha encontrado que en diez hospitales analizados en Bogotá hay pacientes que permanecen de 8 a 12 días en procesos de observación cuando debería ser solo 12 horas, (Pueblo, 2014).

Para el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas de Colombia, DANE las últimas encuestas de satisfacción en el campo de Salud realizado para el año 2016, dieron como resultado que el 74.4% de los pacientes en general opinaron que la calidad del servicio de la entidad a la que se encuentran afiliados es buena, (DANE, 2017).

El planteamiento de la medición de la calidad se queda como un simple indicador de la propia satisfacción, ya que en las encuestas realizadas no se cuantifica la calidad del servicio. Por lo que se crea un bache entre la satisfacción como indicador y la calificación de la calidad del servicio, (Salazar, Ard, & Navarro, 2008) Los centros médicos hacen grandes esfuerzos por prestar un mejor servicio, pero el índice de usuarios es cada vez mayor. El aumento de usuarios deja al descubierto sitios o procesos críticos dentro de su funcionamiento potencialmente de mejora, uno de ellos es el proceso para la solicitud de un servicio de urgencia médica conlleva una evaluación de la prioridad de la urgencia, este proceso es denominado Triage, que es realizado por un profesional médico quien, de acuerdo a una sintomatología dada y a unos criterios establecidos, asigna un nivel de urgencia.

Este proceso trae grandes congestiones en los centros médicos, debido a que la cuantía de las solicitudes que no necesitan atención inmediata se va acumulando desbordando las capacidades instaladas de los centros de atención de urgencias y generando inconformidades en el servicio de atención.

Un punto importante es que el sistema de urgencias es un servicio de atención primaria, los que trae consigo la restricción de que cualquier intervención debería ser en lo posible no invasiva, para que no afecte el día a día de la operación, de ahí, que se plantea la posibilidad de integrar metodologías de simulación discreta y Lean Six Sigma para los procesos de urgencias médicas y eventualmente generando un mejor servicio para las entidades prestadores de salud en Colombia.

4.2. Ubicación del problema

Esta investigación tiene como foco la Clínica Universidad de la Sabana, ubicado en el Kilómetro 7, Autopista Norte de Bogotá. Chía, Cundinamarca, Colombia. Presta atención en cerca de 10 servicios específicos, los cuales son: Rehabilitación, Cirugía, Urgencias 2 horas, Unidad para el manejo de la pareja infértil, Hospitalización, Farmacología, Imágenes Diagnosticas, Consulta externa, Laboratorio clínico, prevención y cuidado de lesiones de piel, entre otros.

Particularmente se trabajará los servicios de urgencias médicas, que como unidad cuenta con salas de espera, sala de reanimación, duchas de descontaminación, salas de rehidratación oral, salas de enfermedad respiratoria aguda, salas de procedimientos menores, servicios de apoyo diagnóstico, etcétera.

El sistema está dividido en dos grandes ramas, los cuales son atención pediátrica y prepagada, y por otro lado adultos pertenecientes al plan post.

4.3. Preguntas de investigación

¿Cómo podría la metodología simulación discreta optimizar los procesos de urgencias médicas en la clínica Universidad de la Sabana?

5. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfoca en el proceso de atención de urgencias médicas, actualmente los centros de atención no tienen la capacidad instalada para la atención de los pacientes que solicitan este servicio, por ello, se propone la aplicación de la metodología Simulación Discreta para evitar la congestión en estos centros de atención, optimizando los recursos de los centros médicos y dándole una atención de calidad a los usuarios.

La nueva era tecnológica nos facilita la aplicabilidad de metodologías diseñadas y probadas en diferentes campos. Hoy por hoy Colombia está integrando todos estos modelos en algunos de sus procesos especialmente en la industria. Ya que el campo médico ha sido tan sensible, el impacto del uso de estas metodologías para agilizar procesos de urgencias médicas traería consigo innumerables beneficios. Además de ser un procedimiento no invasivo para no afectar la operación del sistema.

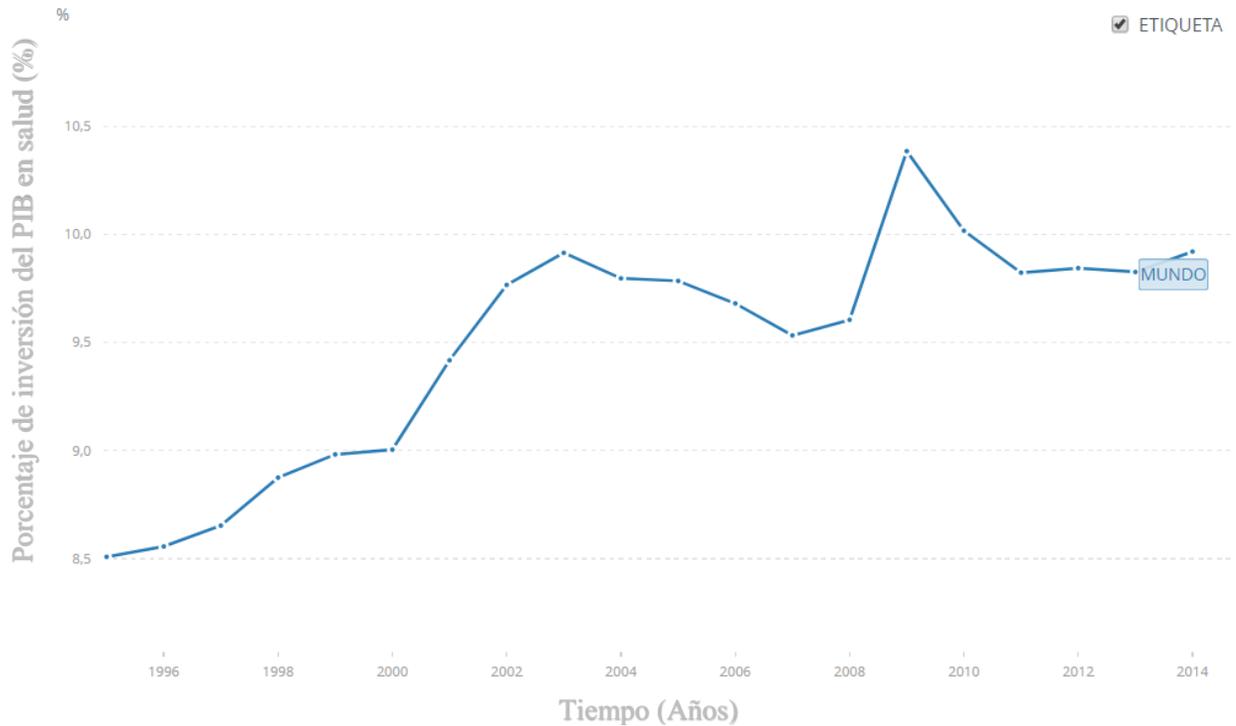
El tener salas de espera sin congestiones, permitiría una mejor atención y calidad para los pacientes, un mejor uso de los recursos disponibles, tiempo disponible para ser usado en pacientes con problemas críticos, mejores decisiones de los profesionales, acceso a más población al derecho de la salud y lo más importante el trato humano a todos los usuarios.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Marco Conceptual

Colombia para el año 2014 invertía el 7.2% de su PIB para salud y la tendencia desde 1996 a 2014 es que el mundo va en el alza este gasto para cada país; (ver gráfico(Salud, 2015)), en estas condiciones se puede indicar que la mayoría de los centros de salud a nivel mundial podrán sobrevivir si sus servicios y procesos son manejados de manera eficiente, por tal razón estos centros están buscando la forma de dar un mejor servicio con menores costos, (Escuder, Tanco, & Santoro, 2015)

Figura 1 Diagrama de funcionamiento del servicio de Urgencias

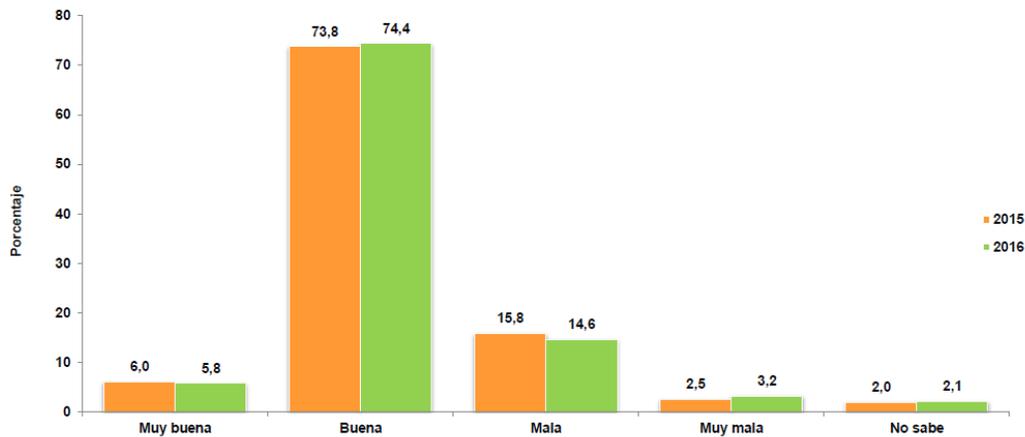


Fuente: (Rafols Crestani et al., 2014).

De ahí que el sistema incluya una gran cantidad de solicitudes en el país tanto como en la ciudad de Bogotá, además de la necesidad de los usuarios de que sean atendido de una manera digna. Según un estudio realizado por medicina familiar y Comunitaria en Girona España y titulado “Gestión de la demanda de urgencias: ¡Quiero que el médico me vea ahora! ¿Cómo lo hacemos?”, el 41% de las consultas al proceso de Triage pueden ser resueltas por enfermeras (19% durante la visita y 22% agendando citas para que un médico atendiera otro día). El 53% de las demandas requieren visita médica. Y el 6% permanecieron ausentes, (Rafols Crestani et al., 2010).

Pero en contradicción con lo que se cree, según las últimas encuestas realizadas por Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas de Colombia, DANE. EL 74.4% de los usuarios de seguridad social opinaron que la calidad del servicio de la entidad a la que se encuentran afiliados es buena, (DANE, 2017), el resumen de la encuesta se encuentra graficado a continuación:

Figura 2 Distribución porcentual de personas según opinión sobre la calidad del servicio de la entidad de seguridad social en salud a la que está afiliado 2015 - 2016 Total nacional



Fuente: DANE ECV 2015 - ECV 2016.

Variaciones estadísticamente significativas solo para opciones "buena" y "mala".

Fuente: (DANE, 2017)

Estas encuestas están delimitadas por tiempos específicos, ya sea para el último año o los últimos meses, además de referirse netamente a un problema concreto, esto trae consigo algunas limitaciones ya que se centra solo en la satisfacción como un indicador y no como una medida real de la calidad del servicio prestado. La categorización de los rangos de las respuestas como lo son Muy Buena, Buena, Mala Muy Mala y No sabe, como escala de evaluación usada, demuestra que se está evaluando la satisfacción. Debido a la generalidad de la pregunta no responde una calificación de un servicio.

La calificación de la calidad de un servicio es un proceso cognitivo que viene de la evaluación de experiencias reales y posteriormente una evaluación de este, además de incluir un alto grado de expectativa. Lo que quiere decir que mientras no se haya incurrido en una mala situación, el paciente no va a expresar insatisfacción en el servicio, inclusive si la atención no fuera de buena calidad. (Salazar et al., 2008).

Una muestra clara de la baja calidad del servicio en general de Colombia es la baja capacidad instalada 15 camas comparada con la región de las Américas un promedio de 24 y la de Europa un promedio de 60. Del total de camas donde el 57% le pertenecen al sector privado, 41% al sector público, y el 2% eran mixtas, (Bonet-Morón & Guzmán-Finol, 2015).

El cómo cada persona se sienta a nivel salud va directamente relacionado a una mejor calidad de vida, por esta razón el estado subjetivo de cada persona es muy importante y uno de los factores que lo influye directamente son los procesos de urgencias, este puede ser a llegar a tener un punto de importancia tan alto como el nivel de ingreso y los estados de ánimo, (Bonet-Morón & Guzmán-Finol, 2015).

Todo esto porque no se ha llegado a mejorar el acceso efectivo y por su puesto la calidad del servicio de salud. Un estudio realizado para la revista *International Journal of Emergency Medicine*, titulado “Emergency department characteristics and capabilities in Bogotá, Colombia” concluye que los servicios de urgencias en Bogotá tienen altos volúmenes y largos tiempos de espera, entre ellos una media de 50 000 visitas al año, que en detalle corresponde a 569 visitas por cada 1 000 habitantes y permanencias en centros médicos de alrededor 6 horas en promedio, (Bustos et al., 2015).

Unos de los tantos factores que hacen que un paciente solicite el servicio de urgencia médica por cuenta propia fueron analizados y entregados en cuatro puntos de gran importancia que será detallados a continuación:

- Los servicios de urgencias presentan una mejor capacidad, uso y gestión de medios técnicos.
- Comodidad en cuanto a tiempo, disponibilidad y accesibilidad al servicio.
- Búsqueda de una segunda opinión médica.
- Alto nivel de preocupación por la “gravedad” del problema de salud, entre otros, (Espinel, Romero, Fernandez, Torres, & D’Antonio, 2015).

6.1.1. Análisis de datos

6.1.1.1. Manejo de valores atípicos

Un problema frecuente a la hora de analizar datos es localizar datos atípicos o datos que presentan inconsistencia en su comportamiento con respecto a los demás. El problema relevante es que hacer con los mismos, si se eliminan o se continua con su análisis. No es una decisión que deba ser tomada arbitrariamente, ya que la decisión de eliminar estos datos puede generar pérdida de información y por otro lado la aceptación de estos puede llegar a corromper los análisis.

Existen varios métodos para analizar la existencia de valores atípicos, además de aceptarlos o no en los análisis pertinentes. El primero de ellos es un análisis cualitativo de los datos, para ello se utilizan diagramas de cajas o bigotes, los otros dos métodos son métodos cuantitativos donde se debe generar una hipótesis para aceptarla o refutarla, estos dos métodos son conocidos como prueba de Dixon y Prueba de Grubbs. (ASTM International - Standards Worldwide, 2008)

6.1.1.2. Diagramas de cajas o bigotes

Los diagramas de cajas o bigotes son representaciones graficas de una distribución de datos que nos permite deducir superficialmente el comportamiento de estos. Estos diagramas nos permiten de una forma cualitativa tomar una decisión sobre el comportamiento de los datos. Los diagramas de cajas o bigotes se componen de 3 elementos básicos denominados cuartiles.

Q_1 = Valores mayores al 25% de los datos de la distribución

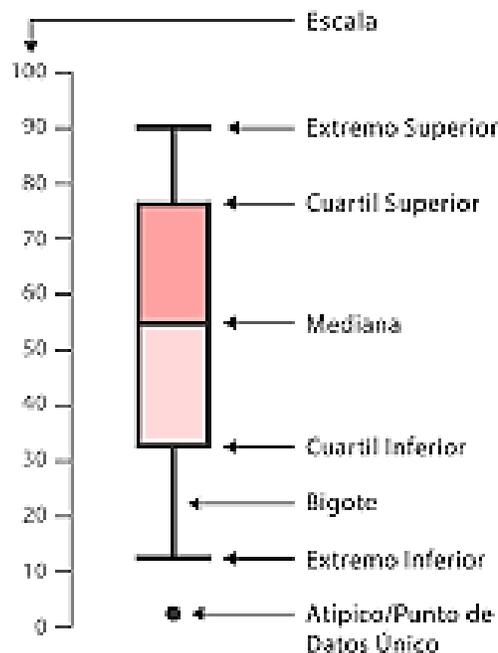
Q_2 = La mediana de la distribución

Q_3 = Valores mayores al 75% de los datos de la distribución

Extremo Superior = Valor máximo

Extremo Inferior = Valor mínimo

Figura 3 Diagrama de cajas y bigotes



Fuente: (Severino Ribbecca, 2014)

Todos los datos que se encuentren entre el cuartil superior o cuartil tres y el extremo, y en su defecto todos los datos que se encuentren entre el cuartil inferior o cuartil uno y el extremo son datos que podrían tomarse como atípicos de una manera cualitativa, para ello se recomienda que si en la diagramación se encuentran datos atípicos pasar a realizar una prueba o prueba de análisis cuantitativo. (Spiegel & Stephens, 2009)

6.1.1.3. Pruebas de DIXON

La prueba de Dixon para datos atípicos trabaja con una relación entre el espaciamiento de datos con la cantidad de datos en otras palabras relaciones los valores máximo o mínimo con su vecino más cercano. Los pasos son los siguientes.

- Los datos deben estar organizados de forma ascendente.
- Calcular el valor de Dixon dependiendo del tamaño de la muestra. (Amón, 2010a)

Tabla 1 Prueba de Dixon de acuerdo con el tamaño del conjunto de datos

Numero de datos	Relación por calcular
n=3 a 7	r_{10}
n=8 a 10	r_{11}
n=11 a 13	r_{21}
n=14 a 24	r_{22}

Fuente: (John K. Taylor, 2004)

Tabla 2 Relaciones de pruebas de Dixon

R	Si x_n es sospechoso	Si x_1 es sospechoso
r_{10}	$\frac{(x_n - x_{n-1})}{(x_n - x_1)}$	$\frac{(x_2 - x_1)}{(x_n - x_1)}$
r_{11}	$\frac{(x_n - x_{n-1})}{(x_n - x_2)}$	$\frac{(x_2 - x_1)}{(x_{n-1} - x_1)}$
r_{21}	$\frac{(x_n - x_{n-2})}{(x_n - x_2)}$	$\frac{(x_3 - x_1)}{(x_{n-1} - x_1)}$
r_{22}	$\frac{(x_n - x_{n-2})}{(x_n - x_3)}$	$\frac{(x_3 - x_1)}{(x_{n-2} - x_1)}$

Fuente: (John K. Taylor, 2004)

Si el valor de r calculado es mayor que el valor tomado como crítico de la tabla anterior se puede concluir que el dato es un dato atípico.

Para tener en cuenta que es un método que es confiablemente usado para muestras entre 3 y 30 datos, existen métodos donde puede elevarse la cantidad de datos de la muestra a máximo 200 datos, estos métodos incluyen el valor R de error. (Amón, 2010b)

6.1.1.4. Pruebas de GRUBBS

Al igual que la prueba de Dixon, la prueba de Grubbs es una la prueba estadística para detectar valores atípicos para una muestra de datos, para aplicar la prueba es necesario realizar los siguientes pasos:

- Los datos deben estar organizados de forma ascendente.
- Decidir hacía que extremo están los valores sospechosos.
- Calcular promedio y desviación estándar del conjunto de los datos.
- Calcular T si se considera el primer o ultimo valor sospechoso. (Amón, 2010b)

Tabla 3 Prueba de GRUBBS

Si	Relación por calcular
X_1 , es sospechoso	$T = \frac{\bar{x} - x_1}{s}$
X_n , es sospechoso	$T = \frac{x_n - \bar{x}}{s}$

Fuente: (John K. Taylor, 2004)

6.1.2. Pruebas de bondad de ajuste

6.1.2.1. Pruebas de Chi Cuadrado

La prueba de Chi Cuadrado cambia la perspectiva para inferir sobre una muestra, no teniendo en cuenta unos intervalos como son la media y la desviación con esta prueba se examina todas las distribuciones y la relación ente ellas, haciendo esto los datos no resumidos de una sola medida al contrario todos los datos son tenidos en cuenta basados en la distribución de datos de la variable de esta manera se puede inferir sobre la naturaleza de la distribución obtenida. La prueba de Chi cuadrado esta entre los más usados y más conocidas pruebas de estadística, las asunciones sobre los cuales estas pruebas son basados son mínimos, sin embargo, un mínimo de tamaño de la muestra es usualmente requerido. Las variables pueden ser examinadas a nivel nominal, ordinal, intervalo o ratio.

Dos tipos de pruebas podemos ver con Chi Cuadrado el de bondad y ajuste que es el que no interesa y la prueba de Chi Cuadrado de independencia de dos variables, pero solo mencionaremos el primer test ya que es el que utiliza el software para realizar sus pruebas. Los datos obtenidos de la muestra se conocen como el número de casos observados, estos son las frecuencias de ocurrencia para cada categoría dentro de la cual la data ha sido agrupada. En la prueba Chi Cuadrado, la hipótesis de nulidad hace una afirmación con

respecto cuantos casos se esperan en cada categoría si esta hipótesis es correcta. Chi Cuadrado estadísticamente es definido como: (Gingrich, 1992)

$$x^2 = \sum_i \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde O_i es el número de casos observados en la categoría i , y E_i es el número de casos esperado en la categoría i , en palabras es la suma de los observados menos los esperados al cuadrado dividido por los esperados. Una prueba de bondad de ajuste entre las frecuencias observadas y esperadas, donde x^2 es un valor de un variable aleatoria cuya distribución muestral se aproxima muy cerca con la distribución Chi cuadrada con $v = K - 1$ grados de libertad” (Walpole, Myers, Myers, & Keying, 2012)

La prueba de bondad y ajuste inicia con la hipótesis que la distribución de una variable comporta en una manera particular, mientras no hay una afirmación general para cubrir todas estas posibilidades, lo que es común para todos es que se ha visto sobre la naturaleza de la distribución completa de datos. La manera en que la prueba funciona es determinando cuantos casos podría haber para cada categoría si los datos en la muestra fueran distribuidos exactamente de acuerdo con la afirmación.

La prueba es usada para determinar si una población tiene una distribución teórica específica, como se ha mencionado arriba se basa en tan buen ajuste se tiene entre la frecuencia de ocurrencia de las observaciones en la muestra observada y las frecuencias esperadas que se obtiene a partir de la distribución hipotética. Si las frecuencias observadas están cerca de las frecuencias esperadas el valor x^2 será pequeño lo que indica un buen ajuste, si por el contrario difieren de las frecuencias esperadas el valor x^2 será grande y no se ajustará por lo que dará un rechazo a la hipótesis. (Walpole et al., 2012)

6.1.2.2. Prueba de Kolmogórov-Smirnov

Esta prueba también conocida como K-S, es una prueba donde se verifica si los datos de la muestra proceden de una distribución normal, se emplea para variables continuas y cuando el tamaño de la muestra es mayor de 50.

Otro de las pruebas más populares de bondad y ajuste es Kolmogórov-Smirnov. Dando la distribución acumulativa de la función $F0(x)$ de la hipotetizada distribución y la función de distribución empírica $Fdata(x)$ de los datos observados, la prueba estadística es dada por:

$$D = \sup x |F_0(x) - F_{data}(x)|$$

En el momento que F_0 es continuo, la distribución D no depende sobre la distribución hipotetizada por tal razón esto se vuelve un método muy llamativo desde el lado computacional. La prueba cuantifica la distancia entre la distribución empírica de la muestra y la función de distribución acumulativa de la distribución de referencia, la prueba puede ser modificada para servir como prueba de bondad y ajuste. (Gingrich, 1992)

6.1.3. Tamaño de la muestra para la simulación

El intervalo de confianza para un estimador puntual puede servir como base para determinar cuántas observaciones se tienen en la muestra. De la ecuación (3.12), la cantidad

$$h = t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Se llama la mitad del ancho del intervalo de confianza. Puede colocar un límite, E , en el medio ancho seleccionando un tamaño de muestra que satisfaga:

$$h = t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}} \leq E$$

Desafortunadamente, $t_{\alpha/2, n-1}$ depende de n , y por lo tanto es una ecuación interactiva. Es decir, debe probar diferentes valores de n hasta que se cumpla la condición. Alternativamente, el tamaño de muestra requerido puede ser aproximado utilizando la distribución normal. Resolución de la siguiente para n campos.

$$n \geq \left(\frac{t_{\alpha/2, n-1} s}{E} \right)^2$$

A medida que n crece, $t_{\alpha/2, n-1}$ converge a la parte superior $100(1-\alpha/2)$ punto porcentual de la distribución normal estándar $Z_{\alpha/2}$. Esto arroja la siguiente aproximación:

$$n \geq \left(\frac{Z_{\alpha/2} s}{E} \right)^2$$

Esta ecuación generalmente funciona bien para n grandes, digamos $n > 50$. Ambos requieren un valor inicial para la desviación estándar. Para utilizar estos métodos, debe hacer una muestra piloto inicial (por ejemplo, = 5) para obtener una estimación inicial de la desviación estándar. Dado un valor para S , puede establecer

un límite de deseo y usar las fórmulas. El límite depende del problema y la medida del rendimiento y está bajo su control subjetivo. Debe determinar qué límite es razonable para su situación dada. Una cosa para recordar es que el límite está al cuadrado en el denominador para la evaluación n . Por lo tanto, valores muy pequeños de E pueden resultar en un tamaño de muestra muy grande. (Rossetti, 2015)

6.1.4. Metodología Lean Six Sigma

6.1.4.1. Cinco principios de LEAN

LEAN se basa en el principio de eliminar *muda*, es una palabra japonesa y significa desperdicio y para eso se debe aplicar un “antídoto” el cual es hacer más y más con menos y menos, en palabras más significativas buscamos tener menos esfuerzo humano, menos equipos, menos tiempo y menos espacio. Para esto es muy importante entender que es muda y LEAN lo define de la siguiente manera “Cualquier actividad la cual absorba recursos pero no cree valor, errores que requieran rectificación, producción de ítems que nadie quiera, pasos de procesamiento los cuales no son necesarios, movimiento de empleados y transporte de bienes de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas esperando que otras actividades terminen, servicio o bienes que no cumplen las necesidades de los clientes”, para poder eliminar muda LEAN define cinco principios los cuales ayudaran a reducir el desperdicio en todo momento sin bajar guardia.

- Valor
- Flujo de valor
- Flujo
- Pull
- Perfección

Valor: Se define el producto y después se determina un costo objetivo basado en las cantidades de recursos y esfuerzo requerido para hacer un producto dada una especificaciones y capacidades si todo el actual desperdicio fuera removido del proceso.

Flujo de Valor: Las actividades que no pueden ser medidas no pueden ser administradas apropiadamente, estas actividades necesarias para crear, ordenar y producir un producto específico los cuales no pueden ser precisamente identificados, analizados y vinculados juntos no pueden ser mejorados y eventualmente perfeccionados. Crear un mapa de valor identificando cada acción requerida para diseñar ordenar y hacer un producto específico, ordenando estas acciones en tres categorías (1) estas actividades que actualmente crean un valor específico percibido por el cliente. (2) Estas actividades las cuales no crean valor pero que

actualmente son requeridas para el desarrollo del producto y no pueden ser eliminadas en este momento.
(3) Las acciones las cuales no crean valor percibido por el cliente y pueden ser eliminadas inmediatamente.

Flujo: una vez el valor es definido y el flujo de valor es identificado es momento de concentrarse en el objeto específico de diseño, el específico orden y el producto en sí mismo y nunca dejarlo ir de vista desde el principio hasta su etapa final. El segundo paso el cual hace el primer paso posible es ignorar los límites tradicionales de los trabajos, carreras, funciones (frecuentemente organizadas como departamentos) y firmas y posicionar LEAN Enterprise, removiendo todos los impedimentos del flujo continuo de un producto específico o una familia de productos; el tercer paso es repensar el trabajo específico practica y herramientas para eliminar flujos hacia atrás, desperdicios y paradas así poder continuar con flujo continuos. Para esto en esta se pide rediseñar lo que son departamento en equipos de equipos de productos con todas las habilidades necesaria para conducir el valor usando una metodología llamada Quality Function Deployment (QFD), este método permite desarrollar equipos y estandarizar el trabajo, usando QFD se elimina la repetición de procesos y flujos hacia ataras el diseño nunca para y siempre va hacia adelante, una técnica que ayuda a que todo este justo a tiempo es TAK TIME la cual sincroniza la tasa de producción y la tasa de ventas , este tiempo debe ser ajustado ya que el número de ordenes puede aumentar.

Pull: En términos simples significa que nadie en producción debería producir un producto o servicio hasta el cliente pregunte por este. No hacer nada hasta que sea necesario después hacerlo muy rápido.

Perfección: Managers deben tener en mente lo que la perfección podría ser para esto deben aplicar los cuatro anteriores principios y tener en cuenta que no se está compitiendo únicamente contra sus rivales sino contra la perfección también, por lo que se debe ser capaz de conocer la distancia que hay entre la realidad y la perfección. (James P. Womack and Daniel T. Jones, 2003)

6.1.4.2. Six Sigma

La metodología Six sigma fue desarrollada por ingenieros de Motorola en 1980 quienes se centraron en desarrollar una serie de técnicas que reduce los defectos mediante la solución de problemas de manera efectiva. Sigma es un término estadístico que representa la desviación estándar, un indicador del grado de variación en un conjunto de medidas o un proceso. Por otro lado, la combinación de Six sigma es un concepto estadístico que mide un proceso en términos de defectos, en un nivel de Six sigma o seis sigmas hay solo 3.4 defectos por millón de oportunidades. Six sigma es también una filosofía de gerencia que se

concentra en la eliminación de los defectos enfatizando el entendimiento, la medición y la mejora de procesos.

En resumen, en varios puntos:

- Una base estadística de medida: 3.4 defectos por millón de oportunidades.
- Una filosofía y una meta: Tan perfecto como sea posible.
- Una metodología.
- Un símbolo de calidad.

La metodología está centrada en 5 fases o principios esenciales para la eliminación de los defectos, denominadas también DMAIC por sus siglas en inglés:

- Definir los proyectos, las metas y los entregables a los clientes (Interno y Externo).
- Medir el desempeño actual de los procesos.
- Analizar y determinar la causa raíz de los defectos.
- Mejorar el proceso para eliminar los defectos.
- Controlar la ejecución del proceso.

La fase de definir se debe determinar las metas del proyecto y los entregables que deben ir dirigidos a los clientes tanto internos como externos, en otras palabras, la fase de definir lista las metas para los proyectos de Six sigma. La fase de medida es donde se debe mapear los procesos de aplicación, se debe identificar uno o más características de los productos o servicios, evaluar las medidas del sistema y estimar una capacidad de base. Para la fase de analizar se debe evaluar y reducir las variables con análisis gráfico y pruebas de hipótesis e identificar los mínimos factores vitales para mejora del proceso. La fase de mejora se deben descubrir la relación entre las variables vitales, establecer tolerancias operacionales y validar las medidas. Y la última fase control determina la habilidad de controlar los factores vitales e implementar sistemas de control.

¿Porque se debería usar Six sigma?, la concentración del esfuerzo para eliminar las variaciones y los defectos traen consigo como resultado lo siguiente:

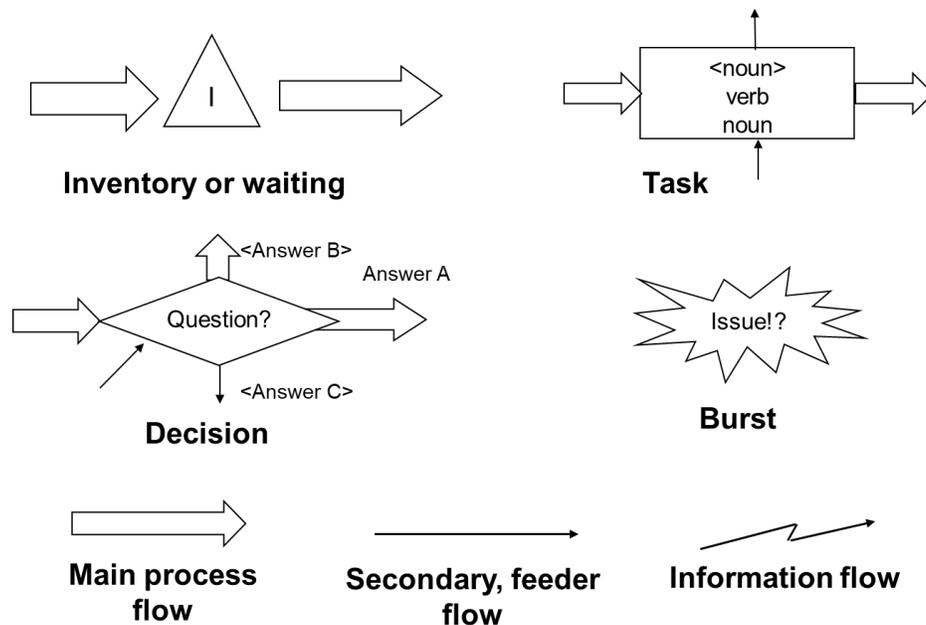
- Dinero.
- Satisfacción del cliente.
- Calidad.
- Impacto a los empleados.
- Crecimiento.

- Ventajas competitivas. (Brue, 2002)

6.1.4.3. Mapa de procesos

Dentro de la metodología hay diferentes símbolos básicos que ayudan a presentar un mapa de proceso acertado del sistema, Los símbolos básicos que son aprobados para los mapas de procesos en Lean Six Sigma son mostrados a continuación:

Figura 4 Símbolos básicos para mapas de procesos Lean Six Sigma



Fuente: Elaboración Propia

6.2. Estado del arte

6.2.1. Uso tecnológico

Se han planteado métodos para tratar de solventar esta falencia. Existen métodos para realizar un preanálisis de la solicitud de la urgencia, uno de ellos es el Triage telefónico que busca disminuir el número de visitas innecesarias al centro de atención para poder dedicar mayor atención a pacientes que requieran un servicio urgente. En Estados Unidos el 55% de los hospitales cuentan con un sistema de consulta telefónica, pero solo la mitad de ellos, el 22.5% establece de forma oficial quien debe responder las consultas, (Wood, 1986).

Para el estudio realizado en el Hospital de Cruces en Bilbao, España, el 81.7% de las consultas de urgencias fueron resultas bajo instrucciones telefónicas y manejadas domiciliariamente. Se insiste que el grado de error es alto y que existen una serie de condiciones para prevenir los riesgos en el proceso de Triage telefónico, el cual se describe a continuación:

- Sistema gestionado por personal entrenado.
- Sistema adecuado de recogida de datos (informatizado, que permita el acceso y análisis de la información almacenada).
- Datos básicos que se han de registrar: datos epidemiológicos, profesional que atiende la llamada, teléfono, motivo de consulta, recomendación que se da, preguntar siempre sobre enfermedades crónicas.
- Derivar al paciente para valoración ante cualquier problema serio.
- Garantizar la confidencialidad. (Fernández Landaluce et al., 2005).

Por otro lado se analiza el uso de los teléfonos móviles como métodos de consulta para los profesionales médicos argumentando que se mejora la calidad del servicio y la relación médico paciente, pero el estudio realizado por el departamento de informática en salud del Hospital de Buenos Aires, Argentina titulado “¿qué opinan los médicos acerca de la comunicación electrónica con sus pacientes?” concluye que el uso de esos sistemas no ayuda en el diagnóstico debido a que a su naturaleza subjetiva, puede traer consigo interpretaciones erróneas de sintomatologías, (Khorsadnia et al., 2014)

En Colombia ya se ha venido desarrollando soluciones para los problemas de saturación en las salas de urgencias, uno de ellos son las propuestas tecnológicas, en el artículo publicado en la Revista Cubana de información en Ciencias de Salud y titulado “Propuesta de una solución tecnológica como alternativa a los problemas de saturación en salas de urgencias de Bogotá, Colombia” se plantea un sistema no invasivo al sistema de urgencias actual que incluye dispositivos inteligentes para la medición de signos vitales, un sistema de telecomunicaciones y un servidor de procesamiento para analizar los datos, (Morales, Aranda, & Cala, 2016).

En este proceso se logró caracterizar en un diagrama el proceso que debe seguir un paciente durante su paso por el servicio de urgencia médica. El primer proceso es la autorización del servicio por parte de la EPS, el cual puede tardar entre 20 y 30 min, (Morales et al., 2016).

Una vez autorizado deberá pasar al primer filtro que es el Triage médico, donde le asignaran una prioridad a la urgencia. De ahí tendrá que esperar la consulta médica, quien dependiendo de su estado ordenara exámenes médicos y emitirá un diagnóstico.

El proceso termina con una solicitud de autorización para la EPS y la salida del usuario del sistema. El proceso se muestra a continuación en el diagrama propuesto, (Morales et al., 2016).

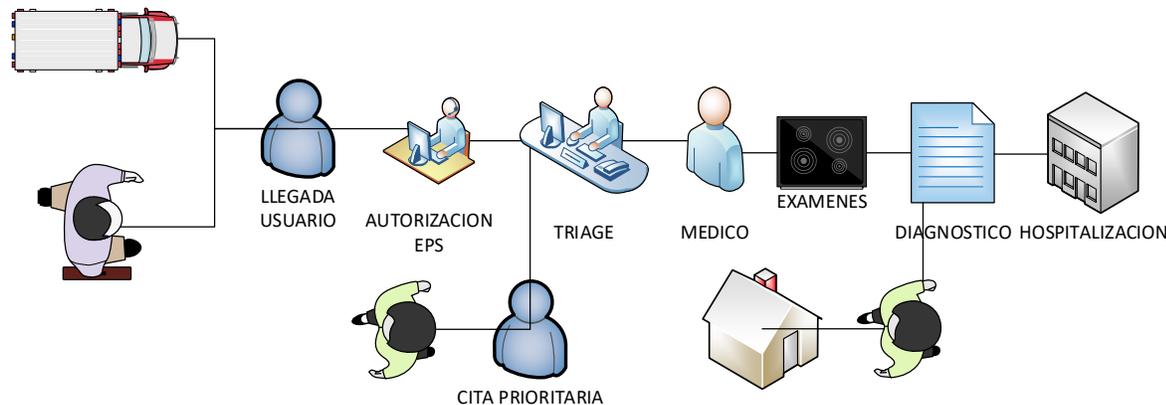


Figura 5 Diagrama de funcionamiento del servicio de Urgencias

Y se concluye el estudio dando como puntos importantes por resaltar del estudio los siguientes:

- Agilizar la consulta médica de urgencias.
- Conocer estados de empeoramiento del paciente.
- Lanzar alertas en caso de alteración de los signos vitales.
- Actualizar el Triage, lo que aportaría elementos para reducir errores en el diagnóstico.
- Conocer la ubicación del paciente en la sala de urgencias y evitar salidas no autorizadas.
- Centralizar la información de los servicios de urgencias y con esto facilitar la eficiencia en la asignación, (Morales et al., 2016).

6.3.1. Metodología Lean

Una constante en el mundo es la atención que los países vienen dando al aumento del gasto en salud, por tal razón en muchas partes del mundo se han venido aplicando teorías ágiles que son inicialmente aplicadas en industrias totalmente diferentes, a lo que es la salud hoy en día una de estas es Six Sigma, pero ¿Qué es Six Sigma? Son procesos altamente disciplinados que nos ayuda a enfocarnos sobre el desarrollo y entrega cercana a la perfección de productos y servicios, (Electric, 2015). Cuando mencionamos que es cercana a

la perfección es porque el proceso completo resulta con un 99.99966% de salidas aceptables. Por tal razón la técnica aplicada en procesos críticos ha tenido una alta aceptación, sin embargo, hay seis niveles de sigma en el cual cada una da un porcentaje de salidas aceptables a continuación el detalle, sigma uno 31%, sigma dos 69.2%, sigma tres 93.32%, sigma cuatro 99.379%, sigma cinco 99.977%, sigma seis 99.99966%. La mayoría de las compañías de EEUU están en un nivel 3 o 4, que viéndolo a simple vista no estaría mal pero si vamos a ver en procesos críticos nos deja mucho que pensar, como por ejemplo quedarnos con el 99.9% de aceptación en lugar de 99.9997% esto resultaría con 99.9% en 5400 bypass arteriales con falla o con 50 visas entregadas a personas peligrosas, pero si tomamos el nivel seis, esto daría como salida 18 bypass arteriales con falla o ninguna visa entregada a personas peligrosas, cambia drásticamente este resultado, esta es la mejor manera de ver el impacto de Six Sigma en la satisfacción del cliente y en calidad de producción o procesos.(Dirgo, 2006)

La filosofía de Six Sigma está relacionada para procesos estáticos de control, control estocástico (probabilidad) e ingeniería de procesos de control, adicionalmente requiere procesos, análisis de datos, optimización de métodos, lean manufacturing, experimento de diseño, análisis de varianza, métodos estadísticos, prueba-error, a tiempo y despacho a tiempo, reducción de desperdicio y consistencia. Todos estos procesos que continuamente mejoran la calidad del producto y máxima la productividad. Lean está asociado con velocidad, eficiencia y aceleración del proceso, por lo tanto, al integrar elementos de la metodología Lean con Six Sigma el cual carece de herramientas que controla y reducen el tiempo de entrega la retroalimentación será más rápido de lo planeado. La combinación de estas dos herramientas da como resultado la reducción de variación y un salto a estar por encima de los estándares, en otras palabras, la velocidad de Lean es fundida o embebida con los principios de Six Sigma, la integración de ambos conceptos entregara resultados más rápidos y alcanzara la mejor posición competitiva por la concentración del uso de las herramientas que tienen un alto impacto sobre los ya establecidos niveles de rendimiento.(Taghizadegan, 2006)

La aplicación de métodos LEAN en centros de salud darán como resultados reducción de tiempos en salas de espera en puertas de emergencia o para consultas, reducción de gastos (por perdida de información, duplicación de esfuerzos o procesos, horas extras de personal) todo esto se verá impactado en mejora en la atención y mejor percepción por parte del usuario. (Escuder et al., 2015)

Una de las posibles maneras de ayudar a mejorar el sistema de urgencias es apoyado en el concepto de lean que de una manera sencilla de explicar diríamos que consiste en utilizar menos para producir más buscando aumentar la eficiencia, el pensamiento lean se basa en una estrategia empresarial aplicable en cualquier

campo y esta se basa en la mejora de procesos, para crear el proceso perfecto debemos buscar el proceso clave en este caso el servicio de urgencias, (Fontgivell, 2013).

Un breve resumen de un caso que se realizó en el hospital de la Cruz Roja de Beverwijk, Holanda es un hospital de tamaño medio de 384 camas, con un presupuesto anual de 72 millones de Euros en el 2004, se admiten 12669 pacientes. El hospital decide implementar Six Sigma después de haber realizado ISO 9001 que es un sistema de administración de calidad, ISO y Six Sigma han sido demostrados que son complementos en muchas otras organizaciones, el proyecto inicia con el entrenamiento de directivos y el CEO, después el primer grupo de cinturones verde fueron capacitados iniciando en Febrero del 2003 para poder ayudar a los cinturones verdes también fueron capacitados cinturones negros quienes soportaban a los cinturones verdes, evaluando el progreso y finalizando sus proyectos. Lo anterior muestra lo importante que es involucrando por capas a la empresa y así ir permeando a el resto de los interesados para lograr cumplir los objetivos del proyecto pactados por cada uno. Al final del 2006 el hospital tenía 44 proyectos de los cuales 21 fueron completados, el monto total de ahorro fue de 1.2 millones de Euros y esto montos era acumulativos, al principio del 2004 el hospital había anticipado problemas financieros, por tal razón la junta directiva se había adherido a la organización de Six Sigma para iniciar un número pequeños de proyectos pero que fueran rápidamente ganadores en lugar de recorte de personal, esto resulto en ahorro extra de un millón de Euros, y como consecuencia de esto el hospital demostró un histórico de 2 millones de Euros netos, estos resultados creó conciencia a lo largo de todos los departamentos del hospital en la búsqueda de oportunidades para mejorar sus procesos, el uso de Six Sigma ayuda a tomar responsabilidades y proveer a los directivos soluciones basados en los hechos y la data. (Heuvel, Does, & Koning, 2006)

6.3.2. Six Sigma y Simulación discreta

En el proceso de investigación del estado del arte del proyecto se encontró un estudio en el Centro de cáncer King Hussein ubicado en Jordania y realizado por estudiantes de The University of Jordan y The Hashemite University, titulado “Using Six Sigma DMAIC Methodology and Discrete Event Simulation to Reduce Patient Discharge Time in King Hussein Cancer Center”, donde se aplicó la metodología Six Sigma específicamente el DMAIC, Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar además de estar acompañado de Simulación discreta. El proyecto tenía como meta la reducción del tiempo de estadía de los pacientes, en otras palabras, reducir el tiempo en dar de alta a un paciente. El proyecto estuvo soportado por expertos en Six Sigma Black Belt.

En la fase de definir se utilizó la metodología SIPOC, (Suppliers, inputs, process, output, customers) en español proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes para definir los principales componentes del sistema y el alcance del proyecto.

Para la fase de medida fue necesario entrar al proceso y observar cómo funcionaba el sistema actualmente, como resultado se presentó un mapa de proceso detallado donde se evaluó todas las condiciones que tiene un paciente dentro del sistema. Adicional se analizaron todos los datos medidos buscando comportamientos especiales, defectos del proceso, análisis de las capacidades del sistema, etc.

En la fase de análisis se centró en encontrar las acusas fundamentales o puntos críticos del sistema donde se producen errores o demoras no deseadas, para ello se elaboró un diagrama de Causa - Efecto, incluso se realizaron sesiones de lluvia de ideas para encontrar pasos críticos en los procesos que no eran fácilmente encontrados con alguna metodología, si no que fuera necesario con expertos en el tema.

En la fase de mejora se abordó nuevamente los mapas de proceso y diagramas de causa efecto intentando encontrar posibles soluciones de una manera cualitativa. Fue acá donde se procedió a realizar una simulación de eventos discreto, para el caso se utilizó la herramienta informática ProModel. Con ello se planteaban de manera no invasiva escenarios de mejora donde se pudiera fácilmente decidir cuál sería el de mayor productividad. En este punto hubo que validar y verificar el modelo, los puntos claves analizados fueron el total de pacientes de alta y la duración promedio en el sistema de un paciente.

Para la fase de control el estudio elaboró un panel de control donde se garantizará la mejora continua y se plantearon unos objetivos a manera de asegurar que los resultados logrados se mantengan.

Como resultado el estudio tuvo reducciones de tiempo del 54%, lo que quiere decir que después del proyecto los pacientes necesitaban menos de la mitad de tiempo para poder ser dados de alta. Además de entregar variedad de posibles soluciones para ser implementadas en el futuro, con el fin de mejorar aún más la atención en el Hospital. (Arafteh et al., 2018)

Un estudio realizado en un Departamento de Urgencias de una Clínica en Irán enumera y busca soluciones para reducir los tiempos de espera usando simulación y teoría de colas, el estudio se basa en reducir los tiempos de espera y utilización de los servers usando software de simulación (ARENA), con estos resultados busca mejorar la sala de urgencias, los resultados dieron unos escenarios en los que se debe aumentar el número de camas disponibles en casi el doble para manejar la demanda y reducir los tiempos

de espera, viendo el estudio se enfoca más en la ampliación o reducción de recursos y con soluciones que pueden resolver el problema sin embargo pueden ser problemáticas a la hora de ejecución por temas de presupuesto por lo que la idea es proponer en este nuevo trabajo soluciones con lo que ya se tiene alterando procesos y con resultados que no tienen que ser aplicados a priori en la clínica sino con la ayuda del software de simulación 3D Simio. (Haghighinejad et al., 2016)

En el paper *Simulation and the Emergency Department Overcrowding Problem* se plantea el problema de cómo se puede identificar los recursos y la capacidad de personal de un sala de urgencias planificada basado en datos estadísticos que fueron dados por la organización de competencia estudiantil organizada por SIMIO software que es usado en el paper, el cual será usado también en este estudio, los datos que fueron entregados indican el flujo de pacientes, los tipos de pacientes las distribuciones estadísticas necesarias y así mismo los tiempos de llegada, el objetivo es modelar la información y alcanzar más de un 90% de nivel de servicio con costos razonables. Este trabajo entrega un alcance a lo que nos podemos encontrar, sin embargo, se cuenta con información a la mano y estructurada situación que en la mayoría de los casos no se cuenta o si se cuenta no está estructurada o incompleta como lo es en el caso de La Clínica de La Sabana, adicionalmente la información se debe levantar como es el caso del flujo del paciente, los tipos de pacientes ya que para la clínica de La Sabana es claro el proceso pero no está descrito detalladamente en un mapa de procesos lo cual puede llevarse a mal interpretaciones o mala transferencia de conocimiento o en este caso a estudios que puedan ayudar la mejora del funcionamiento del departamento, el trabajo que se hace sobre La Clínica de La Sabana cuenta con la ventaja de ser un trabajo basado en datos reales con problemáticas reales y que adicionalmente contara con el trabajo inicial de recopilación de datos. (Nahhas, Awaldi, & Reggelin, 2017)

Para los autores de la investigación “How can decision makers be supported in the improvement of an emergency department? A simulation, optimization and data mining approach” la simulación como método para mejorar los departamento de urgencias no está extendida como si lo ha hecho en otros campos como el de manufacturing y en campos militares, esto se puede deber al hecho que la simulación en el campo de la salud es diferente y más compleja, esto con lleva con sistemas complejos, a hacer un esfuerzo grande para obtener más adquisición de datos, por tal razón el alcance del trabajo de estos autores se enfoca en minería de datos para toma de decisiones, la cual da un alcance para el nivel administrativo con la metodología “¿qué tal sí?” donde logran plantearse soluciones basados en la minería de datos, sin embargo el desarrollo de la entrega de datos puede verse opacado con el faltante de un modelo en 3D con simulación discreta el cual da las ventajas que se hace más entendible ante la parte gerencial y adicionalmente se obtienen resultados de primera mano es decir se puede tener una aproximación bastante alta a lo que podrá

ser un escenario “¿qué tal sí?” en el cual podemos ingresar todas las variables del caso. (Goienetxea Uriarte, Ruiz Zúñiga, Urenda Moris, & Ng, 2017)

Para el año 2016 se realizó en la facultada de Ingeniería Industrial una investigación para trabajo de grado en la Clínica Universidad de la Sabana. Titulada “Programación de las salas de cirugía de la clínica Universidad de La Sabana a través de herramientas de simulación”. Dicho proyecto se centró únicamente en las salas de cirugía, realizando un paso a paso por medio de redes de Petri con la finalidad de plasmar el proceso debido actual en las salas de cirugía. Posteriormente se llevó ese comportamiento a un modelo evaluado con el software Arena. Para la evaluación del modelo se obtuvieron datos de 3 meses en salas de cirugía.

Se plantearon varias estrategias para la optimización del modelo, una vez identificados las medidas de desempeño se enfocó en maximizar la utilización de cada sala y minimización de tiempos de espera. Con ello se propuso un modelo con los escenarios correspondientes y se evaluó cada uno de ellos. Como resultados de la investigación se logró aumentar aproximadamente un 4% en la utilización de las salas de cirugía, esto conlleva a aumentar los recursos de enfermería para lograr una disminución de 33% en los tiempos de espera de los pacientes. El proyecto no incluyó análisis de costos para los recursos adicionales y se dejó planteado un posterior análisis para evaluar si esta estrategia de reducción de tiempos de espera y aumento de utilidades justifica una inversión adicional en recursos. (Arangure, 2013)

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivo General

Evaluar la implementación de la metodología simulación discreta en los procesos de urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana.

7.1. Objetivos Específicos

- Caracterizar las variables principales de los procesos de urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana.
- Elaborar un plan de optimización para urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana basados en la metodología simulación discreta.

8. METODOLOGÍA

Para la metodología se planea cuatro etapas generales que darán como resultado a la solución de los objetivos específicos, en resumen, tenemos como primer paso la descripción del modelo actual, como segundo paso Identificaciones de procesos críticos en el sistema actual, como tercer paso la optimización del modelo y como cuarto y último paso el entregable que será un plan de mejora, como se muestra a continuación:

Es necesario conocer cómo se está trabajando los procesos de urgencias médicas, por ello se debe realizar una caracterización de las variables principales de los procesos actuales, se deberá realizar un paso a paso detallado de cada uno de los procesos que componen la operación de la Clínica y a manera efectiva deberá ser plasmado en un Process Map.

Se buscará bases de datos que puedan proporcionar los centros médicos de urgencias. Es cierto que los datos de diagnósticos médicos con datos personales no son proporcionables por leyes gubernamentales, pero para el estudio en particular estos puntos no son necesarios, se busca datos de tiempos de llegada, tipo de prioridad de urgencias, entre otros.

Con las bases de datos y datos tomados en sitio, se planea realizar análisis estadísticos para eliminar las variables que no representen importancia para el estudio. Esto con el fin de agilizar el proceso y permitir analizar más profundamente los verdaderos procesos y comportamiento de todas las variables relevantes.

Con el fin de garantizar una correcta posterior simulación, se planea mediciones en sitio con el fin de corroborar datos y encontrar posibles fallas o puntos que no se tengan en cuenta de una simple base de datos y que además sean importantes para el análisis.

Con toda la información de los procesos actuales se planea a simulación mediante el software SIMIO, de los procesos actuales con el fin de tener un modelo comparable de estudio.

Es necesario validar el modelo de simulación desde dos puntos de vista importantes, uno es una evaluación cualitativa. Donde se planea que el personal evalué las similitudes físicas del modelo con la clínica. Adicional, se planea una validación estadística con el resultado del primer modelo, esta sería la validación cuantitativa.

Mediante la metodología Lean Six Sigma se replanteará la distribución de procesos actuales, buscando optimizar la atención de urgencias, eliminando todos aquellos procesos que interfieran en la calidad de la atención por medio de herramientas de la metodología como lo son las 5S, mapa de procesos, prueba de error, se buscara dar un mapeo a los procesos que se tienen y mejorarlos eliminando tiempos de espera, desperdicios en tiempos causados por procesos sin valor, creando o usando las métricas importantes de la clínica para poder tener puntos de referencia.

Después de analizar los datos y aplicar la metodología Lean Six Sigma se busca entregar a la institución media un plan de mejora y para ellos es necesario realizar los siguientes puntos:

Es necesario el modelamiento de la nueva distribución de procesos según el resultado de la aplicación de la metodología Lean Six Sigma, con ello podemos tener dos modelos en el software SIMIO que sean ampliamente comparables.

Al tener dos modelamientos en el mismo software y del mismo proceso, podemos proceder a comparar cada una de las variables y sus comportamientos antes y después de la aplicación de la metodología Lean Six Sigma. Con el fin de medir la mejora que podría tener la atención medica de urgencias.

Toda la información se encuentra sintetizada en la tabla adjunta a continuación:

Tabla 4 Metodología

Objetivo específico	Etapas	Tarea	Actividad	Metodología
Caracterizar las variables principales de los procesos de urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana.	Descripción del sistema actual de Urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana	Descripción del proceso actual	Entrevista con profesional experto en el tema	Trabajo de campo
		Desarrollo de mapa de proceso del sistema	Entrevista con profesional experto en el tema	Process Map
		Análisis de datos año 2017	Análisis de datos entregados por la Clínica	Estadística, Método de análisis-síntesis
	Identificaciones de procesos críticos en el sistema actual de	Modelamiento del sistema actual	Modelamiento en software SIMIO del sistema actual	Simulación Discreta

	Urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana	Comprobación del modelo (Cualitativo y Cuantitativo)	Entrevista con profesional experto en el tema	Método de análisis-síntesis, encuestas.
Desarrollar un modelo de procesos para urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana basados en la metodología Lean Six Sigma y simulación discreta.	Optimización del modelo	Aplicación metodologías de optimización	Planteamiento de escenarios	Simulación Discreta y Lean Six Sigma
	Planteamiento de mejoramiento de los procesos de Urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana	Desarrollo de mapa de proceso del sistema optimizado	Actualización de mapa de procesos	Process Map

Fuente: Elaboración propia

9. DESARROLLO

9.1. Caracterizar las variables principales de los procesos de urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana.

Con el fin de caracterizar las diferentes variables en los procesos de urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana se mantuvo contacto directo y cada 8 días con el gestor del grupo médico de urgencias, el Doctor Jorge Mario Salcedo Barrera, médico especialista en Medicina de Urgencias, quien con gran condición permitió el desarrollo del primer paso de esta investigación.

9.1.1. Descripción del proceso actual

Dentro de todo el desarrollo del proceso de urgencias se cuenta con varias etapas que se discriminaron a continuación y cabe aclarar que son dos grupos de procesos independientes, es decir dos entradas diferentes. Una es para los pacientes de Pediatría y prepagada o plan complementario que serán descritos a continuación. Y uno independiente para adulto y adulto mayor.

9.1.1.1. Digiturno

EL digiturno es una plataforma tecnológica destinada como primer contacto del paciente con la entidad, el paciente deberá hacer un registro para ser creado en el sistema, de ahí tendrá que pasar por tres (3) pantallas que servirán para la clasificación de los pacientes dependiendo del tipo de población, tipo de pagador o convenio y lógicamente el documento de identidad. Para luego generar un código de llamada el cual será el mismo para todo el proceso de urgencias.

La primera pantalla es una pantalla de bienvenida seguida de la solicitud para digitar el documento de identidad.

Figura 6 *Digiturno pantalla de Bienvenida y Documento de identidad*



9.1.1.1.1. Tipo de población

La definición y clasificación de la población está dada netamente por la edad del paciente y se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5 *Tipos de población*

Grupo Poblacional	Rango de edades
Pediatría	Menores de 1 año
	Mayores de 1 año hasta los 17 años (Sociedad Colombiana de Pediatría, 2018)
Adulto	Mayores de 18 años hasta los 65 años
Adulto mayor	Mayores de 65 años
Embarazo	Mujeres en estado de embarazo
Ambulancia	Pacientes que llegan en ambulancia

Fuente: Elaboración propia

Para el estudio se contempla como grupo poblacional los pacientes que llegan en ambulancia como grupo poblacional ya que contarán con una prioridad sobre los adultos. Los pacientes en estado de embarazo son registrados como tipo de población, pero no entran al sistema de urgencias ya que son remitidas directamente a la especialidad.

Figura 7 *Digiturno pantalla de grupo poblacional*



9.1.1.1.2. Tipo de aseguradora

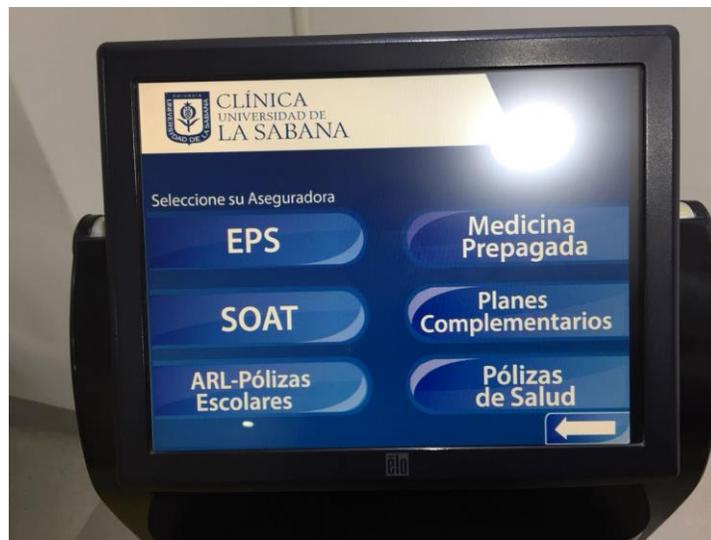
La definición y clasificación está dada por los siguientes aspectos que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6 Tipos de aseguradora

Tipo de aseguradora	Descripción
EPS	Entidad prestadora de salud a la cual pertenece el paciente
PREPAGADA	Si el paciente cuenta con salud prepagada o plan complementario de salud
SOAT	Si el paciente viene remitido por algún accidente de tránsito
ARL	Si el paciente viene remitido por un accidente laboral
PARTICULAR	Paciente con capacidad de pago

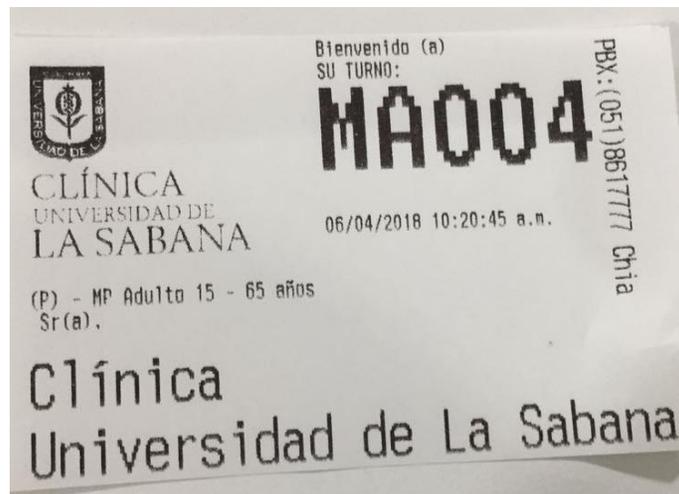
Fuente: Elaboración propia

Figura 8 Digiturno pantalla aseguradora



Al finalizar el proceso se entregará un volante con un numero de atención que será usado para el llamado a el proceso admisiones.

Figura 9 Turno de llamado



9.1.1.2. Admisiones

El proceso de admisiones en un proceso administrativo que tienen como finalidad el ingreso de los pacientes al sistema informático Hosvital, el cual se utilizara para los demás procesos del sistema de urgencias médicas. Cabe aclarar, que este proceso no está acoplado con el sistema de digiturno.

El proceso lo realiza personal administrativo entrenado para completar datos generales del usuario como lo son nombre, cedula, EPS, etcétera.

9.1.1.2.1. Recursos

Tabla 7 Recursos proceso Admisiones

PROCESO	TURNO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD
Admisiones	7 a.m. a 1 p.m.	1	Administrativo
	1 p.m. a 7 p.m.	1	Administrativo
	7 p.m. a 7 a.m.	1	Administrativo

Fuente: Elaboración propia

Este proceso contempla un solo recurso administrativo para cada turno, se contemplan tres turnos al día, distribuidos como se muestra en la tabla anterior.

9.1.1.3. Triage

El proceso de Triage de urgencias médicas está regido por la normatividad nacional la Resolución 5596 del 24 de diciembre de 2015 del Ministerio de salud y protección social. Y se define como los criterios para la clasificación de los pacientes en el servicio de urgencias. Y el cual, además, será obligatorio el cumplimiento por parte de todas las entidades de servicios de urgencias.

El Triage tiene como objetivo asegurar una valoración adecuada y rápida para todos los pacientes que llegan al servicio de urgencias. Y por supuesto disminuir el riesgo de muerte y complicaciones dando una prioridad en la atención, la definición de cada tipo de Triage es copiada al pie de la norma antes mencionada y publicada por el Ministerio de Salud y protección social. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2015)

Para el caso de estudio este proceso es desarrollado por profesionales en el área de la enfermería.

Triage I: requiere atención inmediata. La condición clínica del paciente representa un riesgo vital y necesita maniobras de reanimación por su compromiso ventilatorio, respiratorio, hemodinámico o neurológico, perdida de miembro u órgano u otras condiciones que por norma exijan atención inmediata.

Triage II: la condición clínica del paciente puede evolucionar hacia un rápido deterioro o a su muerte, o incrementar el riesgo para la pérdida de un miembro u órgano, por lo tanto, requiere una atención que no debe superar los treinta (30) minutos. La presencia de un dolor extremo de acuerdo con el sistema de clasificación usado debe ser considerada como un criterio dentro de esta categoría.

Triage III: la condición clínica del paciente requiere de medidas diagnósticas y terapéuticas en urgencias. Son aquellos pacientes que necesitan un examen complementario o un tratamiento rápido, dado que se encuentran estables desde el punto de vista fisiológico, aunque su situación puede empeorar si no se actúa.

Triage IV: el paciente presenta condiciones médicas que no comprometen su estado general, ni representan un riesgo evidente para la vida o pérdida de miembro u órgano. No obstante, existen riesgos de complicación o secuelas de la enfermedad o lesión si no recibe la atención correspondiente.

Triage V: el paciente presenta una condición clínica relacionada con problemas agudos o crónicos sin evidencia de deterioro que comprometa el estado general de paciente y no representa un riesgo evidente para la vida o la funcionalidad de miembro u órgano. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2015)

9.1.1.3.1. Recursos

Tabla 8 Recursos proceso Triage

PROCESO	TURNO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD
Triage	7 a.m. a 1 p.m.	2	Enfermera
	1 p.m. a 7 p.m.	2	Enfermera
	7 p.m. a 7 a.m.	1	Enfermera
	8:30 a.m. a 4:30 p.m.	1	Enfermera

Fuente: Elaboración propia

Este proceso contempla dos recursos de enfermería en horas del día y un solo recurso de enfermería en horas de la noche. Adicional se encuentra un recurso de enfermería adicional en un horario donde se ha detectado mayor flujo de pacientes que es entre 8:30 a.m. y 4:30 p.m.

9.1.1.4. Autorizaciones

En los puestos de autorizaciones se realiza el primer filtro, los pacientes que son clasificados como Triage IV y Triage V, son remitidos a sus respectivas Institución Prestadora de Salud (IPS), por lo que son pacientes que ya pueden salir del sistema. Existe una excepción que son los pacientes de prepagada o plan complementario de salud y los particulares con capacidad de pago que si son atendidos a pesar de ser

valorados con un Triage IV y Triage V. Los pacientes con tipo de pagador ARL y SOAT son atendidos independientemente de su valoración de Triage.

El proceso de autorizaciones en un proceso administrativo que tiene como finalidad validar que la Entidad Prestadora de Salud (EPS) apruebe la atención del paciente o que la Clínica tenga convención con la EPS del paciente de dado caso.

El proceso de Autorizaciones tiene las siguientes derivaciones de salidas, será discriminado a continuación mostrando salidas como resultados del proceso de Triage:

Tabla 9 Salidas proceso Autorizaciones

Proceso	Salidas
AUTORIZACIONES	Salida del sistema
	Paso a proceso Triage

Fuente: Elaboración propia

9.1.1.4.1. Recursos

Tabla 10 Recursos proceso Autorizaciones

PROCESO	TURNO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD
Autorizaciones	7 a.m. a 1 p.m.	2	Administrativo
	1 p.m. a 7 p.m.	2	Administrativo
	7 p.m. a 7 a.m.	1	Administrativo

Fuente: Elaboración propia

Este proceso contempla dos recursos administrativos en horas del día y un solo recurso administrativo en horas de la noche.

9.1.1.5. Consulta General

El proceso de consulta general es desarrollado por profesionales en el área de medicina donde son valorados los pacientes que ya han sido aprobados previamente en admisiones y que están listos para ser atendidos. En este proceso se evalúa el estado de salud y los riesgos biológicos o psicológicos con el fin de pronosticar alguna patología.

De este proceso puede derivar varias salidas, será discriminado a continuación mostrando salidas como resultados del proceso de consulta general:

Tabla 11 Salidas proceso Consulta General

Proceso	Salidas
CONSULTA GENERAL	Paso a proceso Cierre Enfermería
	Paso a proceso Procedimientos
	Paso a proceso Observación
	Paso a proceso Reanimación

Fuente: Elaboración propia

9.1.1.5.1. Recursos

Tabla 12 Recursos proceso Consulta General Adultos

PROCESO	TURNO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD	OBSERVACIÓN
Consulta Adultos	7 a.m. a 1 p.m.	3	Médico General	
	1 p.m. a 7 p.m.	3	Médico General	
	7 p.m. a 7 a.m.	3	Médico General	
	9 a.m. a 3 p.m.	1	Médico General	
		1	Médico General	Solo Control
	3 p.m. a 9 p.m.	1	Médico General	
		1	Médico General	Solo Control

Fuente: Elaboración propia

Este proceso contempla tres médicos generales en los tres turnos principales, adicional mente cuenta con dos médicos adicionales en turno de 9 a.m. a 3 p.m. y dos médicos en turno de 3 p.m. a 9 p.m. Uno de cada turno solo está dedicado a controles, para la sección de Adultos.

Tabla 13 Recursos proceso Consulta General Pediatría

PROCESO	TURNO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD
Consulta Pediatría	7 a.m. a 1 p.m.	1	Médico General
	1 p.m. a 7 p.m.	1	Médico General
	7 p.m. a 7 a.m.	1	Médico General

Fuente: Elaboración propia

Este proceso contempla un recurso médico para cada uno de los turnos principales para la sección de Pediatría.

9.1.1.6. Procedimientos

Proceso también definido como ambulatorios donde no requiere que el paciente permanezca hospitalizado o recluido para llevarlo a cabo. Existen diferentes tipos de procedimientos como lo son laboratorios clínicos, radiología, salud mental, etcétera. Para simplificar el modelo se ha agrupado esta información en un único proceso llamado procedimientos. Adicional el sistema de información de la Clínica lo agrupa de la misma manera, por lo que se hace necesario contemplarlo de la misma manera para poder analizar los datos.

El proceso de procedimientos viene solicitado por el proceso de consulta general y tiene posición física, estos procedimientos son realizados por el personal de enfermería y que tiene diferentes derivaciones que serán detalladas a continuación, mostrando salidas como resultados del proceso de Procedimientos.

Tabla 14 Salidas proceso Procedimientos

Proceso	Salidas
PROCEDIMIENTOS	Paso a proceso Cierre Enfermería
	Paso a proceso Observación
	Paso a proceso Reanimación

Fuente: Elaboración propia

9.1.1.6.1. Recursos

Tabla 15 Recursos proceso Procedimientos Adultos

PROCESO	TURNO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD
Procedimientos Adultos	7 a.m. a 1 p.m.	1	Enfermera
		2	Auxiliar
	1 p.m. a 7 p.m.	1	Enfermera
		2	Auxiliares
	7 p.m. a 7 a.m.	1	Enfermera
		2	Auxiliares

Fuente: Elaboración propia

Este proceso contempla dos auxiliares de enfermería y una enfermera en los tres turnos principales, para la sección de Adultos.

Tabla 16 Recursos proceso Procedimientos Pediatría

PROCESO	TURNO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD
Procedimientos Pediatría	7 a.m. a 1 p.m.	1	Enfermera
		1	Auxiliar
	1 p.m. a 7 p.m.	1	Enfermera
		1	Auxiliares
	7 p.m. a 7 a.m.	1	Enfermera
		1	Auxiliares

Fuente: Elaboración propia

Este proceso contempla una auxiliar de enfermería y una enfermera en los tres turnos principales, para la sección de Adultos.

9.1.1.7. Observación

Este proceso se realiza a pacientes que necesitan estar bajo análisis médico y/o cuidados de enfermería. También se realiza la estabilización médica, se usa para definir o comprobar el diagnóstico realizado en el proceso de consulta o para iniciar un tratamiento solicitado por el médico a cargo.

El proceso de observación es un proceso que si tiene posición física es una sala denominada “Sala de Observación”, además de ser referenciada en el sistema y que tiene diferentes derivaciones que serán detalladas a continuación, mostrando salidas como resultados del proceso de Observación.

Tabla 17 Salidas proceso Observación

Proceso	Salidas
OBSERVACIÓN	Paso a proceso Cierre Enfermería
	Paso a proceso Reanimación

Fuente: Elaboración propia

9.1.1.7.1. Recursos

Tabla 18 Recursos proceso Observación Adultos

PROCESO	TURNO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD
Observación Adultos	7 a.m. a 1 p.m.	2	Medico
		1	Médico Especialista
		2	Enfermera
		2	Auxiliar
	1 p.m. a 7 p.m.	2	Medico
		1	Médico Especialista
		2	Enfermera
		2	Auxiliar
	7 p.m. a 7 a.m.	2	Enfermera
		2	Auxiliar

Fuente: Elaboración propia

Este proceso contempla dos médicos generales, un médico especialista, dos enfermeras y dos auxiliares de enfermería en los dos primeros turnos para el turno de la noche solo quedan dos enfermeras y dos auxiliares de enfermería, para la sección de Adultos. Las labores de los médicos son realizadas por el especialista de reanimación.

Tabla 19 Recursos proceso Observación Pediatría

PROCESO	TURNO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD	OBSERVACIÓN
Observación Pediatría	1 p.m. a 7 p.m.	1	Médico Especialista	
	7 p.m. a 7 a.m.	1	Médico Especialista	
	9 a.m. a 3 p.m.	1	Médico Especialista	Solo lunes a viernes
	3 a.m. a 9 p.m.	1	Médico Especialista	

Fuente: Elaboración propia

Este proceso contempla un médico especialista en pediatría en dos únicos turnos de 24 horas. Adicional de Lunes a viernes se tiene unos especialistas adicionales en turno de 9 a.m. a 3 p.m. y de 3 p.m. a 9 a.m., para la sección de Pediatría.

9.1.1.8. Reanimación

Este proceso es realizado para pacientes quienes su corazón o pulmones cesan de su funcionamiento, es decir cuando alguna persona no respira o no tiene pulso perceptible.

El proceso de observación es un proceso que si tiene posición física es una sala denominada “Sala de Reanimación”, además de ser referenciada en el sistema y que tiene diferentes derivaciones que serán detalladas a continuación, mostrando salidas como resultados del proceso de Reanimación.

Tabla 20 Salidas proceso Reanimación

Proceso	Salidas
REANIMACIÓN	Paso a proceso Cierre Enfermería
	Paso a proceso Observación

Fuente: Elaboración propia

9.1.1.8.1. Recursos

Tabla 21 Recursos proceso Reanimación Adultos

PROCESO	TURNO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD	OBSERVACIÓN
Reanimación Adultos	7 a.m. a 1 p.m.	1	Médico Especialista	
		1	Enfermera	
		1	Auxiliar	
	1 p.m. a 7 p.m.	1	Médico Especialista	
		1	Enfermera	
		1	Auxiliar	
	7 p.m. a 7 a.m.	1	Médico Especialista	Labores de observación
		1	Enfermera	
		1	Auxiliar	

Fuente: Elaboración propia

Este proceso contempla un médico especialista, una enfermera y una auxiliar de enfermería en todos los turnos, para la sección de Adultos. Los médicos del turno de la noche apoyan los procesos de observación.

Tabla 22 Recursos proceso Reanimación Pediatría

PROCESO	TURNO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD	OBSERVACIÓN
Reanimación Pediatría	7 a.m. a 1 p.m.	1	Médico Especialista	Fin de semana Labores de observación
	1 p.m. a 7 p.m.	1	Médico Especialista	
	7 p.m. a 7 a.m.	1	Médico Especialista	

Fuente: Elaboración propia

Este proceso contempla un médico especialista en pediatría en todos los turnos. Adicional los fines de semana en todos los turnos los médicos de reanimación apoyan las labores de observación.

9.1.1.9. Cierre de Enfermería

El proceso de cierre de enfermería es un proceso que no tiene posición física es un proceso administrativo que es solo movimiento del sistema y que tiene una única salida hacia el proceso de facturación. Este proceso tiene vinculados solo el personal de enfermería que puede realizar acciones como aplicación de medicamentos, o en dicho caso devolución de estos.

9.1.1.10. Facturación

En el proceso de facturación es un trámite contable donde deja de prestarse un servicio al paciente y se factura todos los costos generados por la permanencia de este en el sistema de urgencias.

El proceso de facturación es un proceso que tiene posición física es un proceso administrativo que es solo movimiento del sistema y que tiene una única salida hacia la salida del sistema.

9.1.1.10.1. Recursos

Tabla 23 Recursos proceso Facturación

PROCESO	TURNO	CANTIDAD	ESPECIALIDAD
Facturación	7 a.m. a 1 p.m.	2	Administrativo
	1 p.m. a 7 p.m.	2	Administrativo
	7 p.m. a 7 a.m.	2	Administrativo

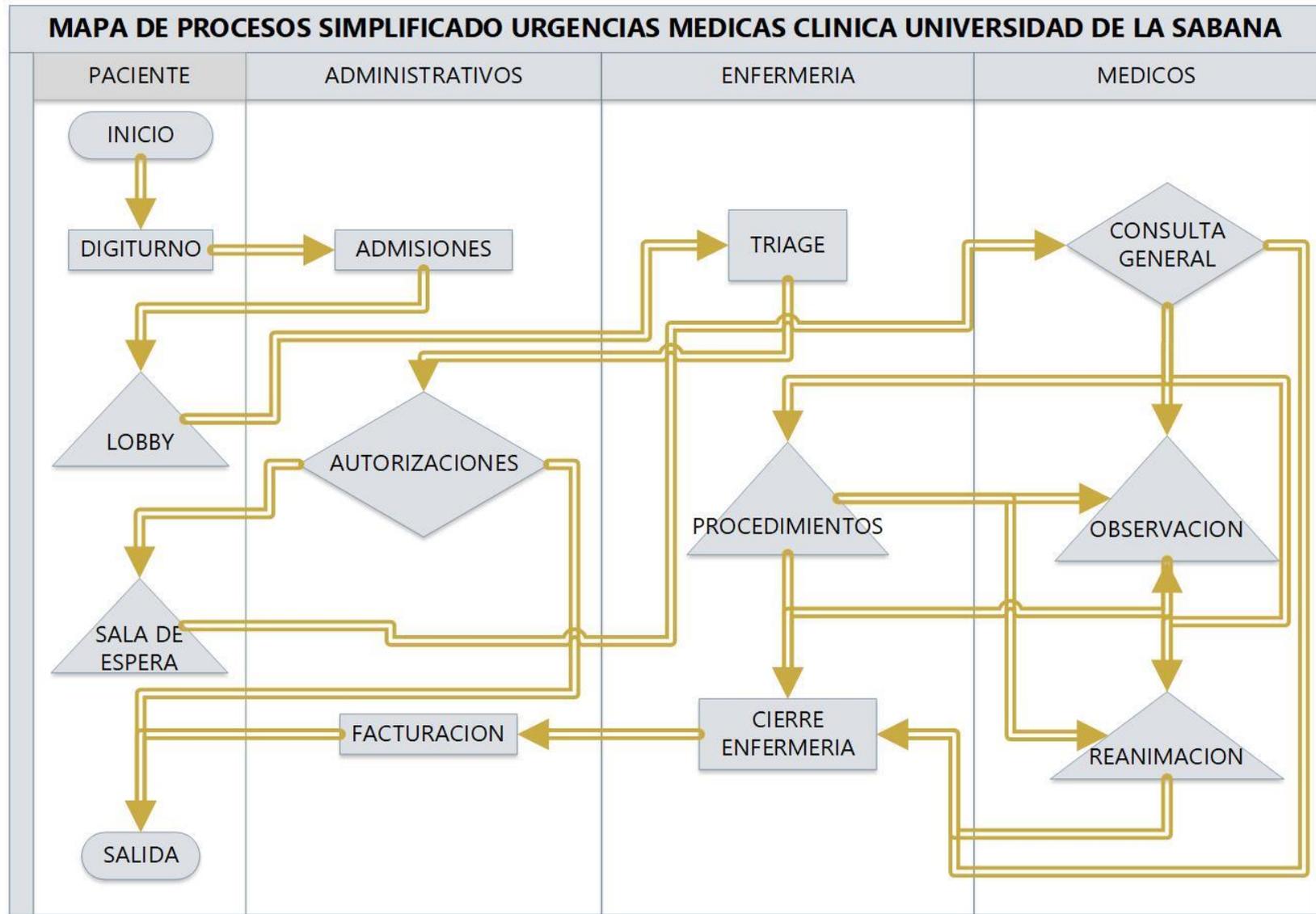
Fuente: Elaboración propia

Este proceso contempla dos recursos administrativos en todos los turnos.

9.1.2. Desarrollo de mapa de proceso

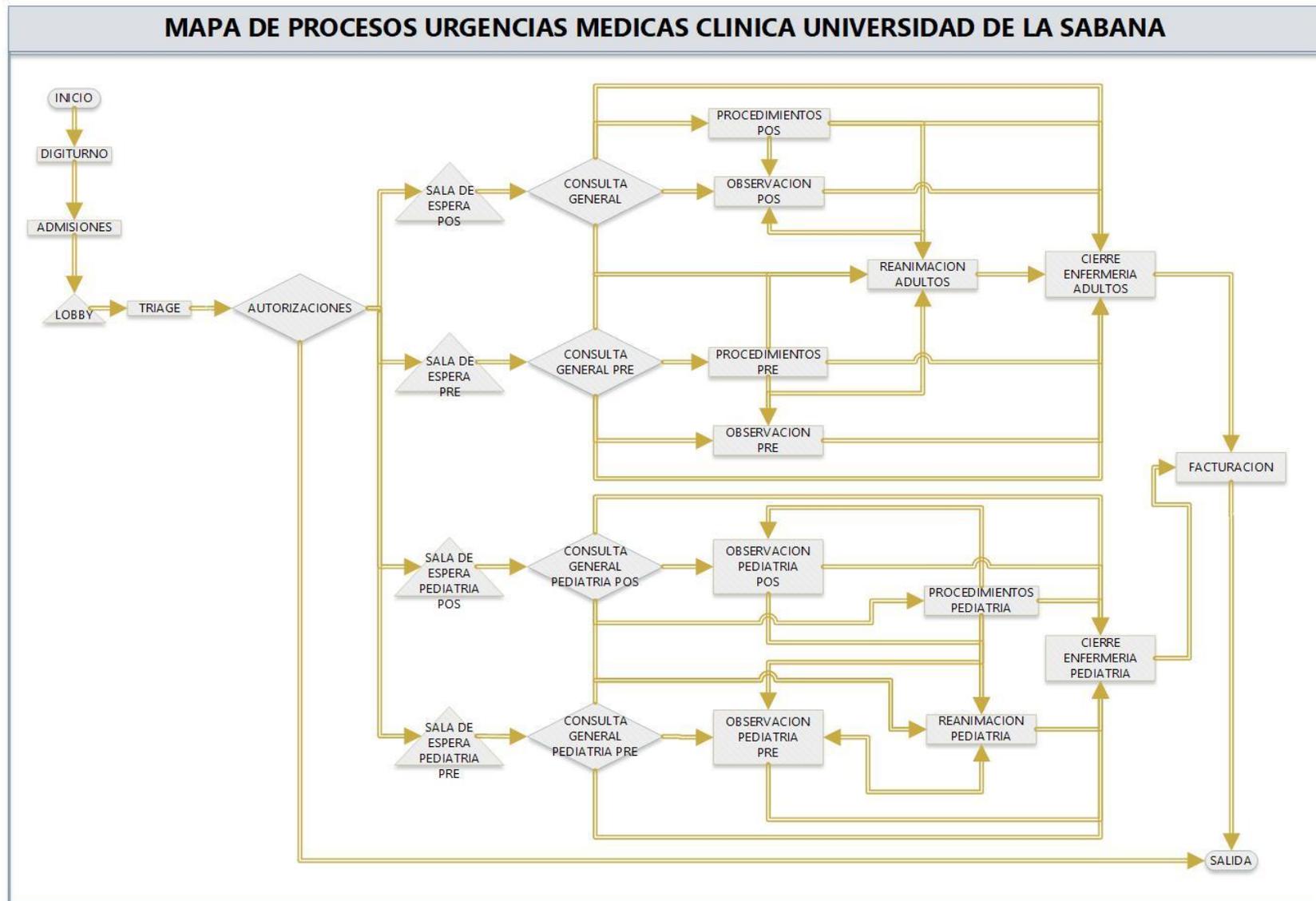
Para el desarrollo del mapa se tendrá en cuenta la metodología Lean Six Sigma para el desarrollo de mapas de procesos, debido a que posteriormente se usará dicha metodología en el proyecto. El proceso es el mismo para pediatría, prepagada como para adulto y adulto mayor, y los procesos no se crucen entre sí. Por ello se genera un mapa de procesos general que cumple con las condiciones de ambas ramas de atención de pacientes.

Figura 10 Mapa de procesos simplificado



Fuente: Elaboración propia

Figura 11 Mapa de procesos



Fuente: Elaboración propia

9.1.3. Análisis de datos Año 2017

Para el siguiente análisis se tomaron los datos entregados por la Clínica proveniente del software Hosvital y del Digiturno. Los datos presentados de las dos bases de datos presentan diferencias que no son relevantes para el estudio, esto se debe a que los ingresos de la información a los dos sistemas anteriormente especificados deben completarse de manera paralela ya que no hay ninguna interfaz que enlace los dos sistemas.

En el análisis preliminar se encontró que existe mayor cantidad de datos y de mejor calidad en la base de datos de Hosvital por lo que es la fuente principal del análisis. Sin embargo, fue necesario enlazar las dos bases de datos para completar algunos datos que no pueden ser exportados de la base de datos de Hosvital.

La cantidad de datos analizados es de 68.968 solo para el año 2017 proveniente de la base de datos Hosvital.

9.1.3.1. Tiempo de llegada de pacientes para el año 2017

9.1.3.1.1. Pacientes ingresando por puerta principal

El análisis muestra el promedio de pacientes que ingresa al sistema por rango de hora militar y por día específico, adicional se presenta la desviación estándar de los datos en cada uno de los rangos de hora y días específicos.

Tabla 24 Promedio y desviaciones estándar cantidad de pacientes ingresando al sistema

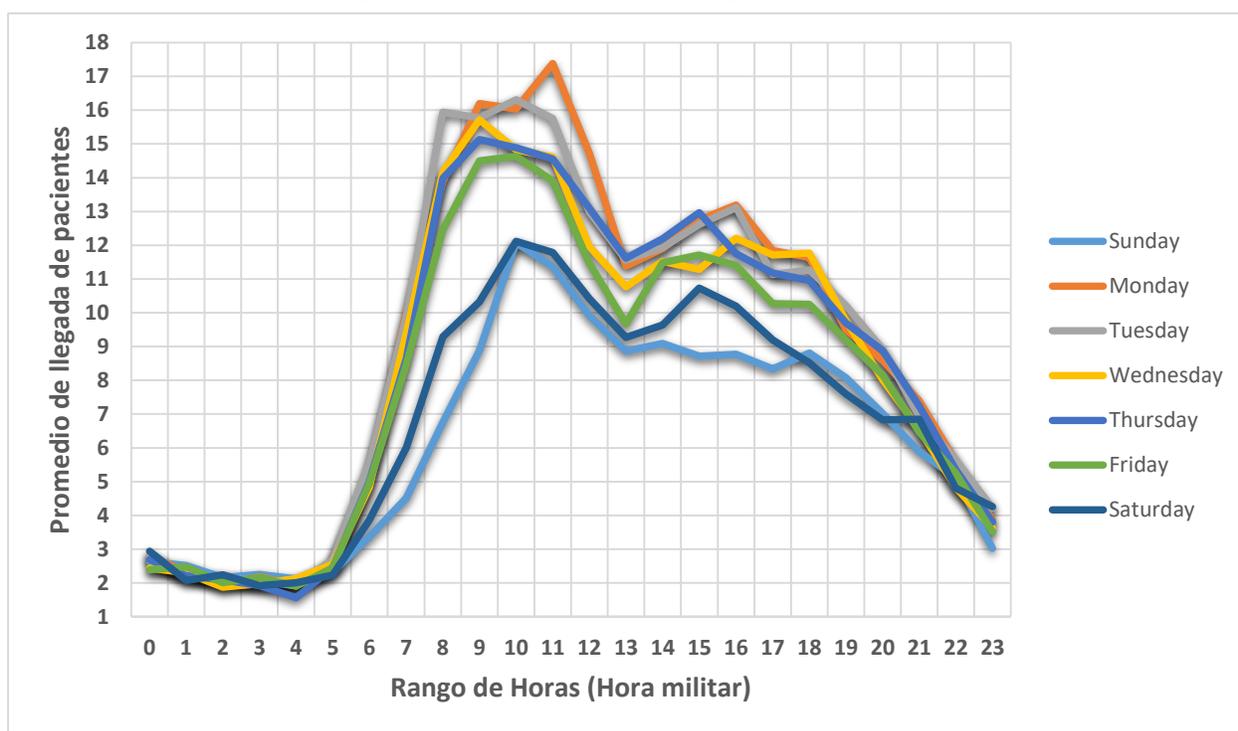
RANGO DE HORA	DOMINGO	SD	LUNES	SD	MARTES	SD	MIÉRCOLES	SD	JUEVES	SD	VIERNES	SD	SÁBADO	SD
0	3	1	3	2	3	2	2	1	3	2	2	1	3	2
1	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
4	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
5	2	1	3	2	3	1	3	1	2	1	2	1	2	1
6	3	2	5	3	6	2	5	2	5	2	5	2	4	2
7	5	2	10	5	10	3	9	3	9	3	8	3	6	2
8	7	3	14	6	16	5	14	4	14	5	12	4	9	3
9	9	3	16	6	16	4	16	5	15	5	15	4	10	4
10	12	4	16	5	16	5	15	5	15	5	15	4	12	4
11	11	4	17	6	16	4	15	4	15	5	14	4	12	3
12	10	4	15	5	13	4	12	3	13	5	11	4	10	3
13	9	3	11	3	12	3	11	3	12	4	10	4	9	3
14	9	3	12	4	12	3	12	4	12	3	11	3	10	3

15	9	3	13	4	13	3	11	3	13	4	12	4	11	4
16	9	3	13	4	13	4	12	3	12	3	11	3	10	3
17	8	3	12	4	11	3	12	4	11	4	10	3	9	3
18	9	3	12	3	11	4	12	4	11	4	10	3	9	3
19	8	3	10	3	10	3	10	4	10	4	9	3	8	3
20	7	3	9	3	9	3	8	3	9	3	8	2	7	3
21	6	3	7	3	7	2	7	3	7	3	6	2	7	2
22	5	2	6	3	6	2	5	2	5	2	5	2	5	2
23	3	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2

Fuente: Elaboración propia

Al graficar los promedios de la llegada de pacientes para cada uno de los días se obtiene la siguiente gráfica:

Figura 12 Diagrama promedio de llegada de pacientes por día en rango de horas específico



Fuente: Elaboración propia

Del anterior grafico se puede obtener los siguientes análisis:

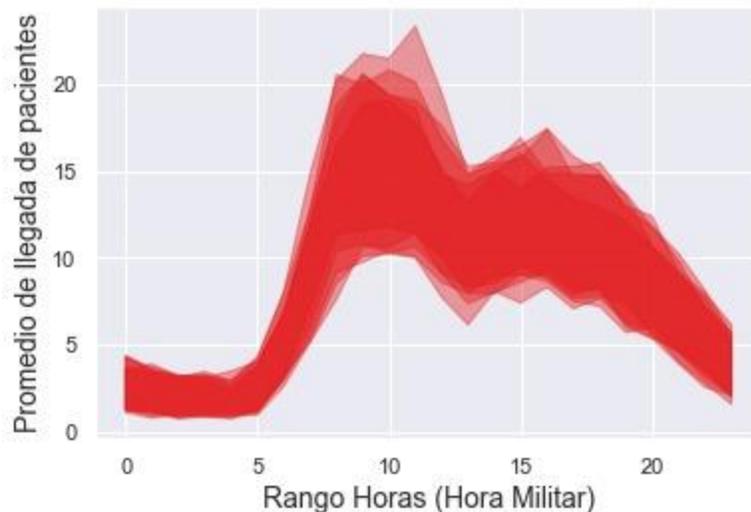
- La tendencia de las gráficas es muy similar durante todo el día.
- El comportamiento de los días miércoles, jueves y viernes es equivalente, con un pico máximo a las 9 horas, y un posterior decrecimiento del promedio, para volver a aumentar cercano a las 15 horas.

- El día de mayor tráfico de pacientes es el lunes con un pico máximo cercano a las 11 horas con un posterior decrecimiento del promedio, para volver a aumentar cercano a las 16 horas.
- El martes presenta variaciones con respecto a los demás días y es el segundo día con mayor tráfico y el pico máximo de llegada de pacientes es a las 8 horas para un posterior decrecimiento y un aumento similar al lunes entre las 16 horas.
- Los días sábados y domingos son los días de menor tráfico y tienen dos picos máximos a las 10 y a las 15 horas.
- Las horas de menor tráfico están en las 0 y las 5 horas con un promedio de 2 pacientes.

A manera de analizar afondo el comportamiento de la llegada de pacientes se graficó las regiones que comprenden la desviación estándar para cada uno de estos días, además de sobre ponerlas para ver el comportamiento con respecto a los demás días.

Para el estudio es necesario analizar las desviaciones estándar de los datos tratados anteriormente, esto con el fin de analizar si las curvas de promedio graficadas pueden contenerse y simplificar el modelo analizado.

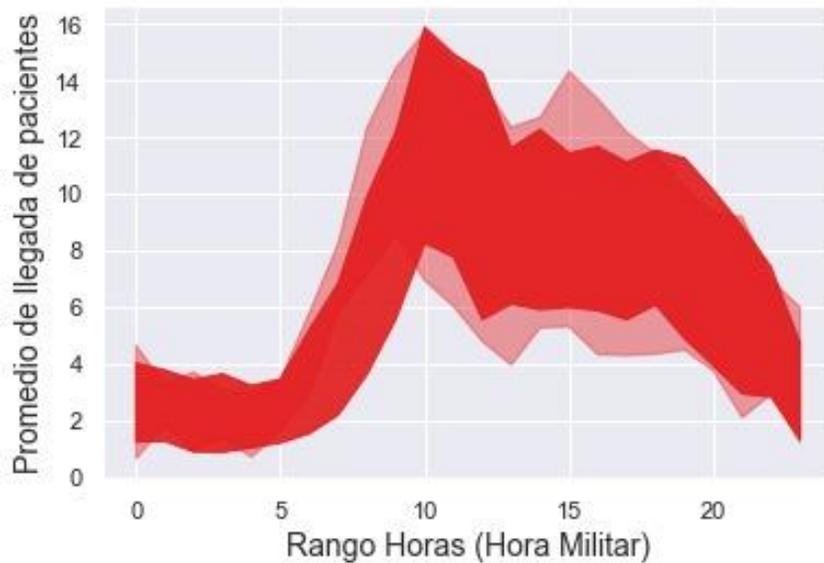
Figura 13 Diagrama desviaciones estándar de llegada de pacientes por días lunes a viernes en rango de horas específico



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica puede analizarse que el comportamiento de llegada de pacientes en los días lunes y viernes tienen un comportamiento similar. El color rojo más intenso muestra la mayor concentración de pacientes entrando al sistema.

Figura 14 Diagrama desviaciones estándar de llegada de pacientes por fines de semana en rango de horas específico



Fuente: Elaboración propia

Como se analizó en la anterior grafica el comportamiento para los días sábado y domingo es similar. El color rojo más intenso muestra la mayor concentración de pacientes entrando al sistema.

9.1.3.1.2. Comprobación de estacionalidad

Es importante revisar la estacionalidad del sistema, para comprobar que entre los meses analizados no exista un comportamiento que se contraponga a la tendencia del sistema y poder simplificar el análisis promediando los días de todo un año, por ello como primer análisis se muestra la variación del promedio de llegada de pacientes por hora en un año.

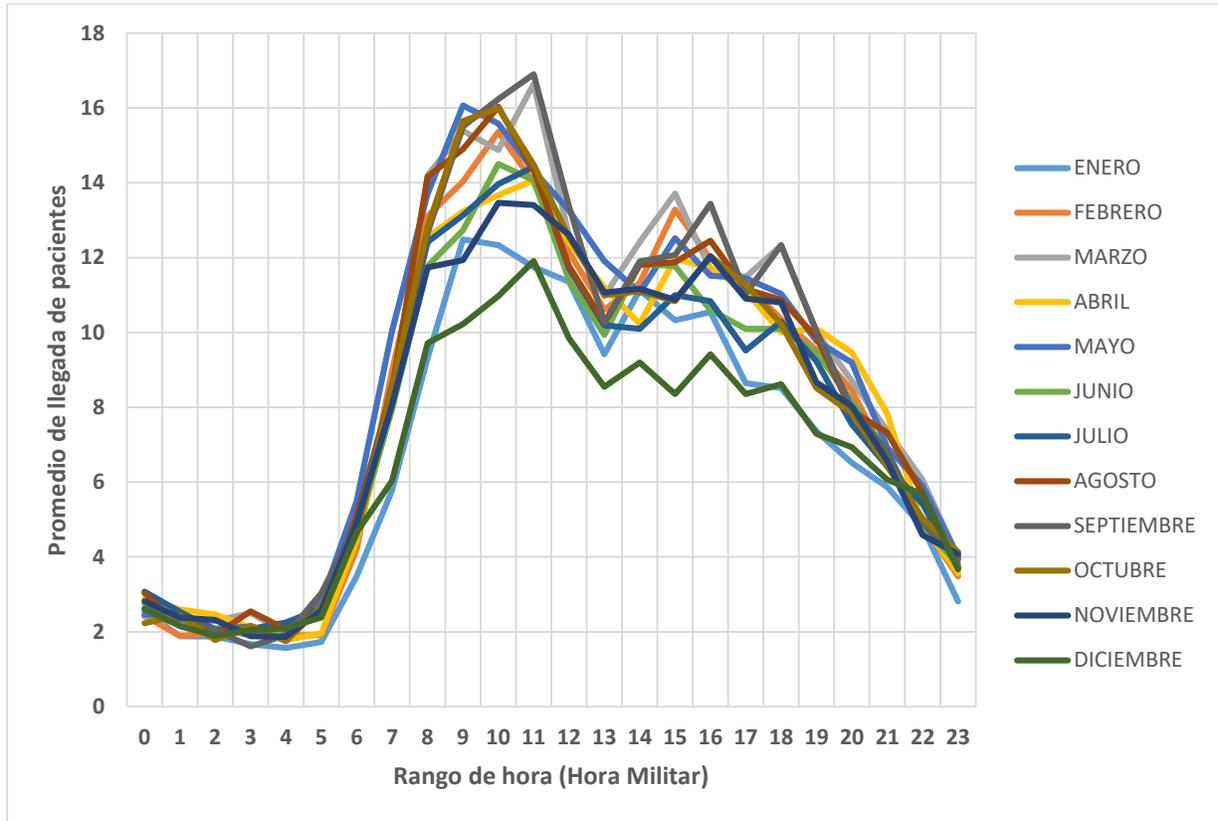
Figura 15 Diagrama de variación del promedio de llegada de pacientes por hora en el año



Fuente: Elaboración propia

La variación de están en promedio entre 7 y 9 pacientes, por lo que se podría deducir que tiene a asemejarse o a ser constante durante el año, pero para ser más claro y verificar la tendencia del sistema se analiza la tendencia por hora específica como se muestra a continuación.

Figura 16 Diagrama de variación del promedio de llegada de pacientes por hora en el mes

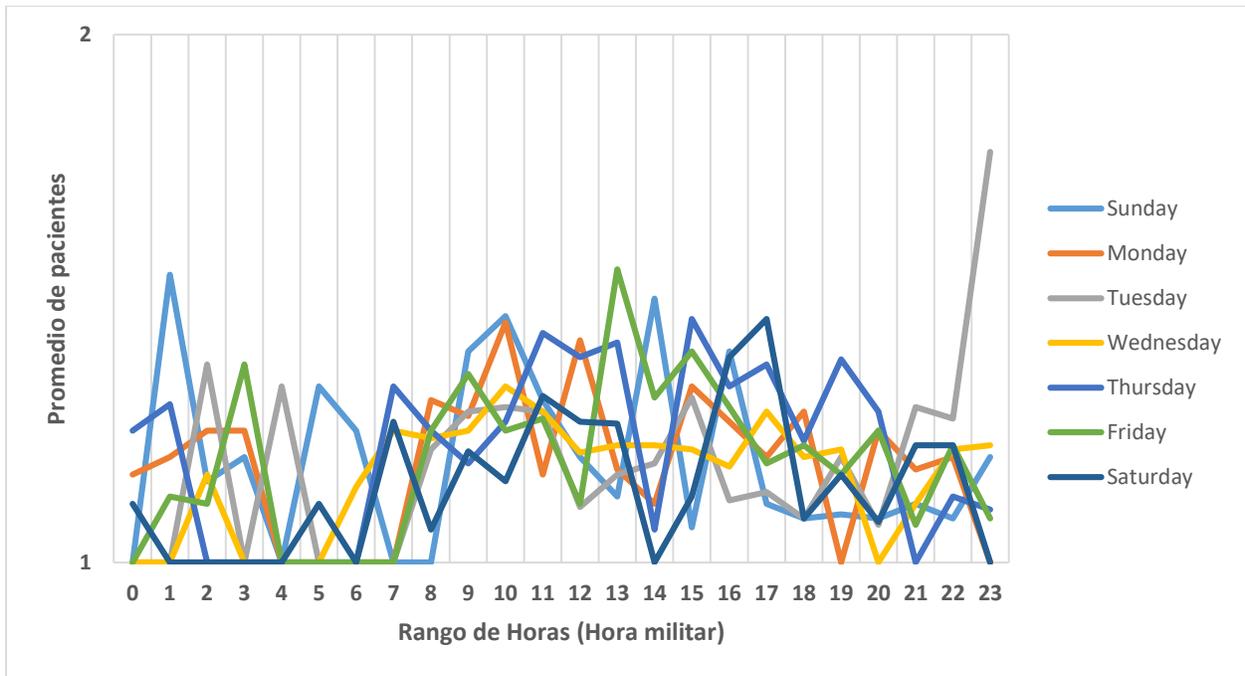


Fuente: Elaboración propia

9.1.3.1.3. Pacientes ingresando por ambulancia

Como una nueva entrada al sistema están las ambulancias. El análisis muestra el promedio de pacientes que ingresa al sistema en ambulancia por rango de hora militar y por día específico.

Figura 17 Diagrama promedio de llegada de pacientes en ambulancia por día en rango de horas específico



Fuente: Elaboración propia

Del anterior grafico se puede obtener los siguientes análisis:

- Los comportamientos de los datos discriminado por horas específicos en promedio son muy regulares para todos los días y para todas las horas del día.
- Debido a su mínima variación en promedios se podría analizar el comportamiento solo por días.

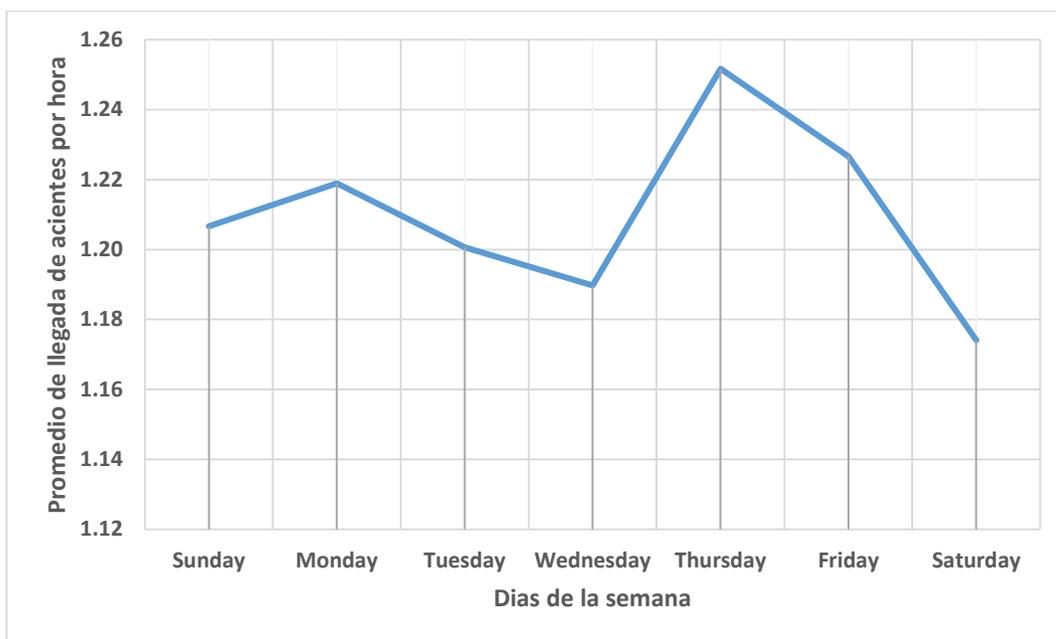
Tabla 25 Promedio y desviaciones estándar cantidad de pacientes ingresando al sistema

Día	Promedio de llegadas
Sunday	1.21
Monday	1.22
Tuesday	1.20
Wednesday	1.19
Thursday	1.25
Friday	1.23
Saturday	1.17

Fuente: Elaboración propia

Vale la pena graficar el comportamiento en promedio de llegada de pacientes por día, para generalizar un poco el comportamiento.

Figura 18 Diagrama promedio de llegada de pacientes en ambulancia por día



Fuente: Elaboración propia

Se puede deducir que en promedio la variación es mínima de la llegada de la cantidad de llegadas de ambulancias, en la gráfica, se puede ver un leve aumento en el promedio para el jueves.

9.1.3.2. Tipos de convenios Año 2017

Es importante identificar en porcentaje los tipos de convenios para lograr identificar la ruta de las entidades al modelar el sistema, por ello se analizar la siguiente tabla:

Tabla 26 Tipos de convenios Año 2017

TIPO DE CONVENIOS	CANTIDAD	%
EPS	32128	72.2%
MEDICINA PREPAGADA	5245	11.8%
ARL	2935	6.6%
PLANES COMPLEMENTARIOS	2911	6.5%
SOAT	875	2.0%
PÓLIZAS DE SALUD	415	0.9%
TOTAL	44509	

Fuente: Elaboración propia

Figura 19 Diagrama tipos de convenios



Fuente: Elaboración propia

Del anterior grafico se puede obtener los siguientes análisis:

- El mayor número de usuarios que solicitan atención de urgencias es por las entidades prestadores de salud EPS, seguido por los usuarios de Medicina prepagada.
- Las pólizas de salud son las que menos hacen uso del servicio de urgencias junto con los usuarios de SOAT.

9.1.3.3. Tipos de contrato Año 2017

Seguido de los tipos de convención se resumen de la siguiente manera.

- EPS, ARL SOAT y Pólizas de Salud son tratadas en el sistema como POS.
- Medicina Prepagada y Planes complementarios de Salud son tratados en el sistema como PRE.

Tabla 27 Tipos de contrato discriminado Año 2017

TIPO DE CONTRATO	CANTIDAD	%
POS	36353	81.7%
PRE	8156	18.3%
TOTAL	44509	

Fuente: Elaboración propia

Figura 20 Diagrama tipos de contrato



Fuente: Elaboración propia

Del anterior grafico se puede obtener los siguientes análisis:

- La mayor concentración de pacientes está en el plan obligatorio de salud POS.
- La menor concentración está en los planes prepagados de salud.

9.1.3.4. Tipos de población y contrato Año 2017

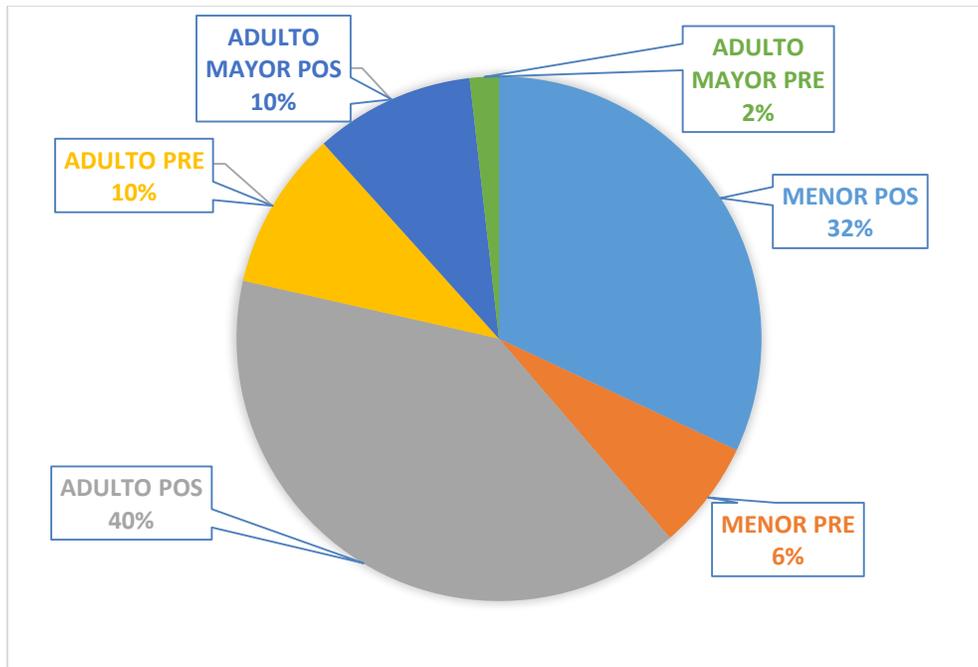
Como resultado de los dos anteriores análisis se puede determinar los tipos de población o entidades que funcionara en el sistema junto con el contrato respectivo.

Tabla 28 Tipos de población y contrato Año 2017

TIPO DE ENTIDADES		%
MENOR POS	14236	32.0%
MENOR PRE	2997	6.7%
ADULTO POS	17731	39.8%
ADULTO PRE	4363	9.8%
ADULTO MAYOR POS	4386	9.9%
ADULTO MAYOR PRE	796	1.8%
TOTAL	44509	

Fuente: Elaboración propia

Figura 21 Diagrama para las entidades



Fuente: Elaboración propia

Del anterior grafico se puede obtener los siguientes análisis:

- El mayor porcentaje de entidades está concentrado para los adultos POS, seguido de los menores POS.
- El menor porcentaje de entidades está concentrado en adulto mayor PRE y menor PRE.
- Los porcentajes del plan obligatorio de salud POS son mayores que los de medicina prepagada PRE.

9.1.3.5. Tipos de Triage Año 2017

9.1.3.5.1. Pacientes ingresando por puerta principal

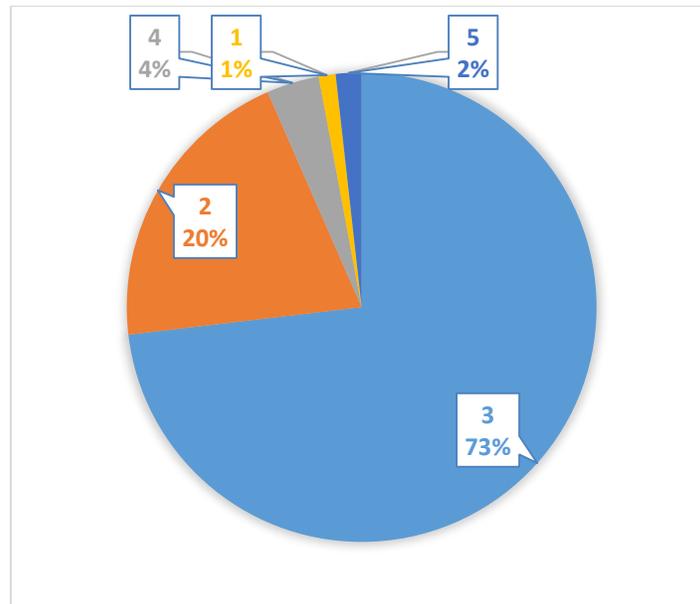
La distribución porcentual de cada una de las categorías de Triage son mostradas como el diagrama de torta a continuación.

Tabla 29 Tipos de Triage Año 2017

TIPO DE TRIAGE	CANTIDAD	%
3	50308	73.1%
2	13979	20.3%
4	2491	3.6%
1	798	1.2%
5	1218	1.8%
TOTAL	68794	

Fuente: Elaboración propia

Figura 22 Diagrama tipos de Triage



Fuente: Elaboración propia

Del anterior grafico se puede obtener los siguientes análisis:

- La mayor concentración de pacientes se encuentra en la clasificación 3, y es seguido por la clasificación de pacientes 2.
- Los demás porcentajes en comparación con los anteriores son menores mas no insignificantes para el análisis.

9.1.3.5.2. Pacientes ingresando en Ambulancia

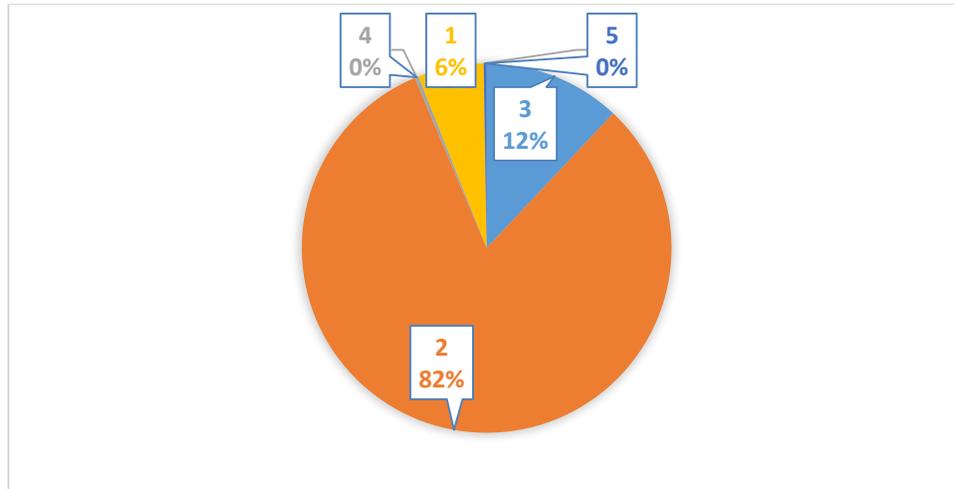
La distribución porcentual de cada una de las categorías de Triage solo para los pacientes entrando en ambulancia, son mostradas como el diagrama de torta a continuación.

Tabla 30 Tipos de Triage en ambulancia Año 2017

TIPO DE TRIAGE	CANTIDAD	%
3	50308	73.1%
2	13979	20.3%
4	2491	3.6%
1	798	1.2%
5	1218	1.8%
TOTAL	68794	

Fuente: Elaboración propia

Figura 23 Diagrama tipos de Triage pacientes en ambulancia



Fuente: Elaboración propia

Del anterior grafico se puede obtener los siguientes análisis:

- Los pacientes que ingresan en ambulancia son de alta prioridad de atención, en este caso la mayor concentración son los de Triage tipo 2.
- Los pacientes con Triage tipo 4 o 5 son pacientes en su mayoría con alguna discapacidad.

9.1.3.6. Rutas después de consulta

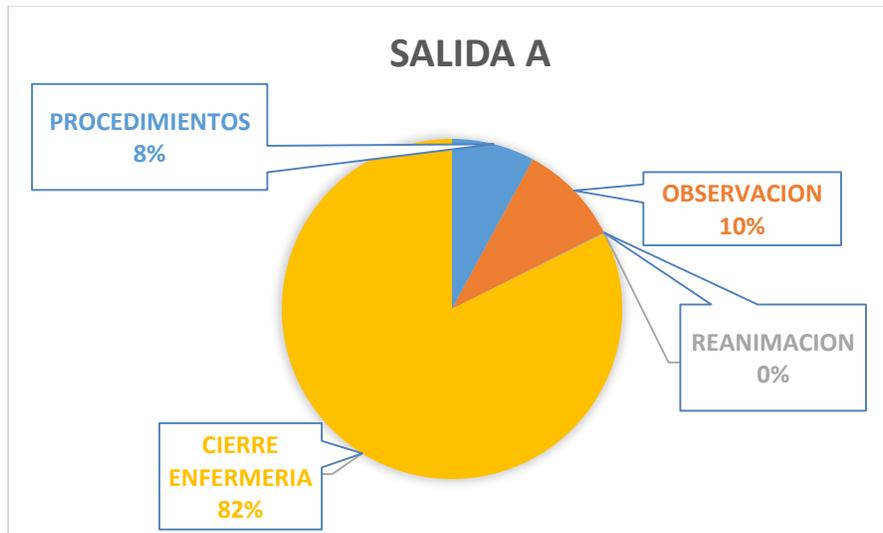
Después del proceso de consulta, los pacientes deben ser trasladados a un proceso continuo que depende de la enfermedad por la cual consultaron. Por ello es necesario analizar los porcentajes para los cuales los pacientes toman una ruta. Es decir, que tantos pacientes; en forma porcentual, son trasladados a un proceso específico. Por ellos se presenta la siguiente gráfica.

Tabla 31 Rutas después de consulta

SALIDA A	CANTIDAD	%
PROCEDIMIENTOS	4540	7.9%
OBSERVACIÓN	5583	9.7%
REANIMACIÓN	48	0.1%
CIERRE ENFERMERÍA	47403	82.3%
TOTAL	57574	

Fuente: Elaboración propia

Figura 24 Diagrama porcentual de ruta después de consulta



Fuente: Elaboración propia

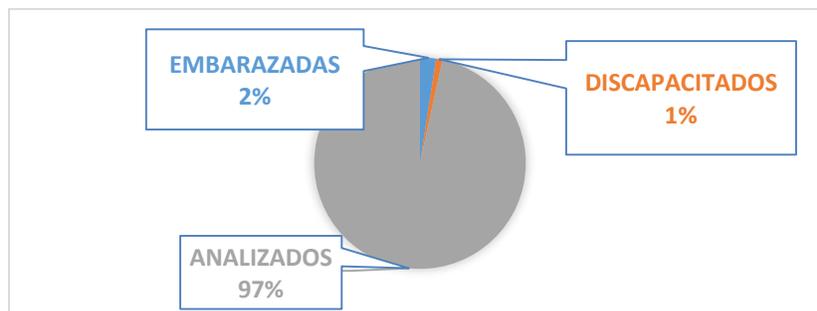
Del anterior grafico se puede obtener los siguientes análisis:

- La gran mayoría de pacientes que entran al sistema de urgencias son dados de alta en el proceso de consulta, dado que no necesitan ningún procedimiento adicional.
- Después de consulta el proceso de pacientes que entran a reanimación es mínimo.
- Los pacientes que después de consulta pasan a procedimientos y observación porcentualmente son muy similares.

9.1.3.7. Exclusiones del modelamiento

Para facilitar el modelamiento se ha tomado la decisión de excluir dos tipos de poblaciones. Una son más mujeres en estado de gestación y la otra son las personas con alguna situación de discapacidad. A continuación, se muestra un gráfico donde se representan los porcentajes de mujeres gestantes y personas con alguna situación de discapacidad con respecto al total de muestras analizadas.

Figura 25 Diagrama de exclusiones



Fuente: Elaboración propia

Del anterior grafico se puede obtener los siguientes análisis:

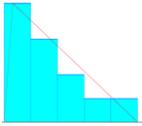
- La suma de las dos poblaciones anteriormente identificadas no representa si no el 3% del total de la población analizada, por lo que se toma la decisión de no incluirlos en el análisis.

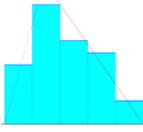
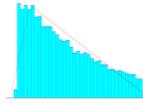
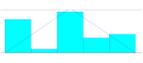
9.1.3.8. Ajuste de tiempos de procesamiento a distribuciones estadísticas

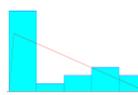
Cada proceso fue analizado para encontrar su distribución, los datos fueron suministrados por la Clínica de la Sabana sin embargo procesos como Digiturno, Cierre de Enfermería y Facturación fueron tomados en campo ya que estos no se tienen en cuenta por la clínica, pero si son relevantes para la simulación y análisis que se llevó a cabo.

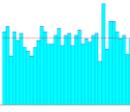
Con los datos de duración de proceso se procede a buscar la distribución más acertada para esto se usó el software Input Analyzer el cual toma los datos y hace las pruebas de Chi Cuadrado y Kolmogórov-Smirnov para encontrar la distribución que más se ajusta a los datos. En algunos procesos encontramos datos atípicos los cuales cambian la tendencia y definen la distribución por tal razón estos casos fueron discutidos con la clínica en específicamente con los asesores, los cuales indicaron los rangos de tiempo que se deberían tener en cuenta adicionalmente aplicamos el test de Grubbs como test estadístico en procesos con tiempos muy atípicos donde la prueba se acercaba a los rangos que ofrece la clínica como válidos, a continuación una tabla con los resultados en cada proceso.

Tabla 32 Ajuste estadístico para tiempos de procesos

PROCESO	CANTIDAD DE DATOS CON AJUSTE	RANGO DE DATOS (Min)	SAMPLE DISTRIBUTIO N	COMPROBACIÓN ESTADÍSTICA
DIGITURNO	25	10.5-57 min		Distribution: Triangular Expression: TRIA(0.09, 0.149, 1) Square Error: 0.014193 Chi Square Test Number of intervals = 3 Degrees of freedom = 1 Test Statistic = 1.22 Corresponding p-value = 0.281 Kolmogorov-Smirnov Test Statistic = 0.121 Corresponding p-value > 0.15

ADMISIONES	45192	0.0333- 139 min		<p>Distribution: Triangular Expression: TRIA(2, 5.99, 11) Square Error: 0.018504</p> <p>Chi Square Test Number of intervals = 3 Degrees of freedom = 1 Test Statistic = 0.343 Corresponding p-value = 0.343</p> <p>Kolmogorov-Smirnov Test Test Statistic = 0.135 Corresponding p-value > 0.15</p>
TRIAGE	61462	0.54 - 24.6 min		<p>Distribution: Normal Expression: NORM(5.01, 2.17) Square Error: 0.020036</p> <p>Chi Square Test Number of intervals = 3 Degrees of freedom = 0 Test Statistic = 1.88 Corresponding p-value < 0.005</p> <p>Kolmogorov-Smirnov Test Test Statistic = 0.232 Corresponding p-value > 0.0709</p>
AUTORIZACIONES	22869	0.016667 - 141.2667 min		<p>Distribution: Triangular Expression: TRIA(2, 4.45, 19) Square Error: 0.001888</p> <p>Chi Square Test Number of intervals = 40 Degrees of freedom = 38 Test Statistic = 1.65e+003 Corresponding p-value < 0.005</p>
CONSULTA	3072	10-40 min		<p>Distribution: Triangular Expression: TRIA(20, 25, 30) Square Error: 0.110044</p> <p>Chi Square Test Number of intervals = 3 Degrees of freedom = 1 Test Statistic = 1.48 Corresponding p-value = 0.233</p> <p>Kolmogorov-Smirnov Test Test Statistic = 0.221</p>

				Corresponding p-value > 0.0928
OBSERVACIÓN	4144	0.0666-186327.833 min		<p>Distribution: Triangular Expression: TRIA(375, 750, 811) Square Error: 0.007955</p> <p>Chi Square Test Number of intervals = 4 Degrees of freedom = 2 Test Statistic = 0.443 Corresponding p-value = 0.75</p> <p>Kolmogorov-Smirnov Test Test Statistic = 0.108</p>
REANIMACIÓN	58	0.633-26977.7833 min		<p>Distribution: Normal Expression: TRIA(15, 40, 65) Square Error: 0.020036</p> <p>Chi Square Test Number of intervals = 5 Degrees of freedom = 0 Test Statistic = 1.88 Corresponding p-value < 0.005</p> <p>Kolmogorov-Smirnov Test Test Statistic = 0.232 Corresponding p-value > 0.0709</p>
CIERRE DE ENFERMERÍA	16	0.55583 - 74.816 min		<p>Distribution: Weibull Expression: WEIB(3.64, 0.607) Square Error: 0.004920 Kolmogorov-Smirnov Test Test Statistic = 0.327 Corresponding p-value = 0.0513</p>
FACTURACIÓN	18	1.193-2.0495 min		<p>Distribution: Triangular Expression: TRIA(1.1, 1.14, 2.14) Square Error: 0.118921</p> <p>Kolmogorov-Smirnov Test Test Statistic = 0.333 Corresponding p-value = 0.0288</p>

PROCEDIMIENTOS	8157	0- 2231.2333 min		Distribution: Uniform Expression: UNIF(2, 28) Square Error: 0.119184 Chi Square Test Number of intervals = 5 Degrees of freedom = 4 Test Statistic = 20.9 Corresponding p-value = 0.005 Kolmogorov-Smirnov Test Test Statistic = 0.434 Corresponding p-value > 0.01
-----------------------	------	------------------------	---	---

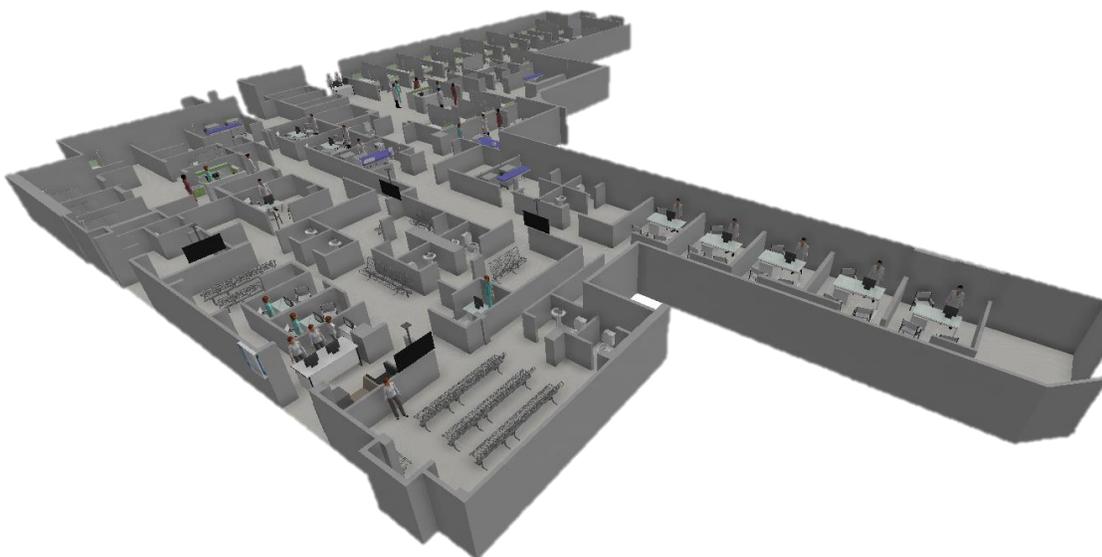
Fuente: Elaboración propia

9.1.4. Modelamiento del sistema actual

En este apartado se usó el software Simio Simulación, en primera instancia se generó un modelo preliminar con la licencia gratuita que permite el uso de 30 objetos. Estos contemplan Sink, Server, Source, etc. Por lo que muy pronto se sobrepasó el límite de objetos permitidos y se debió solicitar una licencia académica.

La licencia académica cuenta con un máximo de 300 objetos, para ese tiempo el modelo empezaba a tomar mayor peso y rápidamente se sobrepasó el límite definido para ese tipo de licencia. Nuevamente hubo que solicitar la licencia PRO, que tiene cantidad de objetos para simulación ilimitada, con la cual se completó el modelo de simulación para la Clínica. El total de objetos utilizados en el modelo final fue 351.

Figura 26 Modelo Actual



Fuente: Elaboración propia

La anterior imagen muestra el modelo final del comportamiento de la clínica actualmente, basado en el Process Map y en las distribuciones estadísticas analizados a partir de los datos reales entregados por la Clínica.

9.1.5. Comprobación del modelo

A manera de integración de los dos campos que contempla este estudio se plantearon dos tipos de comprobaciones para el modelo, esto con el fin de tener un modelo suficientemente ajustado para ser presentado ante los directamente implicados tanto de la Clínica como de la Facultad. Las dos comprobaciones sería Cualitativa y Cuantitativa que serán detalladas a continuación.

9.1.5.1. Cualitativa

Para la validación cualitativa se preparó una encuesta que evaluara a manera de forma y no de fondo el modelo de simulación. La encuesta se presentó ante las 3 áreas de estudio donde este proyecto tuvo alcance. Se citó a una presentación a un personal del área administrativa quien era el encargado de evaluar sectores como admisiones, autorizaciones y facturación, un personal de enfermería quien tendría la tarea de evaluar los sectores de Triage, procedimientos y demás. Por último, al Doctor encargado de Urgencias para evaluar a manera global el modelo. Las preguntas y respuestas de la encuesta pueden ser consultadas en los anexos de este documento.

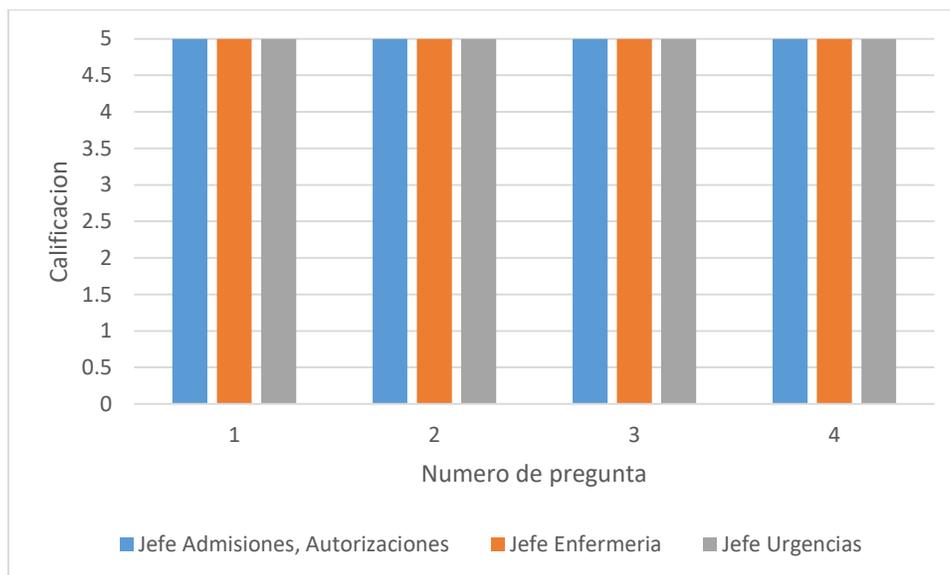
Tabla 33 Resultado Encuestas

Siendo el valor 5 "Muy Acertado", 3 "Poco Acertado" y 1 "No Acertado"				
	PREGUNTAS	Jefe Admisiones, Autorizaciones	Jefe Enfermería	Jefe Urgencias
1	¿El mapa de procesos cumple con detalle los procesos llevados en Urgencias?	5	5	5
2	¿La información y datos que son expuestos en el trabajo son acordes a los procesos que se llevan en el departamento de urgencias?	5	5	5
3	¿El modelo describe los procesos y el flujo de pacientes dentro de la clínica?	5	5	5

4	¿El modelo es una representación acertada de la realidad?	5	5	5
---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

Figura 27 Grafico resultado encuestas



Fuente: Elaboración propia

Como resultado de las encuestas se generaron las siguientes recomendaciones:

- La cola del proceso procedimientos adultos prepagada se está generando en el lugar equivocado por lo que debe ser trasladada a la sala de espera, frente a los consultorios.
- La cola del proceso reanimación adultos debe ser trasladada dependiendo de su proceso antecesor, es decir si la entidad viene de Triage debe ser ubicado en la sala de espera, pero si viene de observación debe esperar en la sala de observación.
- La ubicación del consultorio adultos prepagada se encuentra junto a la sala de procedimientos.
- Los pacientes entrantes por ambulancia esperan junto al último consultorio a que sean evaluados por Triage, para luego continuar normalmente los procesos.

9.1.5.2. Cuantitativa

Se debe tener en cuenta una serie de parámetros para la revisión cuantitativa del sistema de los cuales destacan, la definición de unas medidas de desempeño. Para las mismas se realizará un análisis de los datos del 2017 primer semestre y serán comprobadas con el modelo corrido en el segundo semestre del año 2017.

Por otro lado, debería definirse el número óptimo de corridas del sistema, junto con el tiempo de calentamiento del modelo, todo esto para que los datos entregados por la simulación no estén sesgados por el modelo y sean más cercanos a un comportamiento real.

9.1.5.2.1. Medidas de desempeño

En el análisis cuantitativo se seleccionaron dos medidas de desempeño, esto debido a que los datos de 2017 proporcionados por la Clínica solo permiten calcular dichas medidas de desempeño:

- Cantidad de pacientes atendidos.
- Tiempo promedio en el sistema por paciente.

9.1.5.2.2. Número óptimo de corridas

Para el cálculo del número óptimo de corridas es necesario seleccionar aleatoriamente un número de corridas para generar un primer reporte, en este caso se corrió el modelo con un periodo de 6 meses y con 20 replicaciones. Los resultados de la desviación estándar para la medida de desempeño cantidad de pacientes atendidos fue de: $s = 119.15$, nosotros tenemos $\alpha = 0.05$ y $\alpha/2 = 0.025$, entonces, $Z_{0.025} = 2.81$, aplicando la siguiente formula se tiene:

- Si se supone una confiabilidad del 80%, entonces $E = s \times 20\% = 119.15 \times 0.2 = 23.83$

$$n \geq \left(\frac{Z_{\alpha/2} s}{E} \right)^2 = \left(\frac{2.81 \times 119.15}{23.83} \right)^2 \approx 198 \text{ Replicaciones}$$

- Si se supone una confiabilidad de 90%, entonces $E = s \times 10\% = 119.15 \times 0.1 = 11.915$

$$n \geq \left(\frac{Z_{\alpha/2} s}{E} \right)^2 = \left(\frac{2.81 \times 119.15}{11.915} \right)^2 \approx 790 \text{ Replicaciones}$$

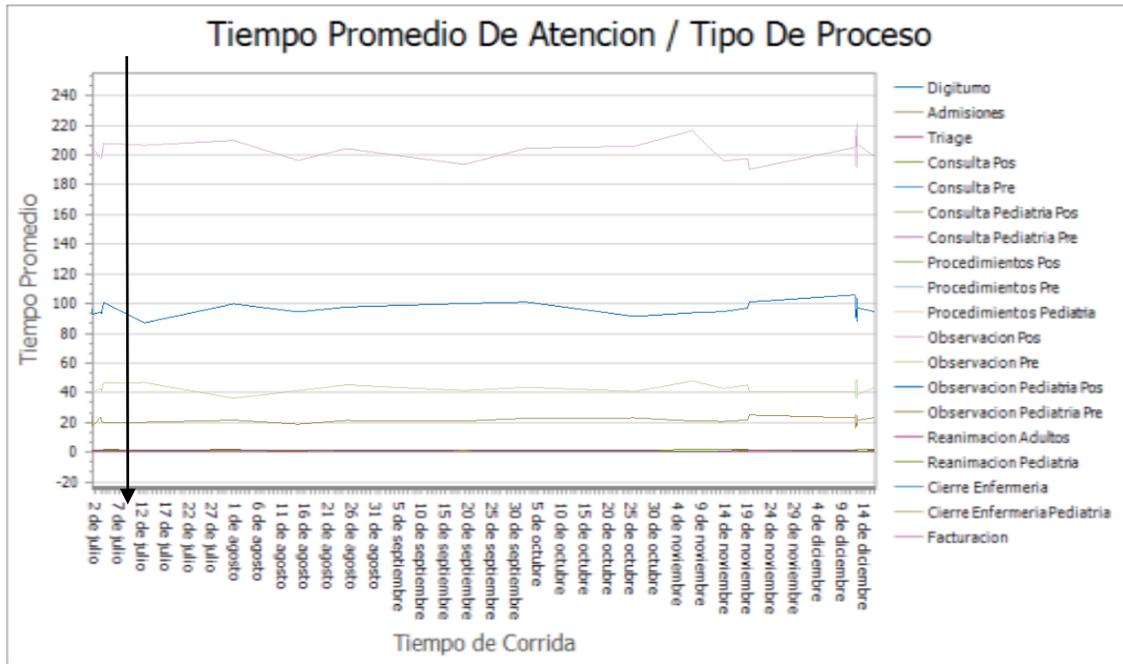
Ya que la idea es tener un 90% de confiabilidad en los resultados obtenidos, se considera un error admisible del 10%, por lo que se tomaran 790 replicaciones para el modelo.

9.1.5.2.1. Tiempo de precalentamiento del modelo

Se graficaron los resultados de las medidas de desempeño las cuales fueron tiempos promedios de atención, tiempo promedio en el sistema, tiempo promedio de espera y cantidad de pacientes en espera, lo que se

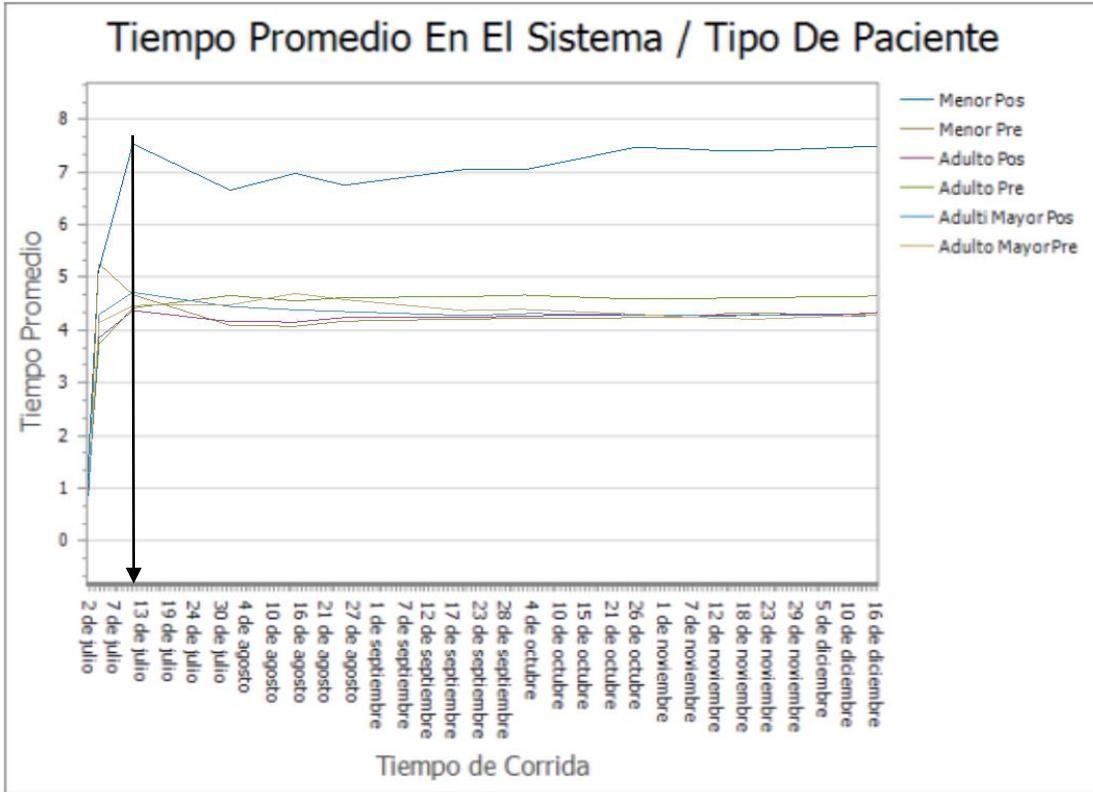
buscaba era encontrar una cantidad de tiempo similar donde estas medidas se estabilicen, de las siguientes imágenes tenemos que el comportamiento y tendencia de las curvas para cada medida de desempeño después de aproximadamente 8 días tienden a estabilizarse, por lo que se concluye que el tiempo de pre calentamiento del modelo es de 8 días, lo anteriormente dicho se muestra en las siguientes imágenes:

Figura 28 Tiempo promedio de atención por tipo de paciente



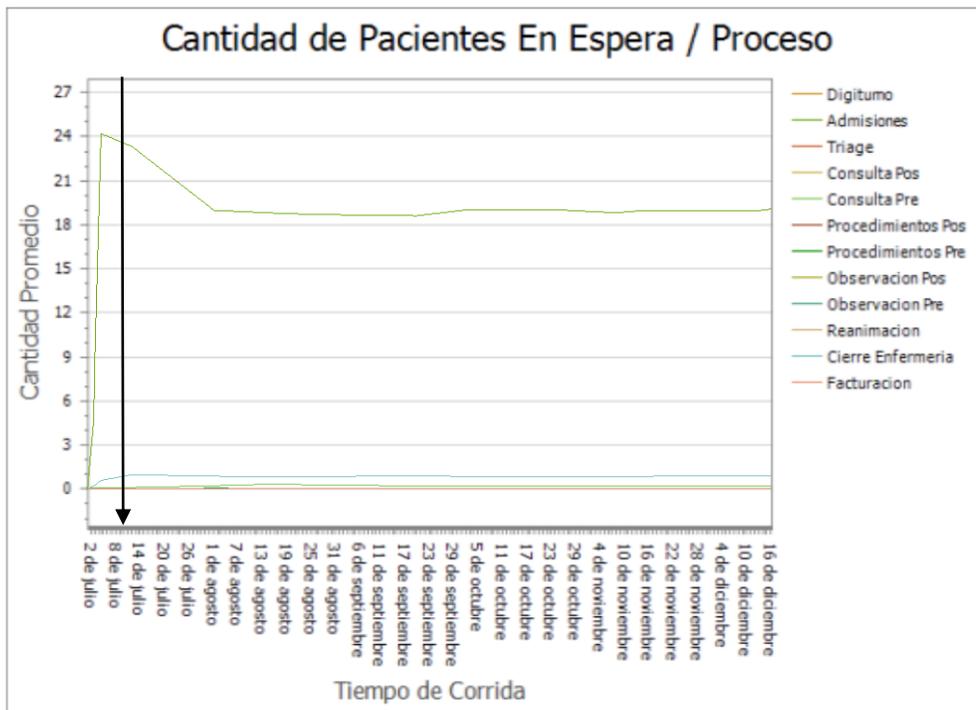
Fuente: Elaboración propia

Figura 29 Tiempo promedio en el sistema por tipo de paciente



Fuente: Elaboración propia

Figura 30 Cantidad de pacientes en espera por proceso



Fuente: Elaboración propia

9.1.5.2.1. Validación

Como resultado del análisis de los datos del primer semestre del año 2017, se tiene los datos entregados en la tabla a continuación:

Tabla 34 Resumen datos año 2017

		DISTRIBUTION	MEDIA DIST
TIEMPO PROCESAMIENTO	DIGITURNO	TRIA(0.09, 0.149, 1)	0.41
	ADMISIONES	TRIA(2, 5.99, 11)	6.33
	TRIAGE	NORM(5.01, 2.17)	5.01
	AUTORIZACIONES	TRIA(2, 5.75, 17)	8.25
	CONSULTA	TRIA(20, 25, 30)	25.00
	PROCEDIMIENTOS	TRIA(2, 4.6, 28)	11.53
	OBSERVACIÓN	TRIA(375, 750, 811)	645.33
	REANIMACIÓN	TRIA(15, 40, 65)	40.00
	CIERRE ENFERMERÍA	WEIB(3.64, 0.607)	6.79
	FACTURACIÓN	TRIA(1.1, 1.14, 2.14)	1.46
TIEMPO EN EL SISTEMA	TIEMPO EN EL SISTEMA	TRIA(60, 67.4, 650)	259.13
PACIENTES ATENDIDOS	PACIENTES	N/A	34942

Fuente: Elaboración propia

Lo que se busca es que dado que el reporte de la simulación trae consigo un intervalo de confianza para cada medida de desempeño, se debe comparar la media de la distribución calculada para los datos del primer semestre de 2017 contra el intervalo de confianza entregado por el reporte del modelo de simulación. Es decir, la media de la distribución debe estar incluida dentro del intervalo de confianza del reporte.

Tabla 35 Validación del modelo

REPORTE SIMULACIÓN					DATOS PRIMER SEMESTRE 2017	
Object Name	Data Item	Statistic Type	Minimum	Maximum	Media Dist	Validation
AdultoMayorPos	TimeInSystem	Average (Minutes)	232.3203206	271.1628047	259.1333333	CUMPLE
AdultoMayorPre	TimeInSystem	Average (Minutes)	230.5785461	300.1304557	259.1333333	CUMPLE
AdultoPos	TimeInSystem	Average (Minutes)	241.3466683	274.1816317	259.1333333	CUMPLE
AdultoPre	TimeInSystem	Average (Minutes)	252.4337435	295.3052339	259.1333333	CUMPLE
MenorPos	TimeInSystem	Average (Minutes)	391.6761068	571.9450244	259.1333333	NO CUMPLE
MenorPre	TimeInSystem	Average (Minutes)	236.4791592	282.3838958	259.1333333	CUMPLE
Salida + SalidaNoAutorizados	TimeInSystem	Observations	34224	35699	34942	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar seis de las siete medidas de desempeño cumplen con las condiciones para la validación del modelo, sin embargo, la medida de desempeño de tiempo promedio en el sistema para las entidades Menor Pos no cumple.

Para poder identificar la posible causa para que esta medida de desempeño no se encuentre dentro del intervalo de confianza, se debe observar los procesos por los que debe pasar esta entidad y en específico los que representen un tiempo relevante que podría afectar la medida de desempeño. De ahí se tiene la siguiente tabla:

Tabla 36 Revisión procesos relevantes MenorPos

REPORTE SIMULACIÓN					DATOS PRIMER SEMESTRE 2017	
Object Name	Data Item	Statistic Type	Minimum	Maximum	Media Dist	Validation
ObservacionPediatriaPos1	TimeProcessing	Average (Minutes)	623.102081	671.8069595	645.3333333	CUMPLE
ObservacionPediatriaPos2	TimeProcessing	Average (Minutes)	625.6637551	673.9611347	645.3333333	CUMPLE
ObservacionPediatriaPos3	TimeProcessing	Average (Minutes)	623.7927546	674.287636	645.3333333	CUMPLE
ObservacionPediatriaPos4	TimeProcessing	Average (Minutes)	626.5878282	674.463417	645.3333333	CUMPLE
ObservacionPediatriaPos5	TimeProcessing	Average (Minutes)	625.2769467	677.4577414	645.3333333	CUMPLE
ObservacionPediatriaPos6	TimeProcessing	Average (Minutes)	619.3566136	676.3804915	645.3333333	CUMPLE
ObservacionPediatriaPos7	TimeProcessing	Average (Minutes)	621.0816581	677.4218571	645.3333333	CUMPLE
ObservacionPediatriaPos8	TimeProcessing	Average (Minutes)	624.915462	675.162499	645.3333333	CUMPLE
ObservacionPediatriaPos9	TimeProcessing	Average (Minutes)	621.7857885	678.4180286	645.3333333	CUMPLE
ProcedimientosPediatria	TimeProcessing	Average (Minutes)	18.71576266	21.06270822	11.53	NO CUMPLE
ReanimacionPediatria	TimeProcessing	Average (Minutes)	35.38439176	63.96570846	40	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que solo un proceso no está dentro del intervalo de confianza, el cual es Procedimientos. Este proceso tiene una particularidad, es un proceso que comparten recursos con la entidad MenorPre, y debido a que existe una prioridad entre MenosPre y MenorPos cuando se tiene el mismo resultado de Triage, se podría deducir que la prioridad de atención de los recursos de Pre generar una demora en la atención de las entidades Pos.

Para evaluar esta hipótesis, se genera una simulación de este proceso sin compartir recursos, para observar la misma medida de desempeño y validar si se encuentra dentro del intervalo de confianza. El resultado es el siguiente:

Tabla 37 Verificación comportamiento medida de desempeño sin compartir recursos

REPORTE SIMULACIÓN					DATOS	PRIMER
					SEMESTRE 2017	
Object Name	Data Item	Statistic Type	Minimum	Maximum	Media Dist	Validation
MenorPos	TimeInSystem	Average (Minutes)	255.0739245	291.0968546	259.1333333	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que el modelo comparado con el análisis de datos está completamente verificado y puede usarse como elemento para realizar análisis posteriores.

9.2. Elaborar un plan de optimización para urgencias médicas en la Clínica Universidad de la Sabana basados en la metodología simulación discreta.

Ya teniendo un modelo completamente validado con datos proporcionados por la clínica, se puede proceder a plantear diferentes escenarios usando. Todo esto con el fin de lograr mejoras en las medidas de desempeño teniendo un punto de control que es el modelamiento del sistema actual, para ellos se procede con los siguientes puntos:

9.2.1. Planteamiento de escenarios para optimización

9.2.1.1. Escenario 1 La división de tareas puede mejorar el rendimiento. (Principio 12)

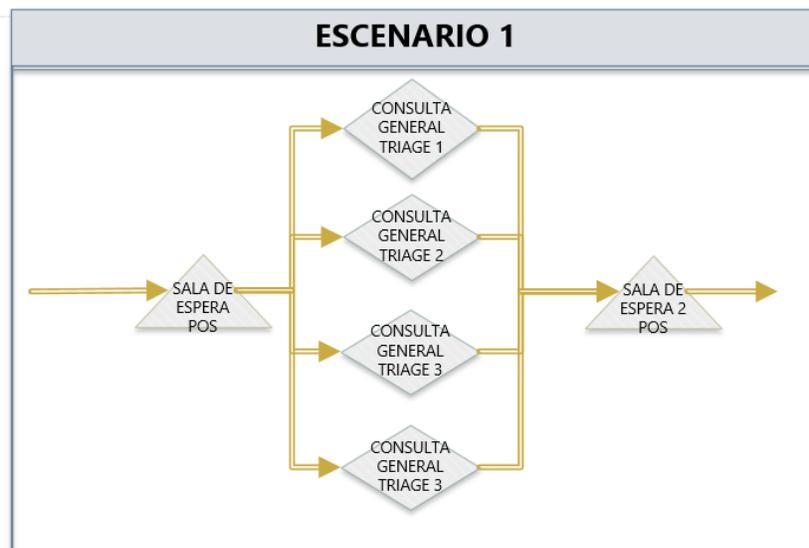
Para que la división de tareas sea beneficiosa, los servidores alternativos deben ser servidores sin cuellos de botella. Si realizamos una operación de configuración adicional o realizamos un procesamiento adicional en un servidor de cuellos de botella, estamos afectando la capacidad de producción del sistema en su conjunto. La decisión de dividir una tarea puede ser beneficiosa para la entidad específica involucrada, pero perjudicial para otras entidades que deben ser procesadas por los servidores. Por otro lado, si realizamos un procesamiento adicional en un servidor ligeramente usado, tenemos un impacto mínimo en la capacidad de producción del sistema.

Cuando las condiciones sean las adecuadas, la división de tareas aumentará el rendimiento, reducirá el trabajo en curso y mejorará la entrega oportuna. (Dennis Pegden, 2015)

No todas las tareas se pueden dividir debido a que al realizarlo puede afectar la capacidad de producción de todo un sistema, cuando las condiciones son las ideales aumentara el rendimiento, reduce el tiempo de trabajo y mejora el tiempo de entrega, se plantea que el proceso de consulta sea dividido en los consultorios por Triage y validar que este proceso cumpla con las condiciones ideales para poder aplicar este principio y lograr reducciones en tiempos de procesamiento.

Para el proceso específico de consulta se puede validar este principio dedicando cada consultorio a un Triage específico, esto quiere decir que habrá un consultorio para el Triage 1, otro consultorio para el Triage 2 y un tercer consultorio para el Triage 3. En el modelo se plantea de la siguiente manera:

Figura 31 Modificación process Map Escenario 1



Fuente: Elaboración propia

Los resultados del modelamiento se plantean a continuación:

Tabla 38 Resultados Escenario 1

DESCRIPCIÓN		INICIAL	ESCENARIO 1	INICIAL VS ESCENARIO 1
Object Name	Data Item	Average	Average	
AdultoMayorPos	TimeInSystem	251.806094	251.6963794	0.04%
AdultoMayorPre	TimeInSystem	261.5503529	261.2789439	0.10%
AdultoPos	TimeInSystem	256.3068636	256.1013507	0.08%
AdultoPre	TimeInSystem	274.4244619	274.3810497	0.02%

MenorPos	TimeInSystem	455.5436479	456.1693389	-0.14%
MenorPre	TimeInSystem	257.4665384	257.3053958	0.06%
Salida	TimeInSystem	327.7343574	327.8629432	-0.04%
SalidaNoAutorizados	TimeInSystem	155.9277396	155.7664264	0.10%

Fuente: Elaboración propia

En general, se puede resumir los resultados que son casi insignificantes a nivel de mejoras. El planteamiento de dedicar a una tarea específica los consultorios, en este caso un consultorio para cada tipo de Triage, no genera ninguna mejora en el modelo. El orden de las mejoras es menor al 0.1%, por lo que se toma la decisión de descartar este escenario.

9.2.1.2. Escenario 2 Trabajadores flexibles mejoran el rendimiento. (Principio 13)

Un elemento costoso y crítico de muchos sistemas de servicio son los trabajadores del sistema. En un sistema de servicio, los miembros del personal realizan algún tipo de servicio para los clientes, como verificar la presión arterial y la frecuencia cardíaca, o leer una radiografía de rayos X. Los trabajadores pueden estar dedicados a un servidor específico, como una máquina o sala de examen, o compartirse entre múltiples servidores.

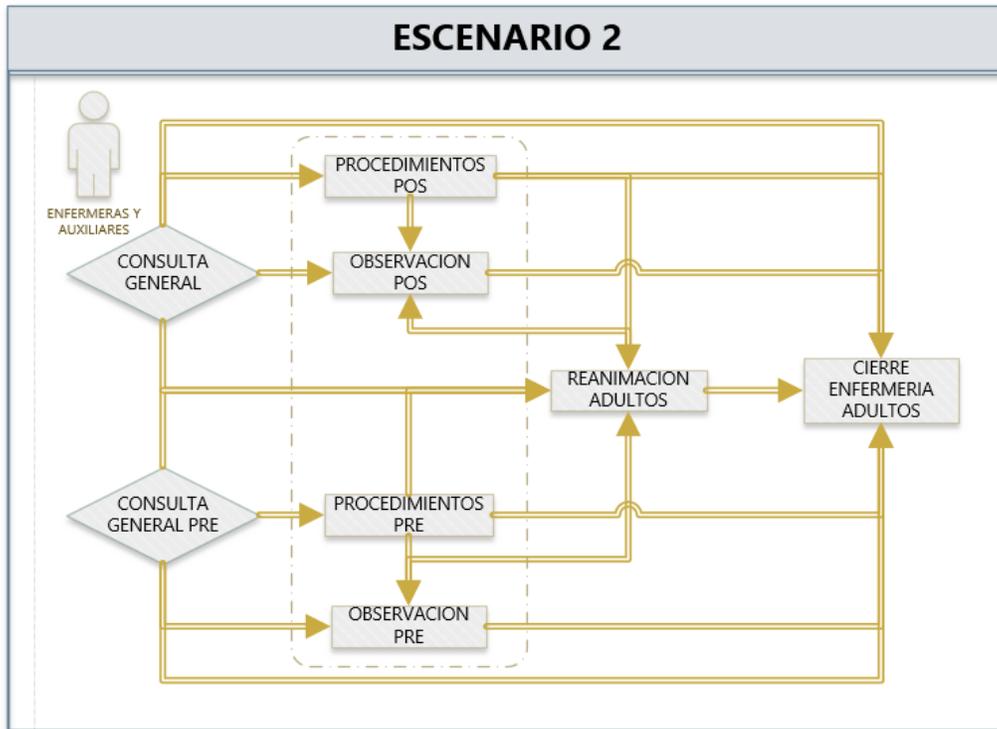
Este principio establece que agregar flexibilidad a nuestros trabajadores mejorará el rendimiento. Deberíamos ver un aumento en este, una reducción en el trabajo en proceso y una mejora en la entrega oportuna. (Dennis Pegden, 2015)

Al generar flexibilidad de nuestros recursos estamos dando fuerza al principio de Pull, en el cual el paciente no tendrá que acceder al sistema para buscar el médico o enfermera que necesita si no al tener un equipo variado (diferentes especialidades) el paciente podrá acceder a lo que necesite cuando lo desee, para saber los tipos de especialidad que se deben establecer con mayor frecuencia esto lo dará algún punto del tiempo donde la demanda se estabilizara como cualquier ciclo de negocios.

Se busca tener personal capacitado para cualquier tipo de proceso. Hoy en día, los recursos de enfermería tienen tareas específicas, hay personal dedicado a los procesos de procedimientos, observación, Triage y reanimación algunos con utilidades bajas en tiempos específicos. Se plantea que dichos recursos puedan apoyar cualquier tipo de proceso, lógicamente esto implica una inversión en capacitación importante, pero

se estaría optimizando el uso de los recursos. Lo mismo sucede para los recursos de médicos en procesos como consulta y observación. En este caso los especialistas no podrían ser contemplados en este análisis.

Figura 32 Modificación process Map Escenario 2



Fuente: Elaboración propia

Los resultados del modelamiento se plantean a continuación:

Tabla 39 Resultados Escenario 2

DESCRIPCIÓN		INICIAL	ESCENARIO 2	INICIAL VS ESCENARIO 2
Object Name	Data Item	Average	Average	
AdultoMayorPos	TimeInSystem	251.806094	251.9093143	-0.04%
AdultoMayorPre	TimeInSystem	261.5503529	261.1956905	0.14%
AdultoPos	TimeInSystem	256.3068636	256.2654162	0.02%
AdultoPre	TimeInSystem	274.4244619	274.395909	0.01%
MenorPos	TimeInSystem	455.5436479	263.3848279	42.18%
MenorPre	TimeInSystem	257.4665384	267.7908882	-4.01%
Salida	TimeInSystem	327.7343574	264.6952015	19.23%

SalidaNoAutorizados	TimeInSystem	155.9277396	155.8231068	0.07%
---------------------	--------------	-------------	-------------	-------

Fuente: Elaboración propia

Como anteriormente se había demostrado la zona de pediatría tenía restricciones al compartir recursos entre el plan obligatorio de salud y la prepagada, al flexibilizar los recursos la disminución de la entidad MenorPos es abrupta, debido a que puede contar con recursos de baja utilización como son los recursos de prepagada, la disminución es de más del 42%. Esta disminución general un aumento en el tiempo de atención de pediatría prepagada, pero es admisible al ser solo de 4%.

Para una visión general, la disminución del tiempo total de atención es del 19% realizando los cambios mencionados en este escenario.

9.2.1.3. Escenario 3 Reducir el número de pasos de procesos mejora el rendimiento. (Principio 18)

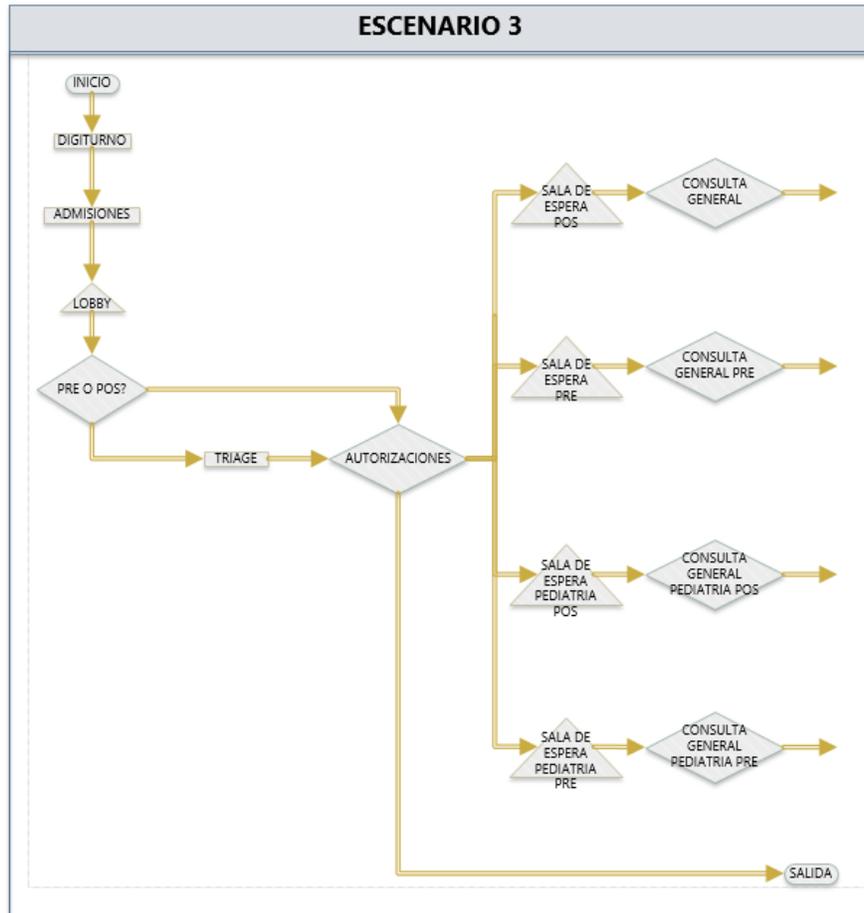
Reducir el número de pasos en un proceso puede reducir la variabilidad del proceso y también mejorar el rendimiento del sistema. La teoría básica de probabilidad establece que, para un número independiente de pasos en secuencia, el total de tiempo de procesamiento para todos los pasos tiene una varianza que es la suma de las varianzas de cada uno de los pasos. Si se consolidan pasos sin incrementar la variabilidad de los pasos consolidados, se puede reducir la variabilidad total del tiempo de procesamiento ya que son las sumas de menos varianzas. (Dennis Pegden, 2015)

Basados en la aplicación de LEAN y la filosofía de la clínica se desea dar una prioridad a los pacientes de prepaga, en la actualidad el enfoque está con mejores salones de espera sin embargo en LEAN lo que se busca es reducir tiempos de espera, para esto aplicando JIT (Just In Time) todo paciente de prepagada que llegue irá directamente a consulta lo que les daría una consulta prioritaria reduciendo tiempos, eliminando muda por medio de eliminación de procesos innecesarios, dando valor al flujo y buscando la perfección completa constante.

Para el caso de atención prepagada debido a bajo número de pacientes, se podría plantear la eliminación de algunos pasos en la atención: como Triage y autorizaciones, podría proponerse que el proceso de admisiones realice los procesos de la autorización, el Triage médico como paso sea eliminado para que el paciente pase inmediatamente a consulta. Esto se debe a que en la atención prepagada todos los Triage se atienden, a diferencia de la atención del plan obligatorio de salud (Pos) donde los Triage 4 y 5 no son atendidos por urgencias.

Para pacientes del plan obligatorio de salud (POS) se evalúa unificar los procesos de admisiones y Triage, esto quiere decir que la enfermera encargada de realizar el Triage sea capacitada en el ingreso de los pacientes al sistema.

Figura 33 Modificación process Map Escenario 3



Fuente: Elaboración propia

Los resultados del modelamiento se plantean a continuación:

Tabla 40 Resultados Escenario 3

DESCRIPCIÓN		INICIAL	ESCENARIO 3	INICIAL VS ESCENARIO 3
Object Name	Data Item	Average	Average	
AdultoMayorPos	TimeInSystem	251.806094	249.1544531	1.05%
AdultoMayorPre	TimeInSystem	261.5503529	144.0855608	44.91%
AdultoPos	TimeInSystem	256.3068636	249.1180821	2.80%

AdultoPre	TimeInSystem	274.4244619	144.3554216	47.40%
MenorPos	TimeInSystem	455.5436479	456.4384289	-0.20%
MenorPre	TimeInSystem	257.4665384	143.5158811	44.26%
Salida	TimeInSystem	327.7343574	332.6115642	-1.49%
SalidaNoAutorizados	TimeInSystem	155.9277396	148.3743544	4.84%

Fuente: Elaboración propia

La eliminación de un paso adicional que no tenía sentido para los pacientes de prepagada como lo era el Triage, genera una disminución abrupta en las entidades pertenecientes a prepagada, del orden del 45%. También se puede analizar que la afectación de esta modificación a las entidades del plan obligatorio de salud (POS) es mínima pero positiva. Se muestra una disminución del 1.5% en el tiempo promedio de atención, pero esto es insignificante para la cuantía de las disminuciones entidad por entidad.

El eliminar un proceso como Triage para prepagada podría traer consigo algunas contraindicaciones, por ejemplo, que un paciente con una prioridad de atención alta deba esperar por su atención o en caso contrario que un paciente con una prioridad de atención baja sea atendido muy rápidamente. Para ello, se debe analizar los tiempos de espera promedio para el proceso de Consulta prepagada, y adicional lo de proceso de Triage.

Tabla 41 Tiempos de espera Prepagada

Proceso	Ítem de datos	Tipo Estadístico	Promedio	Mínimo	Máximo
ConsultaPediatriaPre	TimeWaiting	Average (Minutes)	7.51	6.98	7.89
ConsultaPediatriaPre	TimeWaiting	Observaciones	8121.30	6423	9999
ConsultaPre	TimeWaiting	Average (Minutes)	7.71	7.09	9.49
ConsultaPre	TimeWaiting	Observaciones	7664.28	6196	9248
Triage	TimeWaiting	Average (Minutes)	0.06	0	0.41
Triage	TimeWaiting	Observaciones	10.49	1	26

Fuente: Elaboración propia

De la anterior grafica tenemos que en promedio un paciente en espera de consulta prepagada ya sea adulto o pediátrico espera en promedio no más de 8 minutos, tiempo razonable. Comparado con la espera de Triage que el paciente si debería esperar en promedio 10.5 minutos, lo que generalizando se estaría reduciendo más de un 20% en tiempo de atención. Por ello se considera un buen escenario de mejora.

9.2.1.4. Escenario 4 Consolidación de los escenarios 2 y 3

Como resultado de los tres escenarios anteriores, se plantea la unificación de los escenarios con resultados positivos para las medidas de desempeño, en este caso el escenario 2 y 3 fueron los de mejores rendimientos. Los resultados del modelamiento se plantean a continuación:

Tabla 42 Resultados Consolidado

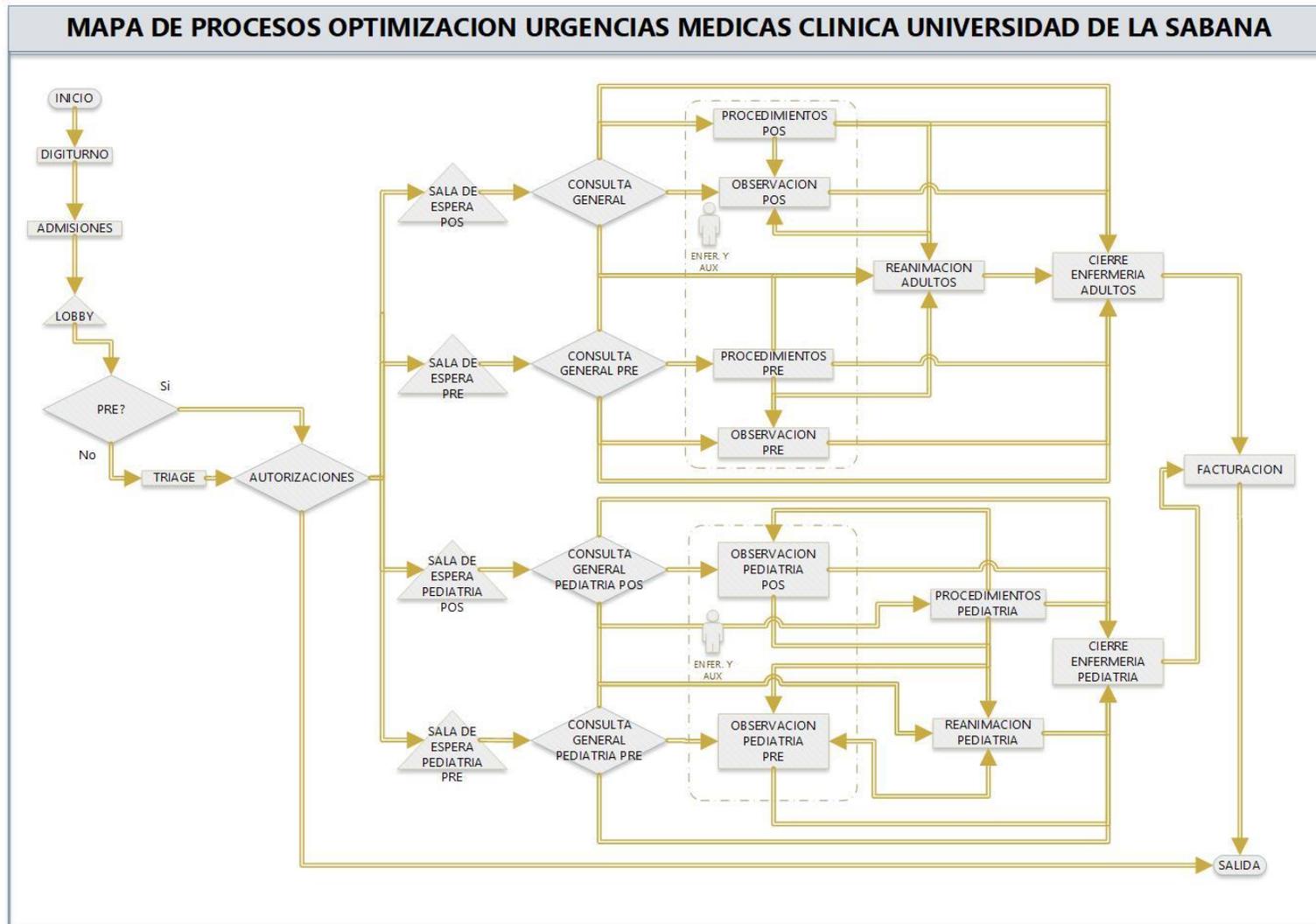
DESCRIPCIÓN		INICIALES	CONSOLIDADO	INICIAL VS CONSOLIDADO
Object Name	Data Ítem	Average	Average	
AdultoMayorPos	TimeInSystem	251.806094	249.0032166	1.11%
AdultoMayorPre	TimeInSystem	261.5503529	143.7193861	45.05%
AdultoPos	TimeInSystem	256.3068636	249.2565647	2.75%
AdultoPre	TimeInSystem	274.4244619	144.0196142	47.52%
MenorPos	TimeInSystem	455.5436479	256.7223075	43.64%
MenorPre	TimeInSystem	257.4665384	143.850692	44.13%
Salida	TimeInSystem	327.7343574	253.0224787	22.80%
SalidaNoAutorizados	TimeInSystem	155.9277396	148.2969493	4.89%

Fuente: Elaboración propia

En general tenemos disminuciones en el tiempo de atención para todas las entidades de servicio prepagada de salud del orden del 45%, para el plan obligatorio se tienen disminuciones del orden del 3%. Pero en general el tiempo de atención se reduce en 22%. Esto demuestra que la consolidación de los dos escenarios representa un mejor planteamiento que los demás analizados.

9.2.2. Desarrollo de mapa de proceso del sistema optimizado

Figura 34 Process Map optimizado



Fuente: Elaboración propia

9.2.3. Discusión de resultados

El desarrollo del proyecto tuvo como inicio una serie de entrevistas con el Doctor Jorge Mario Salcedo encargado de la zona de urgencias de la Clínica Universidad de la Sabana y codirector de este proyecto, con quien se describió cada uno de los procesos involucrados y cada una de las entradas y salidas respectivas.

Luego se planteó un paso a paso de un paciente al usar el servicio de salud; como resultado de toda esta descripción se llegó a la elaboración de un process Map el cual resume a manera general las posibles rutas que puede tener un paciente en el sistema. Además de la discriminación de cada tipo de entidad (Adulto, Adulto Mayor, Pediatría) con su plan de salud (POS, Prepagada) con su respectivo comportamiento en el sistema. Y su clasificación por tipos de recursos (Médicos, Enfermeras, Auxiliares y Administrativos).

Como paso siguiente se solicitaron datos a la Clínica de dos fuentes de información, el sistema de digiturno y el software de atención medica HOSVITAL, de donde se realizó un exhaustivo análisis de datos para encontrar tiempos de procesamiento para cada tipo de proceso. Se realizaron test estadísticos para eliminación de datos atípicos para luego ajustar los datos a una distribución estadística específica. Por otro lado, se analizó la demanda de pacientes para el primer semestre del año 2017, esto con el fin de encontrar un patrón o tendencia de comportamiento en horas específicas y días específicos.

Se excluyeron algunas entidades del sistema que no eran relevantes en el modelo, como discapacitados y mujeres embarazadas, además de que la información del comportamiento específico de estas entidades fuera reducido para la toma de decisiones.

Se inició el modelamiento de la Clínica con el software SIMIO, transmitiendo toda la información anteriormente comentada al software. Como paso importante en la elaboración de este proyecto fue la validación del modelo, para este apartado se tomaron dos puntos de referencia; una verificación cualitativa que se realizó con personal de la Clínica donde pudieran ver el comportamiento tridimensional de la zona de urgencias. Al ser presentado el modelo se implementó una encuesta básica para la evaluación de este. Una vez tenido los resultados y las recomendaciones se procedieron a realizar una evaluación cuantitativa de modelo. Con la porción de datos del segundo semestre del 2017 se calcularon distribuciones estadísticas para las medidas de desempeño, y se contrarresto contra los resultados del reporte de simulación. Es decir, el promedio de los ajustes de las distribuciones para cada medida de desempeño tenía que estar contenido en el intervalo de confianza generado por el reporte de simulación.

Con metodologías de mejoramiento y Lean Six Sigma se procedió a realizar 3 planteamientos de mejora de los procesos. Con estos planteamientos se simuló nuevamente y se compararon los resultados para cada medida de desempeño. Se desechó un primer escenario por no encontrar mejoras sustanciales, con los dos escenarios restantes se consolidaron encontrando un 22% en la reducción de los tiempos de atención.

Los resultados fueron analizados con el Doctor Salcedo para validar si estas soluciones realmente podrían ser aplicadas en la Clínica Universidad la Sabana, como resultado de sus comentarios queda que para el escenario 2, este proceso es algo que se hace en ciertos momentos pero que no se menciona mucho ya que esto depende del volumen de pacientes que se tiene, por tal razón es muy variable el uso de esta sugerencia sin embargo claramente es una solución viable y que se aplica con doctores y enfermeras para poder agilizar, en algunos momentos la flexibilización no viene dentro del mismo departamento de urgencias si no puede ser de otros departamentos de la clínica por tal razón es algo totalmente válido según el momento. Para el escenario tres se ha planteado el proyecto, pero no es un plan a corto plazo ya que se necesita ampliar las instalaciones, pero es muy importante ver que las conclusiones arrojan un planteamiento que se pensó como solución para dar prioridad a la prepagada y que claramente el estudio ve la necesidad de dar agilidad a el proceso de ingreso de pacientes con planes complementarios, como punto importante menciona que sería interesante llevar esta información a las directivas.

10. CONCLUSIONES

- Lean Six Sigma como alternativa de solución a problemas: todo proceso de simulación nos ayudara a ver de forma virtual los problemas que se tienen en un sistema, pero lo realmente interesante es encontrar una solución a ellos de una forma guiada y no basado en prueba y error. Usando este tipo de metodologías aprobadas podemos involucrar y comprometer a todos los trabajadores inclusive directivos para lograr una meta, eliminación de muda y todo lo que genere desperdicio en tiempo, esto con lleva a una producción ágil, clientes contentos con producto y servicio, adicionalmente por el lado de la empresa menos trabajo con menos esfuerzo, el uso Lean Six Sigma al final generará una reducción de costos en procesamiento.
- Tiempo en el sistema y cantidad de pacientes en el sistema fueron nuestros indicadores para validación del modelo, es importante tener claro que variables pueden afectar el resultado, básicamente el modelo se comporta como una función $Y = f(x)$ donde Y es la salida esperada y X son las variables que pueden afectar la salida, de tal manera que con las variables correctas podemos medir, analizar, mejorar y controlar (procesos de Six Sigma) para obtener el resultado deseado y guiados por procesos estandarizados.

- La simulación nos da una herramienta poderosa para ahorrar costos: esto es algo que en si tiene mucho sentido en procesos de fabricación, pero a veces los directivos son temerosos en tomar decisiones basados en simulación, un claro resultado aquí es el ver como se resolvió el proyecto tomando la simulación del primer semestre y haciendo la comparación con respecto al segundo semestre, de esta manera se logra validar que la simulación esta con los parámetros indicados. Con esto se obtuvieron mejoras del 22% en los tiempos de atención. Adicionalmente proponer cambios y ver resultados sin necesidad de hacer aumento o reducción de recursos (aplicando cambios en caliente) que pueden implicar gastos en dinero que al final afectan la Clínica.

- La simulación en 3D: Este tipo de simulación que nos ofrece SIMIO incide mucho en la aceptación de una validación ante personal que no tiene conocimientos técnicos, de esta forma puede ser aceptada de una manera ágil cualquier verificación, adicionalmente se gana tiempo en este tipo de procesos lográndose continuar con el proyecto en sí, reduciendo muda en esta etapa del proyecto. Normalmente muchos procesos de validación son bloqueados debido a la complejidad de los sistemas, el personal no técnico tiende a no aprobarlos debido a la falta de conocimiento o entendimiento de las herramientas.

- El periodo de recopilación de datos se debe tener en cuenta como el más crítico, ya que es información que viene de terceros o que se debe generar un control para obtenerla, en este periodo se debe entender la cultura de la empresa y dinanismos de los empleados ya que esto influye en los tiempos de entrega y cumplimiento, es bueno entender desde un principio que es el proceso más complejo ya que puede tomar el 60% del desarrollo general del proyecto, adicionalmente una vez obtenidos los datos es esencial seleccionar una herramienta o software para el manejo de grandes cantidades de datos esta debe tener el poder de hacer los cálculos precisos y tener los recursos estadísticos que se vayan a utilizar durante el proyecto, las herramientas que normalmente usamos como lo es EXCEL puede que con grandes cantidades de datos entrega resultados que no son precisos y así aumentar los márgenes de error.

11. CONTRIBUCIONES

- Se logra con este proyecto romper una de las nuevas problemáticas que hay en el mundo, las cuales son la seguridad en carros autónomos, adicción a redes sociales y acceso a los sistemas de salud; el proyecto logra reducir tiempo total de gestión hasta un 22% con esto se permitiría recibir más demanda de pacientes y lograría dar acceso a más población a una atención de calidad en salud.

- Una contribución por este proyecto es que es la primera vez que la clínica recibe una simulación 3D de sus procesos por parte de los estudiantes de la Maestría de Gerencia de Ingeniería y en general de la universidad de la Sabana, esto incluye sugerencias para el mejoramiento de atención y reducción de esfuerzo que puede verse reflejado en menos gastos, adicionalmente información que se encuentra en el documento ya fue usada en reuniones de la clínica para su análisis y deliberación interna.
- El uso de herramientas de alta gerencia de ingeniería como analítica descriptiva y simulación predictiva en el desarrollo del proyecto base vital para la cimentación firme de simulación y pasos para solución con aplicación de metodologías como Lean Six-Sigma, Process Map, encuestas y simulación discreta, sin este conocimiento es probable que la simulación o el análisis de este no sea preciso y puede generar más problemáticas en lugar de soluciones.

12. LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES

- Una de las limitaciones encontradas en el proyecto fue la recolección de datos y si se volviera empezar el trabajo, como aprendizaje se debería tener más conciencia de la calidad de la información, entender que esta viene sin estructurar, se debe organizar y segmentar para un mejor entendimiento, de esta forma el manejo será más fluido. El inicio del trabajo se vio altamente golpeado en tiempo por la demora en entrega de la información, esto es un factor que se debe entender desde un principio que al ser externo puede alterar los tiempos.
- Siempre la alineación de los interesados para hacer a estos partícipes del proyecto es complicada, por tal razón contar con la aprobación de las cabezas/gerentes de equipos es vital para poder lograr avances sin ella se puede llegar a puntos muertos o sin fin y estancarse el trabajo dando como resultado semanas perdidas.
- Si se deseara ampliar o continuar el trabajo la sugerencia es aplicar la simulación y la metodología a todas las áreas de la clínica donde como resultado va a ser una mejoría general, adicionalmente el software contempla costos, anexando esta información se tendrá una información precisa en todas las áreas y dará grandes ventajas para toda la clínica basada en simulación sin necesidad de una intervención invasiva.
- Si se deseara tener resultados de mayor relevancia se sugiere analizar cada proceso por separado, es decir, realizar análisis detallados para cada proceso expuesto en este documento, con el fin de encontrar

posibles puntos de mejora que puedan dar mejores resultados en los tiempos de atención en cada proceso particular. Esto lógicamente reduciría las medidas de desempeño de tiempo en el sistema.

13. REFERENCIAS

- Amón, I. (2010a). Guía Metodológica Para La Selección De Técnicas De Depuración De Datos, 120. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/2033/1/71644758.20101.pdf>
- Amón, I. (2010b). Guía Metodológica Para La Selección De Técnicas De Depuración De Datos, 120.
- Arafeh, M., Barghash, M. A., Haddad, N., Musharbash, N., Nashawati, D., Al-bashir, A., & Assaf, F. (2018). Using Six Sigma DMAIC Methodology and Discrete Event Simulation to Reduce Patient Discharge Time in King Hussein Cancer Center, 2018.
- Arangure, L. (2013). BIBLIOTECA OCTAVIO ARIZMENDI POSADA UNIVERSIDAD DE LA SABANA Chía - Cundinamarca. Tesis. Universida de La Sabana, 103. Retrieved from [http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/10409/1/Lina María Arangure Burgos\(TESIS\).pdf](http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/10409/1/Lina_María_Arangure_Burgos(TESIS).pdf)
- ASTM International - Standards Worldwide. (2008). Manejo de valores atípicos, 8–10. Retrieved from https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPND08/datapoints_spnd08.html
- Bonet-Morón, J., & Guzmán-Finol, K. (2015). Un análisis regional de la salud en Colombia Un análisis regional de la salud en Colombia. Retrieved from http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_222.pdf
- Brue, G. (2002). *Six Sigma For Managers*. (McGraw-Hill, Ed.) (Primera Ed). New York: McGraw-Hill.
- Bustos, Y., Castro, J., Wen, L. S., Sullivan, A. F., Chen, D. K., & Camargo, C. A. (2015). Emergency department characteristics and capabilities in Bogotá, Colombia. *International Journal of Emergency Medicine*, 8(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s12245-015-0079-y>
- DANE. (2017). CALIDAD DE VIDA ECV 2016 ECV realizadas y representatividad, 74.
- Dennis Pegden. (2015). *Process Improvement Principles* (First Edit). Pennsylvania: Simio LLC.
- Dirgo, R. (2006). *Look Forward Beyond Lean and Six Sigma : A Self-perpetuating Enterprise Improvement Method*. Fort Lauderdale.
- Electric, G. (2015). What is Six Sigma? Retrieved from <https://www.ge.com/en/company/companyinfo/quality/whatis.htm>
- Escuder, M., Tanco, M., & Santoro, A. (2015). Experiencia de Implementación de Lean en un Centro de Salud de Uruguay A Lean Implementation Experience in a Uruguayan Healthcare Center. *Memoria Investigaciones En Ingeniería, Núm, 13*, 79–95. Retrieved from <http://www.um.edu.uy/docs/6->

experiencia-de-implementacion-de-lean-en-un-centro-de-salud.pdf

- Espinel, M., Romero, M., Fernandez, L., Torres, J., & D'Antonio, S. (2015). Utilización por cuenta propia de los Servicios de Urgencias Hospitalarias: razones que dan las personas con problemas de salud de baja complejidad para utilizar estos servicios. *Psicooncología*, *12*(1), 129–140. <https://doi.org/10.5209/rev>
- Fernández Landaluce, A., Andrés Olaizola, A., Mora González, E., Azkunaga Santibáñez, B., Mintegi Raso, S., & Benito Fernández, J. (2005). Triage telefónico realizado por médicos en urgencias de pediatría. *Anales de Pediatría*, *63*(4), 314–320. <https://doi.org/10.1157/13079814>
- Fontgivell, B. O. (2013). La dirección de operaciones en un hospital de alta tecnología, 144.
- Gingrich, P. (1992). *Introductory Statistics For The Social Sciences*. (U. of R. Department of Sociology and Social Sciences, Ed.).
- Goienetxea Uriarte, A., Ruiz Zúñiga, E., Urenda Moris, M., & Ng, A. H. C. (2017). How can decision makers be supported in the improvement of an emergency department? A simulation, optimization and data mining approach. *Operations Research for Health Care*, *15*, 102–122. <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2017.10.003>
- Haghighinejad, H. A., Kharazmi, E., Hatam, N., Yousefi, S., Hesami, S. A., Danaei, M., & Askarian, M. (2016). Using Queuing Theory and Simulation Modelling to Reduce Waiting Times in An Iranian Emergency Department. *International Journal of Community Based Nursing and Midwifery*, *4*(1), 11–26. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26793727> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4709818>
- Heuvel, J. Van Den, Does, R. J. M. M., & Koning, H. De. (2006). Lean Six Sigma in a hospital. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, *2*(4), 377. <https://doi.org/10.1504/IJSSCA.2006.011566>
- James P. Womack and Daniel T. Jones. (2003). *Lean Thinking* (Second Edi). New York.
- John K. Taylor, C. C. (2004). *Statistical Techniques for Data Analysis* (Second Edi).
- Khorsadnia, B., García, G., Dawidowski, A., Giussi Bordonni, M., Rubin, L., Gonzalez bernaldo de Quirós, F., & Luna, D. (2014). ¿Que Opinan Los Medicos Acerca De La Comunicación Electronica Con Sus Pacientes? *Unpublished.*, (7), 1–7.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). Resolución 5596 de 2015. *Colombia (Bogotá D.C)*, 2015, 5. Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-5596-de-2015.pdf>
- Morales, J. C., Aranda, J. M., & Cala, S. (2016). Propuesta de una solución tecnológica como alternativa a

- los problemas de saturación en salas de urgencias de Bogotá, Colombia. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud*, 28(2), 9. Retrieved from <http://www.acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/1084/661>
- Nahas, A., Awaldi, A., & Reggelin, T. (2017). Simulation and the Emergency Department Overcrowding Problem. *Procedia Engineering*, 178, 368–376. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.068>
- Pueblo, D. del. (2014). En servicios de urgencias en hospitales de Bogotá , pacientes esperan hasta 8 días en condiciones indignas, 2014, 8–11. Retrieved from <http://www.defensoria.gov.co/es/nube/noticias/1029/En-servicios-de-urgencias-en-hospitales-de-Bogotá-pacientes-esperan-hasta-8-días-en-condiciones-indignas-Toma-de-hospitales-salud-operativo-humanitario-Esiquio-Manuel-Sánchez-servicios-de-urgencias-Defens>
- Rafols Crestani, A., Sieira Ribot, M. A., De Ciurana Gay, M., Franco Comet, P., Font Roura, P., & Torrent Goñi, S. (2010). Gestion de la demanda de urgencias: Quiero que el medico me vea ahora! Como lo hacemos? *Semergen*, 36(10), 562–565. <https://doi.org/10.1016/j.semerng.2010.04.012>
- Rossetti, M. D. (2015). *Simulation Modeling and Arena*. (Wiley, Ed.) (2th Editio). Wiley.
- Salazar, F. V., Ard, N., & Navarro, J. (2008). Satisfacción y calidad :, 6(13), 139–168.
- Salud, B. M. de la. (2015). Gasto en salud, total (% del PIB). Retrieved from <https://datos.bancomundial.org/indicador/SH.XPD.TOTL.ZS?end=2014&start=1995&type=points&view=chart>
- Severino Ribeca. (2014). Catálogo de Visualización de Datos. Retrieved from https://datavizcatalogue.com/ES/metodos/diagrama_cajas_y_bigotes.html
- Sociedad Colombiana de Pediatría. (2018). 18 años de edad, límite de la atención médica en menores por pediatras e inicio de consulta por internistas. Retrieved from <https://scp.com.co/notas-destacadas/los-18-anos-de-edad-sera-el-limite-y-finalizacion-de-la-atencion-medica-por-los-pediatras-e-inicio-de-la-atencion-medica-por-los-medicos-internistas/>
- Spiegel, M. ., & Stephens, L. . (2009). *Estadística. Serie Schaum. Estadística*.
- Taghizadegan, S. (2006). *Essentials of Lean Six Sigma. Essentials of Lean Six Sigma*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-370502-0.X5000-0>
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Keying, Y. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Wood, P. R. (1986). Pediatric resident training in telephone management: a survey of training programs in the United States. *Pediatrics*, 77(6), 822–825.

14. ANEXOS

14.1. Encuestas

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA LEAN SIX SIGMA Y SIMULACION
DISCRETA PARA LA OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS DE URGENCIAS
MEDICAS DE LA CLINICA UNIVERSIDAD DE LA SABANA**

FACULTAD DE INGENIERIA

MAESTRIA EN GERENCIA DE INGENIERIA

ESTUDIANTES: FRANCISCO ROA

SERGIO RODRIGUEZ

Nombre:

DANIELA M BRANDA

Departamento:

EEG proceso

Por favor responder las preguntas teniendo en cuenta que 5 es muy acertado, 3 poco acertado, 1 no acertado.

1. ¿El Mapa de proceso cumple cuenta con detalle los procesos llevados en Urgencias?
 a. 5
 b. 3
 c. 1
2. ¿La información y datos que son expuestos en el trabajo son acorde a los procesos que se llevan en el departamento de urgencias?
 a. 5
 b. 3
 c. 1
3. ¿El modelo describe los procesos y el flujo de pacientes dentro de la clínica?
 a. 5
 b. 3
 c. 1
4. ¿El modelo es una representación acertada de la realidad?
 a. 5
 b. 3
 c. 1

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA LEAN SIX SIGMA Y SIMULACION
DISCRETA PARA LA OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS DE URGENCIAS
MEDICAS DE LA CLINICA UNIVERSIDAD DE LA SABANA**

FACULTAD DE INGENIERIA

MAESTRIA EN GERENCIA DE INGENIERIA

ESTUDIANTES: FRANCISCO ROA

SERGIO RODRIGUEZ

Nombre:

John Gombica

Departamento:

Negocios Profesionales de Enlace.

Por favor responder las preguntas teniendo en cuenta que 5 es muy acertado, 3 poco acertado, 1 no acertado.

1. ¿El Mapa de proceso cumple cuenta con detalle los procesos llevados en Urgencias?
 a. 5
b. 3
c. 1
2. ¿La información y datos que son expuestos en el trabajo son acorde a los procesos que se llevan en el departamento de urgencias?
 a. 5
b. 3
c. 1
3. ¿El modelo describe los procesos y el flujo de pacientes dentro de la clínica?
 a. 5
b. 3
c. 1
4. ¿El modelo es una representación acertada de la realidad?
 a. 5
b. 3
c. 1

APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA LEAN SIX SIGMA Y SIMULACION DISCRETA PARA LA OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS DE URGENCIAS MEDICAS DE LA CLINICA UNIVERSIDAD DE LA SABANA

FACULTAD DE INGENIERIA

MAESTRIA EN GERENCIA DE INGENIERIA

ESTUDIANTES: FRANCISCO ROA

SERGIO RODRIGUEZ

Nombre: JORGE LABRIO SACCEO BARRERO

Departamento: URGENCIAS

Por favor responder las preguntas teniendo en cuenta que 5 es muy acertado, 3 poco acertado, 1 no acertado.

1. ¿El Mapa de proceso cumple cuenta con detalle los procesos llevados en Urgencias?
 - a. ~~5~~
 - b. 3
 - c. 1
2. ¿La información y datos que son expuestos en el trabajo son acorde a los procesos que se llevan en el departamento de urgencias?
 - a. ~~5~~
 - b. 3
 - c. 1
3. ¿El modelo describe los procesos y el flujo de pacientes dentro de la clínica?
 - a. ~~5~~
 - b. 3
 - c. 1
4. ¿El modelo es una representación acertada de la realidad?
 - a. ~~5~~
 - b. 3
 - c. 1

EN DETALLE SE ANALIZA HASTA OBSERVACION, PEDIENTE FORMALEO EL MODELO PERO PROCEDIMIENTOS