Implementation and evaluation of Lean Healthcare tools through the FlexSim simulator

Saraí García, Estudiante de Ingeniería[1]
[1]Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Tegucigalpa, Honduras, 11101, sgarcia@unitec.edu

Mentor: Daniel Montenegro, M.Sc[1]
[1]Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Tegucigalpa, Honduras, 11101*, daniel.guerrero@unitec.edu.hn*

Abstract– This research report demonstrated the use of FlexSim Healthcare simulation software to experiment with the implementation of Lean tools focused on health sector processes. The respective data collection was carried out, these models were validated by means of statistical tests with a 95% confidence interval comparing performance indicators, and positive results of the validations were obtained, the experimentation of the tools continued Lean, obtaining improvement results in the respective indicators of each area, for the reception area it was reduced to 12.58%, in the clinic area productivity was increased to 88.93%, and for the inventory area the times were reduced 43.92% waiting for patients. Upon knowing all the elements that implied the implementation of the selected tools, a cost-benefit analysis was performed, presenting a difference of 43% compared to the estimated cost for the inventory area.

Keywords – ExperFit. Experimenter, Stroke diagram, Kanban, 5S.

Digital Object Identifier (DOI):
http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.594
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

Implementación y evaluación de herramientas Lean Healthcare por medio del simulador FlexSim

Saraí García, Estudiante de Ingeniería[1]
[1]Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Tegucigalpa, Honduras, 11101, *sgarcia@unitec.edu*

Mentor: Daniel Montenegro, M.Sc[1]
[1]Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Tegucigalpa, Honduras, 11101*, daniel.guerrero@unitec.edu.hn*

Resumen– ***En el presente informe de investigación se demostró la utilización del software de simulación FlexSim Healthcare, para experimentar con la implementación de herramientas Lean enfocadas a procesos del sector salud. Se realizó la recolección de datos respectiva, se hizo la validación de estos modelos por medio de pruebas estadísticas con un intervalo de confianza de 95% comparando indicadores de desempeño, y se obtuvieron resultados positivos de las validaciones, se continuó con la experimentación de las herramientas Lean, obteniendo resultados de mejora en los indicadores respectivos de cada área, para el área de recepción se redujo a 12.58%, en el área de clínica se aumentó la productividad a 88.93%, y para el área de inventario se redujo 43.92% los tiempos de espera de los pacientes. Al conocer todos los elementos que implicaban la implementación de las herramientas seleccionadas se realizó un análisis costos beneficio presentando una diferencia de 43% en comparación al costo estimado para el área de inventario.***

Palabras clave – ExperFit. Experimenter, Diagrama de recorrido, Kanban, 5S.

Abstract– ***This research report demonstrated the use of FlexSim Healthcare simulation software to experiment with the implementation of Lean tools focused on health sector processes. The respective data collection was carried out, these models were validated by means of statistical tests with a 95% confidence interval comparing performance indicators, and positive results of the validations were obtained, the experimentation of the tools continued Lean, obtaining improvement results in the respective indicators of each area, for the reception area it was reduced to 12.58%, in the clinic area productivity was increased to 88.93%, and for the inventory area the times were reduced 43.92% waiting for patients. Upon knowing all the elements that implied the implementation of the selected tools, a cost-benefit analysis was performed, presenting a difference of 43% compared to the estimated cost for the inventory area.***

Keywords – ExperFit. Experimenter, Stroke diagram, Kanban, 5S.

I. INTRODUCCIÓN

"La salud considerada como un estado de bienestar integral, biológico, psicológico, social y ecológico es un derecho humano inalienable y corresponde al Estado, así como a todas las personas naturales o jurídicas, el fomento de su protección, recuperación y rehabilitación" [1] el Estado es responsable de la normalización, planificación y coordinación de todas las actividades públicas y privadas en el sector salud, haciendo cumplir el derecho de la salud para todos los ciudadanos.

Estudios y análisis anteriores acerca de la situación del sistema de salud en Honduras exponen que casi 9 de cada 10 hondureños no están cubiertos por ningún tipo de seguro de salud y estiman que el 18% de la población (más de 1.5 millones de hondureños) no tienen acceso a los servicios adecuados. Además de esto, se sabe que Honduras es uno de los países centroamericanos que invierte menos dinero en el sector salud, y el que se presupuesta anualmente es mal administrado [2]

Los desperdicios en la gestión de los recursos del sector salud no solo tienen relevancia por el deterioro de la calidad y la ineficiencia, todo esto causa también aumento de los gastos de manera innecesaria, empeoramiento de los resultados y el evento adverso que pueda causar es uno de los mayores daños; aquí es donde entra uno de los principios de la gestión Lean Healthcare, que es la eliminación de residuos que está definido como cualquier cosa que no agregue valor al usuario [3].

Otros desperdicios que se presentan debido a procesos repetidos o los diferentes cambios de localización de materiales, pruebas de diagnóstico innecesarias, exceso de personal durante las horas menos concurridas, desperdicios en los inventarios por exceso de material y formularios pre-impresos, desperdicio de tiempo en el transporte de muestras, en el traslado de pacientes de una habitación a otra, en la movilización de los medicamentos o suministros de la farmacia al lugar donde se necesita, el exceso de desplazamientos para la búsqueda de algo en específico (como medicamentos), los defectos causados por una mala identificación de muestras, extracciones diversas para un mismo análisis, etc [4].

Por lo anteriormente mencionado el objetivo principal de esta investigación era optimizar los procesos que presentan deficiencias en la gestión de los recursos de Clínicas del Ahorro, específicamente en el área de recepción, área de inventario y en el área de clínicas con la ayuda de la implementación de herramientas Lean Healthcare de manera simulada.

II. ESTADO del Arte

TABLA I
Estado del Arte

Antecedentes	Planteamiento	Conclusión
Universidad Industrial de Santander, Porras Diana & Quintana Daissy. (2016. Mejoramiento de los procesos en Serviclínicos Dromédica basados en un modelo de simulación)	Diseñar alternativas tendientes a mejorar el tiempo de la presentación de todos los servicios de Serviclínicos Dromética mediante la simulaión discreta.	La aplicación de los cambios propuestos reduce el tiempo de espera en el área de rayos-x el 98.04%, en cirugía el 24% y reduce el tiempo de espera promedio de la clínica en un 65.2%.
Gabriel, G. T., Campos, A. T., Magacho, A. de L., Segismondi, L. C., Vilela, F. F., de Queiroz, J. A., & Montevechi, J. A. B. (2019). *Lean healthcare integrated with discrete event simulation and design of experiments: An emergency department expansion*	Utilizar principios lean junto con herramientas de DOE para planificar la expansión del departamento de urgencias y la demanda que proviene de pequeños centros asistenciales. Para ello se utilizó el método de simulación y modelado.	Los resultados muestran que no se puede satisfacer la demanda esperada en el estado actual. Por medio de la simulación se logró obtener un aumentó de 95.7% de pacientes tratados.
Punna Rao, G. V., Nallusamy, S., & Raman, P. (2019). Enhancement of Production in Subassembly Line of a Medium Scale Industry Using Different Lean Tools and Flexsim Simulation Software.	Mejorar la productividad del ensamble de la carcasa de carrete utilizado en la armadura de bocina mediante el uso de estudio de tiempos y VSM.	La productividad de los modelos P3 y P5 se mejoró en aproximadamente un 5.5% y un 6.5% respectivamente después de la implementación de herramientas Lean apropiadas.
Universidad Libre, Amado López, K. A., Osorio Rubio, M. P., Molina Gómez, E. A., & Duarte Forero, E. L. (2020). Desarrollo de la metodología Lan Healtcare en el servicio de medicina iterna de una institución hospitalaria de carácter público.	Desarrollar la propuesta de mejora de calidad de atención del servicio en consulta externa del Hospital III José Cayetano Heredia bajo la metodología Lean Healthcare	respuesta de la calidad de atención del servicio del Hospital III José Cayetano Heredia a partir de la observación de los tiempos de espera y tiempos de trabajo, dando como resultado un tiempo de espera promedio de 3h 14min y un rendimiento h-médico de 3.82
Universidad Nacional de Piura, Castro Johana. (2020). Propuesta de mejora de la calidad de atención de servicio en consulta externa del Hospital III José Cayetano Heredia Piura bajo la metodología Lean Healthcare.	Aplicación de las herramientas Lean Healtcare en el área de medicina interna del HUS, en donde se presenta una gran complejidad operativa en la toma de decisiones.	Como resultado fueron planteados oportunidades de reducir el tiempo de ciclo de egresos en un 37% con medidas que podrían implementarse en corto plazo y con una baja inversión de capital.

III. METODOLOGÍA

A. *Modelos*

Esta investigación se llevó a cabo por medio del manejo del simulador FlexSim Halthcare. es una extensión del simulador FlexSim que permite analizar todos los componentes de un proceso y evaluar el impacto que esto tiene en el sistema de salud [5].

[6] Urquia define: "la simulación como cualquier agente computacional capaz de ejecutar un modelo para generar su comportamiento". Las áreas que fueron estudiadas se dividen en: área de recepción, área de clínica y área de inventario. Dentro del sistema del modelo I se analizó el área de recepción y el área de clínica que consiste en la atención en recepción de la llegada de un paciente. Para el modelo II se estudió el área de inventario.

TABLA II
MODELOS

Modelo	Áreas	Tiempos de Procesamientos
Modelo I	Área de recepción y área de clínica	Tiempos de procesamiento en recepción
		Tiempos de procesamiento en clínica
		Tiempos de procesamiento para pacientes P.E y P.P
		Tiempos de procesamiento farmacia
Modelo II	Área de Inventario	Tiempo de búsqueda en el área inventario
		Tiempo de búsqueda en el área de bodega
		Tiempo de procesamiento de entrega

Casi siempre los modelos presentan errores, los cuales pueden ser evitados con algunas medidas de prevención. Algunas de estas medidas pueden ser modelar por partes el

sistema conforme avanza el modelo. Se pueden ir dando detalles del mismo con el objetivo de no tener muchos errores en las corridas, diseñar desde lo esencial hasta los detalles, y controlar el comportamiento del modelo cuando se realizan cambios [7].

B. Recolección de Datos

El análisis de los datos que se poseen sobre el sistema a simular es una tarea principal que debe ser desarrollada correctamente; esto facilita y simplifica significativamente la realización de los modelos de proyectos de simulación. La primera etapa a realizar en el proceso de recogida de datos es determinar la información necesaria basándose en los objetivos planteados en el proyecto [8].

Después de conocer y analizar el proceso del sistema actual que comprende los modelos de simulación, se continuó con la recolección de datos necesarios. Los flujos de atención que se presentaban para los pacientes en el modelo I, se decidió clasificarlos según los procesos que llevaban a cabo para su atención. Por esta razón se dividieron en categorías, pacientes con cita (C.C) y pacientes sin cita (S.C), pacientes por procedimientos de enfermería (P.E) y pacientes procedimientos de exámenes o pruebas (P.P).

TABLA III
PORCENTAJES DE LLEGADA PACIENTES

Tabla Tipo de Paciente	
Tipos de paciente	Porcentaje
C.C	26%
S.C	22%
P.E	28%
P.P	24%

Se estudiaron todas las actividades realizadas en recepción, por lo tanto se incluyeron los tipos de llamadas que se presentaban en el modelo I. Se decidió dividirlo en dos tipos: llamadas realizadas, que eran todas aquellas llamadas que se realizaban para confirmar citas de doctores, clínicas externas y pacientes.

TABLA IV
PORCENTAJES DE LLEGADA LLAMADA

Tabla Tipo de Llamada	
Tipos de llamadas	Porcentaje
Realizadas	35%
Recibidas	65%

Para el modelo II se tomaron en cuenta los tiempos y las variables que influían en el proceso, los recorridos que se realizaban, y las áreas que visitaba la enfermera para hacer la búsqueda.

Las variables definen el modelo y reflejan cada característica del conjunto, no de entidades en específico. Se tratan de especificaciones que se mantienen a lo largo del modelo, aunque sus valores pueden cambiar durante el proceso de simulación, y van a definir el entorno de la simulación afectando en el tiempo de vida del proceso [9].

Posterior a esto se utilizó la herramienta ExperFit para encontrar las distribuciones necesarias para obtener un buen funcionamiento de los modelos. Es una herramienta que forma automática y precisa crea una distribución de probabilidad que representa de la mejor manera un conjunto de datos [10].

C. Verificación y Validación

Se entiende por verificación el asegurar que el modelo conceptual ha sido desarrollado de forma correcta en un modelo de simulación por ordenar. Un aspecto muy relevante que incide de modo determinante en el éxito de los proyectos de simulación es que el modelo con el que se trabaja sea una representación suficientemente fiable y, por lo tanto, creíble acerca del comportamiento del sistema real [11]

La verificación para el modelo I se realizó mediante la examinación de los flujos de pacientes (patient flow) creados en el simulador, donde se puede observar si el paciente sigue la ruta correcta según la etiqueta (label) que le fue asignada, en la cual se especifica el tipo. Para el modelo II se observó que la enfermera siguiera las rutas correctas en las áreas especificadas, en el tiempo establecido y que el paciente fuera atendido hasta que la enfermera terminará la búsqueda.

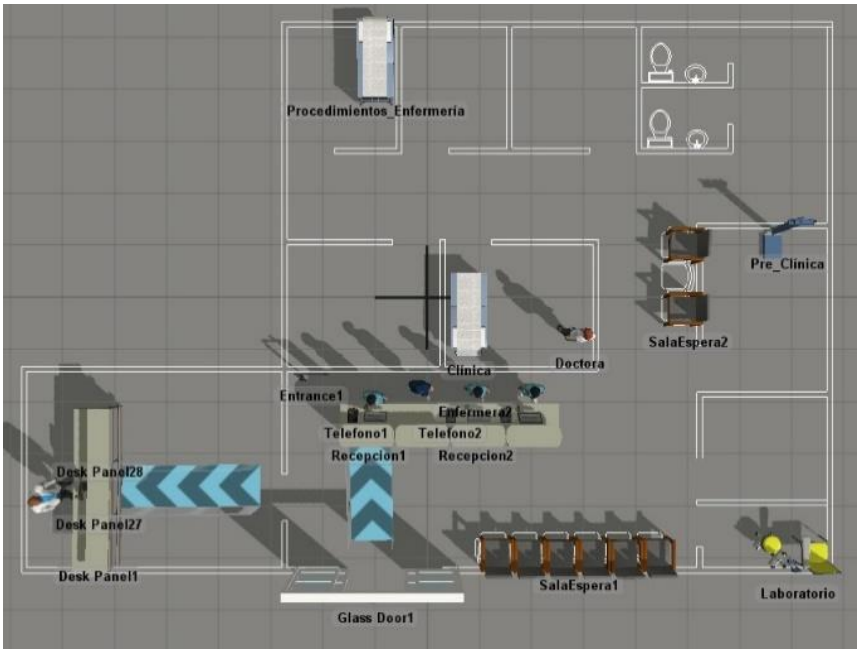

Fig. 1 Modelo I

Fig. 2 Modelo I

La validación consiste en comprobar que el modelo de simulación de la situación actual se comporte de la misma forma que el sistema real. Esta validación se hace por medio de pruebas estadísticas de igualdad. Se realizan una prueba F para varianzas de dos muestras para comprobar si las varianzas son iguales o desiguales. Seguido a esto se la realiza la prueba t de varianzas iguales o desiguales, y de esta forma comprobar si los datos son estadísticamente iguales.

Para la validación del modelo I se realizaron pruebas de igualdad estadística para la cantidad de pacientes atendidos en un día. Para la validación del modelo II de igual manera se hicieron pruebas de igualdad estadísticas para el indicador de desempeño tiempo de espera de los pacientes.

D. *Identificación de Desperdicios*

[12] Careras & Sánchez afirman: "El despilfarro es todo aquello que no añade valor al producto, o que no es absolutamente esencial para fabricarlo". Los desperdicios en la gestión salud implican varias consecuencias que recaen en el servicio, como el deterioro de la calidad, la ineficiencia, el incremento en los gastos y empeoramiento de los resultados, y una de las consecuencias más graves que pueden ocurrir es el daño que se le puede causar en el diagnóstico, tratamiento o seguimiento de un paciente.

A continuación, se presentan los desperdicios encontrados por área. En los procesos existen numerosas fuentes de desperdicios que ralentizan los procesos y aumentan los costes de ejecución de actividades. La detección y eliminación de estos desperdicios pueden resultar en una ventaja competitiva.

TABLA V
DESPILFARROS POR ÁREA

Área	Despilfarro
Área de Recepción	Desplazamientos
	Ineventario
	Sobreprocesamientos
Área de Clínica	Potencial Humano
Área de inventario	Transporte
	Esperas
	Errores
	Desplazamientos
	Inevnatrio

E. *Herramientas Lean*

El sistema Lean no solo implica una estructura de organización, sino que forma parte de una filosofía, una manera de pensar, planificar y decidir, basada principalmente en hacer y entregar únicamente lo que genera valor al cliente y satisfaga totalmente sus necesidades. Lean Healthcare se basa en la aplicación de los principios Lean a la prestación de servicios sanitarios. Esta extensión de Lean del sector salud nace por la identificación de deficiencia y falta de coordinación. [13].

Se utilizó como herramienta de análisis el mapa de flujo de valor, Por medio de la implementación de esta herramienta en investigaciones y proyectos enfocados al sector salud se ha podido comprobar que es de utilidad y es totalmente adaptable para este servicio. Además, esta herramienta permite obtener los datos de manera organizada y facilita la toma de decisiones [14].

A continuación, se muestran las herramientas Lean seleccionadas para eliminar los desperdicios presentados en las distintas áreas del sistema por área.

TABLA VI
HERRAMIENTAS POR ÁREA

Área	Herramienta
Área de Recepción	5S
	Estandarización
	Diagrama de Recorrido
	Flujo Continuo
Área de Clínica	Takt Time
Área de inventario	5S
	Kanban
	Diagrama de Recorrido
	Estandarización

Una investigación del Instituto Consorci Sanitari Integral, España, evaluó durante un año los resultados posteriores a la implementación de la metodología 5S, obtuvo como resultado que la eficiencia del personal había aumentado de un 50% a un 77% [15].

F. *Experimentación*

Esta etapa se realizó con el apoyo de la herramienta Experimenter que *tiene* la capacidad de llevar a cabo múltiples corridas de la misma simulación, cambiando una o más variables para ver y obtener los resultados de los cambios realizados. Se encuentran diferentes variables ya sean continuas, discretas, binarias, etc. que se pueden probar en el modelo [16]. Por medio de los modelos de FlexSim se experimentó la implementación de las herramientas Lean Healthcare, para poder analizar qué impacto tenían las herramientas dentro de la situación actual de la clínica.

También se seleccionaron indicadores de desempeño relevante para los análisis y resultado. Un indicador de gestión o indicador de desempeño (KPI, por sus siglas en inglés) es una forma de medir si una organización, unidad, proyecto o persona está logrando sus metas y objetivos. [17]

Los cambios efectuados debidos a causa de la implementación de las herramientas Lean en el área de recepción fueron que se eliminaron las estaciones de farmacia y el retorno a recepción luego de atención, para los pacientes P.E y P.P. se experimentó con el tiempo de procesamiento en clínica y la cantidad de pacientes C.C y S.C para analizar cómo se comportaban los KPI y se eliminaron las llamadas realizadas.

Con el apoyo de la herramienta Experimenter es una herramienta que tiene la capacidad de llevar a cabo múltiples corridas de la misma simulación, cambiando una o más variables para ver y obtener los resultados de los cambios realizados [18] se evaluaron cambios en el proceso de atención en el área de clínica y se analizaron los resultados obtenidos. Las variables necesarias para realizar estos cambios fueron el TT de atención del paciente en clínica y la cantidad de pacientes C.C y S.C que entraban al sistema.

A causa de la implementación de las herramientas Lean Healthcare en el área de inventario se eliminó el área de procesamiento de búsqueda en bodega y se eliminaron los viajes repetitivos a las distintas áreas del proceso, obteniendo

un flujo más continuo en las actividades. Los indicadores de desempeño de estas mejoras son el tiempo de espera del paciente, el porcentaje de precisión de picking de la enfermera y las distancias recorridas para la ejecución de la búsqueda de insumos. En la ilustración 21 se representa el diagrama de recorrido para las actividades de búsqueda de los insumos necesarios.

G. Análisis Costo-Beneficio

El análisis de costo-beneficio es un proceso que, de manera general, se refiere a la evaluación de un determinado proyecto, y es de apoyo para la toma de decisiones de cualquier tipo. Esto involucra, de manera explícita o implícita, determinar el total de costos y beneficios de todas las alternativas para seleccionar la mejor opción o la más rentable [19].

IV. RESULTADOS

La estadística descriptiva es la rama de la estadística que formula recomendaciones sobre cómo presentar la información resumida en cuadros, tablas, graficas o figuras. Al presentar y dar coherencia a los resultados de un trabajo, el investigador debe de tener la habilidad de resumir y dar a conocer los resultados de manera ordenada, sencilla y clara, para que puedan ser interpretados rápidamente por los lectores (Macías, Enrique & Villasís, 2016, p. 3).

A. Validación de los Modelos

En las siguientes tablas se encuentran las pruebas de igualdad estadísticas para el indicador pacientes atendidos del modelo de simulación I.

TABLA VII
PRUEBA F MODELO I

Prueba F para varianzas de dos muestras		
	Real	*Simulación*
Media	14.4	13.2
Varianza	8.3	3.7
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	4
F	2.24324324	
P(F<=f) una cola	0.22658218	
Valor crítico para F (una cola)	6.38823291	

TABLA VIII
PRUEBA T MODELO I

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	Real	*Simulación*
Media	14.4	13.2
Varianza	8.3	3.7
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	6	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	0.77459667	
P(T<=t) una cola	0.23042801	
Valor crítico de t (una cola)	1.85954804	
P(T<=t) dos colas	0.46085601	
Valor crítico de t (dos colas)	2.30600414	

En las siguientes tablas se encuentran las pruebas de igualdad estadísticas para el indicador tiempo de espera de los pacientes del modelo de simulación II.

TABLA IX
PRUEBA F MODELO II

Prueba F para varianzas de dos muestras		
	Real	*Simulación*
Media	8.42	8.08428571
Varianza	14.1177714	4.4153956
Observaciones	15	14
Grados de libertad	14	13
F	3.19739672	
P(F<=f) una cola	0.02165041	
Valor crítico para F (una cola)	2.55361879	

TABLA X
PRUEBA T MODELO II

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	Real	*Simulación*
Media	8.42	7.99266667
Varianza	14.1177714	4.22592095
Observaciones	15	15
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	0.38642839	
P(T<=t) una cola	0.35144579	
Valor crítico de t (una cola)	1.71714437	
P(T<=t) dos colas	0.70289159	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07387307	

B. Resultados Alcanzados Experimentación

En el área de recepción se tomó como indicador de desempeño de mejora las distancias recorridas por las pacientes P.E y P.P. Como resultado de los cambios efectuados en el modelo se puede encontrar una reducción de las distancias recorridas por los pacientes. El porcentaje de reducción obtenido para los pacientes P.E fue de 24.09% en promedio y para los pacientes P.P fue de 35.42% en promedio.

También para el área de recepción se seleccionó como indicador el porcentaje de utilización de las enfermeras en las actividades de llamadas.

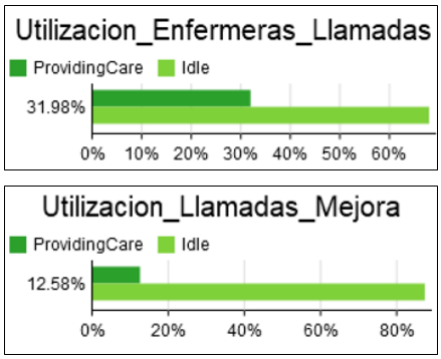

Fig. 5 Comparación KPI % de utilización

Como se puede observar, el resultado del cambio nos brindó una reducción de 19.4% en la utilización del trabajo de las enfermeras en esta tarea.

En el área de clínica se tomó como indicador de desempeño la productividad del doctor y los tiempos de espera de los pacientes, con los cambios correspondientes e obtuvieron los siguientes resultados.

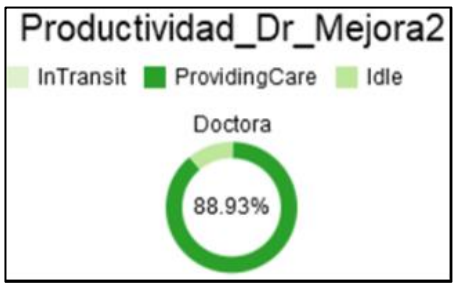

Fig. 6 Gráfica de productividad doctos mejora

Se obtuvo que la productividad aumentó un 45.49%.

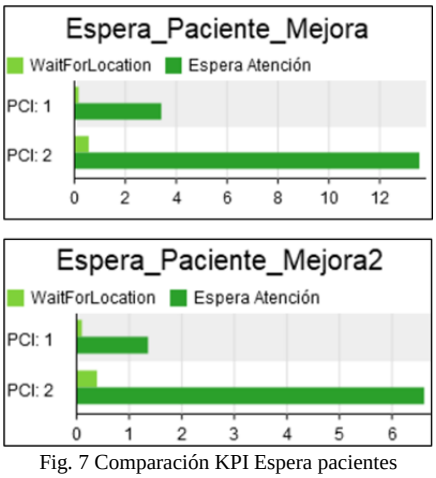

Fig. 7 Comparación KPI Espera pacientes

Se identificó una disminución de 48.3% en el tiempo de espera de los pacientes C.C y una disminución de 58.66% para los tiempos de espera de los pacientes S.C.

Para el área de inventario se seleccionó como indicador de desempeño la distancia recorrida de las enfermeras y el tiempo de espera de los pacientes.

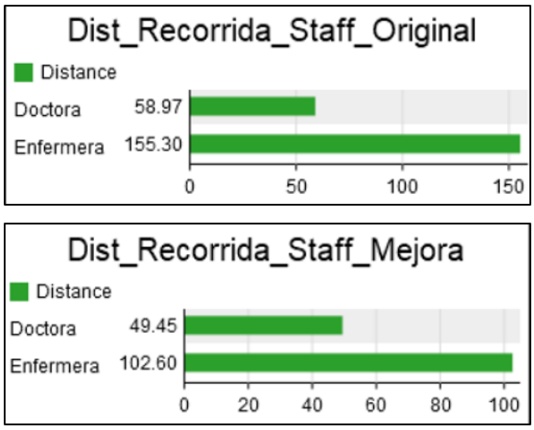

Fig. 8 Comparación KPI Dist. Recorrida

Se reconoció una disminución de 33.93%, un porcentaje considerable en las distancias recorridas por las enfermeras.

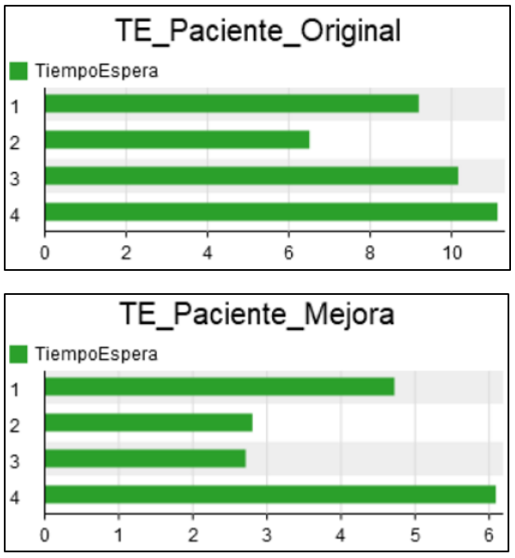

Fig. 9 Comparación KPI Tiempo de espera pacientes modelo II

Se obtuvo una reducción en los tiempos de espera en promedio de 43.92%.

C. Análisis Costo-beneficio

Los costos en el área de recepción se desglosaban según las herramientas que se propusieron implementar y en cuáles actividades específicamente se querían aplicar.

TABLA XI
COSTOS ÁREA DE RECEPCIÓN

Análisis de Costos: área de Recepción	
Herramienta: 5s, aspecto visual.	Acividad: Realización de llamadas.
Descripción	**Costo Lps.**
Personal (Ingeniero, técnico, etc.)	9,000
Costos de Implementación	
Costos de Capacitación	
Costo Total	**L9,000.00**
Herramienta: 5s, estandarización.	Acividad: Procedimientos P.E y P.P
Descripción	**Costo Lps.**
Personal	9,000
Costos de Capcitación	
Hilo de sutura	150
Parche de heridas	85
Geringas	150
Insumos Extras Procedimientos de Enfermería	**385**
Pruebas PCR	7500
Cotenedores esterilzados de muestras	300
Insumos Extras Laboratorio	**7800**
Espacio de almacenamiento	3000
Materiales de señalización	1,000
Costo Total	**L21,185.00**

Los costos en el área de inventario se desglosan según las herramientas que se propusieron implementar y en la actividad específica de recolección de suministros.

TABLA XII
COSTOS ÁREA DE INVENTARIO

Análisis de Costos: área de Inventario	
Herramienta: 5s	Actividad: Recolección de Suministros.
Descripción	**Costo Lps.**
Personal	9,000
Costos de Capacitación	
Materiales de señalización	2,800
Materiales de almacenamiento	1,050
Costo Total	**L12,850.00**
Herramienta: Kanban, aspecto visual.	Acividad: Recolección de Suministros.
Descripción	**Costo Lps.**
Personal	9,000
Costos de Implementación	
Costos de Capacitación	
Materiales de señalización	1,000
Costo Total	**L10,000.00**

D. Encuesta de Validación

La encuesta es una estrategia que se utiliza para la validación, y se puede usar por medio de la técnica de preguntas según la escala Likert, ya que este tipo de preguntas ofrecen opciones de respuesta para que los encuestados puedan elegir por medio de una calificación el nivel de acuerdo o desacuerdo de una declaración.

Se realizó una encuesta a la clínica donde se realizó el estudio de caso para verificar si eran capaces económica y estructuralmente de realizar las implementaciones en los sistemas de la vida real. Se obtuvo que un 65% de las preguntas de la encuesta tuvieron una respuesta positiva hacía la evolución. [20].

V. INTERPRETACIÓN

En la etapa de análisis de los resultados se interpretan los datos obtenidos como resultado de las corridas que arroja la simulación, con base en esto se toman decisiones La computadora o el simulador en sí no toman las decisiones, sino que los resultados que se obtienen del estudio de simulación ayudan a analizar y soportar las decisiones, ya que la información que proporciona ayuda al análisis de los resultados y de esta forma tomar las mejores decisiones para obtener los mejores resultados en el entorno real.

A. Validación de los Modelos

Los resultados de la prueba F para varianzas de dos muestras del indicador del modelo I pacientes atendidos fue que el valor F = 2.24 < valor crítico = 6.38 se concluyó que las varianzas de las dos muestras estudiadas eran iguales y el resultado de la prueba t de varianzas iguales fue que el estadístico t = 0.77 < Valor crítico de t (dos colas) = 2.30, por lo tanto se pudo concluir que los datos obtenidos por medio de la simulación eran estadísticamente iguales que los reales.

Los resultados de la prueba F para varianzas de dos muestras del indicador del modelo II tiempo de espera de los pacientes fue que el valor F=3.20 > valor crítico=2.55 se concluyó que las varianzas de las dos muestras estudiadas eran desiguales y El resultado de la prueba t de varianzas desiguales fue que el estadístico t=0.38 < Valor crítico de t (dos colas) =2.07, por lo tanto, se pudo concluir que los datos obtenidos por medio de la simulación eran estadísticamente iguales que los reales.

B. Resultados Alcanzados Experimentación

Para el área de recepción se puede observar una gran similitud en las distancias recorridas por los pacientes P.E, que en promedio recorrían 37 metros y los pacientes P.P, que en promedio recorrían 21 metros, demostrando estandarización en el flujo de atención brindado para ambos. Con respecto al segundo indicador se observó una reducción en el porcentaje de utilización de las enfermeras en as actividades de llamadas estos quieren decir que este tiempo lo podrían usar en otras actividades de trabajo en la clínica.

En el área de clínica se identificó que si actualmente se tuviera más demanda en la clínica con los tiempos actuales de atención no de lograría a cumplir la demanda de pacientes y los tiempos de espera de los pacientes aumentarían considerablemente. Pero al colocar los tiempos de atención de 20 minutos si se logra cumplir con la demanda y los tiempos de espera de los pacientes se reducirían en gran manera.

Por medio de este análisis se pudo comprobar que el funcionamiento del sistema actual que tenían en la clínica si afectaba un poco los tiempos de espera de los pacientes. Por lo tanto, sí era importante que los pacientes respetaran el realizar citas con anticipación y que los doctores respetaran los 20 minutos de atención que se les exigía. Tomando estas medidas, ya no existirían los tiempos de espera.

Para el área de inventario se reconoció que al reducir la distancia recorrida de la enfermera al obtener los suministros necesarios representa estandarización en los procesos, eliminación de los errores y sobre procesamientos, y reducción relevante en los tiempos de espera de los pacientes.

C. Análisis Costo-beneficio

En los siguientes gráficos se puede observar la comparación de costos de las herramientas identificadas para las implementaciones por áreas, con las que se pudieron evaluar cuáles herramientas generaban mayor gasto económico para la clínica y comparar los gastos totales de implementación por área y cuál de estos generaba mayores costos.

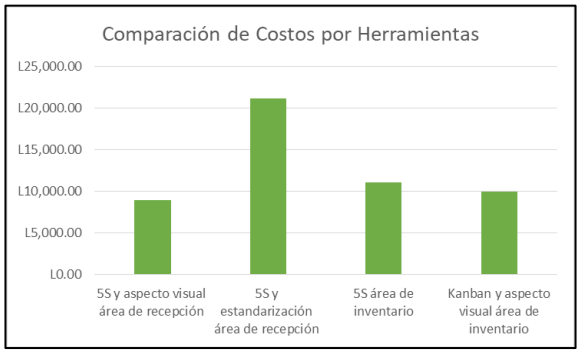

Fig. 3 Gráfica de comparación de costos por herramientas

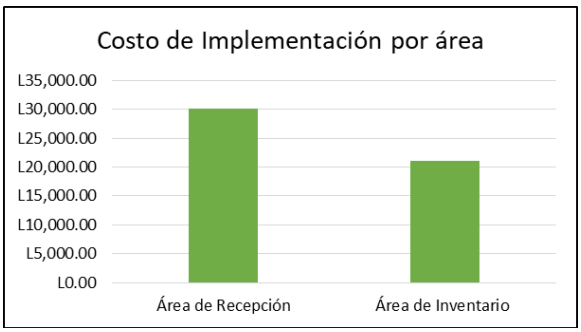

Fig. 4 Gráfica de comparación de costos por área

D. Encuesta de Validación

Por medio de la encuesta se pudo conocer qué tan factible era para la empresa implementar las herramientas propuestas. El personal de la clínica recomendó hacer algunos cambios a las implementaciones en el área de recepción, pues algunos temas de estandarización del inventario para procedimientos de enfermería y laboratorio debían discutirse directamente con la alta gerencia de la organización. También se mencionó que para la actividad de llamadas realizadas se pensaba implementar una base de datos para la información de las sedes de todo el país, pero para el personal de la clínica era importante tener un respaldo en físico de las citas que se realizaban.

La clínica no poseía capacidad para realizar la implementación de las herramientas en el área de recepción, ya que se tenían proyectos planeados para los próximos meses. Con respecto a la implementación de las herramientas en el área de inventario se encontró que la clínica era totalmente capaz de realizar la implementación.

VI. Conclusión

Se optimizaron los procesos de las áreas seleccionadas en clínicas del ahorro por medio de la implementación de las herramientas de manera simulada, en el área de recepción se obtuvo una reducción de 19% en la utilización de las enfermeras en las actividades de llamadas, en el área de clínica se obtuvo un aumento de 46.5% en la productividad de los doctores y en el área de inventario se obtuvo una reducción de 43.92% en los tiempos de espera de los pacientes.

VI. Evolución/Trabajo Futuro

Como seguimiento a esta investigación se podría continuar experimentando con la implementación simulada de las herramientas Lean Healthcare en otras áreas de la clínica. Por ejemplo, la atención por cita de especialistas, la interacción dentro del consultorio con los pacientes en las consultas generales, etc. También para el personal de la clínica era de interés conocer y estudiar la optimización del proceso de los desechos biológicos. Otro tema que se podría tomar en cuenta para investigaciones futuras es que, al ser una investigación con enfoque en la simulación, sería interesante el poder implementar las herramientas propuestas en los sistemas reales y brindar una comparación de los resultados de la simulación con los de la vida real.

Referencias

[1] Rendón-Macías, M. E., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Novales, M. G. (s. f.). Descriptive statistics Estadística descriptiva. Rev Alerg Mex., 12.

[2] Carmenate Milian, L., Herrera Ramos, A., Ramos Caceres, D., Lagos Ordonez, K., Ordonez, T. L., & Valladares, C. S. (2017). Situation of the Health System in Honduras and the New Proposed Health Model. Archives of Medicine, 09(04). https://doi.org/10.21767/1989-5216.1000222

[3] Lean Healthcare. Desperdicios en los procesos Lean . (2020, enero 6). Noticias de Gestión y Economía de la Salud por Carlos Diaz. https://saludbydiaz.com/2020/01/06/lean-healthcare-desperdicios-en-los-procesos-lean/

[4] La-gestion-de-la-calidad-en-los-servicios-asistenciales-lean-healthcare.pdf. (s. f.).

[5] Baily, L. (2017, diciembre 12). FlexSim Healthcare Improves Performance with Simulated Patient Flow | HealthySimulation.com. https://www.healthysimulation.com/14314/flexsim-healthcare-improves-performance-with-simulated-patient-flow/

[6] Modelado y Simulación de Eventos Discretos—Alfonso Urquía.pdf. (s. f.).

[7] Eguiguren, F., & Diego, J. (s. f.). Propuestas de mejora del proceso productivo en la empresa Press Forja S. A. utilizando el software Flexsim Manufacturing como herramienta para la toma de decisiones. 255.

[8] Punna Rao, G. V., Nallusamy, S., & Raman, P. (2019). Enhancement of Production in Subassembly Line of a Medium Scale Industry Using Different Lean Tools and Flexsim Simulation Software. International Journal of Engineering Research in Africa, 44, 229-239. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.44.229

[9] Barrios, J. M. R., Serrano, D., Monleón, T., & Caro, J. (s. f.). Los modelos de simulación de eventos discretos en la evaluación económica de tecnologías y productos sanitarios. Gac Sanit., 11.

[10] www.anchorwave.com, A. W. I. S. |. (s. f.). Distribution Fitting, Distribution Fitting Software, Fitting Distributions | Averill-Law & Associates. Recuperado 27 de octubre de 2020, de http://www.averill-law.com/distribution-fitting/

[11] Piera I. Eroles, M. A. (2013). Cómo mejorar la lógistica de su empresa mediantes la simulación. Editorial Díaz de Santos, S.A. https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5078023

[12] Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2010). Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. http://www.ebooks7-24.com/?il=3883
[13] La-gestion-de-la-calidad-en-los-servicios-asistenciales-lean-healthcare.pdf. (s. f.).
[14] López, K. A. A., & Rubio, M. P. O. (s. f.). DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA LEAN HEALTHCARE EN EL SERVICIO DE MEDICINA INTERNA DE UNA INSTITUCIÓN HOSPITALARIA DE CARÁCTER PÚBLICO. REVISTA INGENIERÍA, 7, 12.
[15] Pineda Dávila, S., & Tinoco González, J. (2015). Mejora de la eficiencia de un servicio de rehabilitación mediante metodología Lean Healthcare. Revista de Calidad Asistencial, 30(4), 162-165. https://doi.org/10.1016/j.cali.2015.03.002
[16] Pdfslide.net_manual-en-espanol-de-software-flexsim.pdf. (s. f.)
[17] Roncancio, G. (s. f.). ¿Qué son indicadores de gestión o desempeño (KPI) y para qué sirven? Recuperado 27 de octubre de 2020, de https://gestion.pensemos.com/que-son-indicadores-de-gestion-o-desempeno-kpi-y-para-que-sirven
[18] Cofin22217.pdf. (s. f.). Recuperado 27 de octubre de 2020, de bhttp://scielo.sld.cu/pdf/cofin/v11n2/cofin22217.pdf
[19] Escala de Likert: Qué es y cómo utilizarla en tus encuestas. (2016, agosto 31). QuestionPro. https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/
[20] Simulacion_Un_enfoque_Practico_Raul_COSS.pdf. (s. f.)