

MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE HERRAMIENTAS LEAN, APLICADA A LA DISTRIBUCIÓN DE MEDICAMENTOS E INSUMOS MÉDICOS EN EL HOSPITAL SAN VICENTE FUNDACIÓN DE RIONEGRO.

Fabián Esneider Castañeda Molina^a

Oscar Mauricio Castañeda Valencia^b

^a *Estudiante de Ingeniería industrial, Universidad Católica de Oriente, Rionegro – Antioquia.*

^b *Profesor, Asesor del trabajo de grado, Programa de Ingeniería Industrial, Universidad Católica de Oriente, Rionegro – Antioquia.*

Resumen.

Desde la falta de estandarización de ciertos procesos, referente a la atención médica, que presenta actualmente la cadena de suministros del hospital san Vicente fundación de Rionegro, se diseñó una propuesta de mejora, con base en la distribución de medicamentos e insumos médicos, mediante la aplicación de herramientas lean Manufacturing. Inicialmente se determinó el alcance del estudio, el cual se estableció en la distribución de estos medicamentos e insumos, desde farmacia hacia los servicios de hospitalización; se hizo un análisis del estado del arte, donde se pudo identificar las brechas que presenta todo el tema de la aplicación de herramientas de la ingeniería industrial, enfocadas a las entidades hospitalarias, analizado también, autores, países y tipos de documentos más relevantes, que han aportado con el análisis y propuestas de nuevas estrategias con el estudio en cuestión; posteriormente se analizó el proceso de distribución hacia los servicios de hospitalización, mediante Diagramas de Pareto, Matriz DOFA, Layout, Test de Normalidad, VSM y Diagrama de Cajas, identificando costos, debilidades, fortalezas, recorridos, distancias y unidades de medida, entre otros, lo cual permitió definir relaciones de medidas óptimas, equivalentes a metro/segundo y orden/minuto. Finalmente, se propone mediante indicadores, hacer seguimiento y controlar en mejor medida todo el tema de distribución de medicamentos e insumos, creando una OEE (eficiencia global de proceso) para cada muestra obtenida, donde se diseña un instrumento de seguimiento y control, el cual es proporcionado al hospital en el proceso en estudio, para la gestión y mejoramiento de la productividad del proceso; también se crean dos KPIs (indicadores críticos del proceso), los cuales permiten evaluar y controlar la calidad de servicio y el rendimiento del mismo, buscando cada día incrementar calidad y seguridad en el proceso.

1. Introducción.

El sector sanitario es objeto de gran atención por parte de los responsables públicos y los medios de comunicación. Aunque la asistencia sanitaria es, por definición, un entorno de carácter clínico, la práctica de la atención al paciente se apoya en una serie de actividades que incluyen, en particular, la compra, la gestión de inventarios y la distribución de suministros hasta el punto de atención. Estas actividades se asocian a la gestión de la cadena de suministro sanitaria, también denominada por muchos como logística sanitaria. La mejora de la eficiencia de esta logística puede ofrecer a las instituciones y sistemas sanitarios la oportunidad de aumentar la calidad de la atención y reducir los costes. (Landry & Beaulieu, 2013).

A diferencia de otras industrias, donde las técnicas de SCM ya se aplican con éxito, el sector de la salud se está quedando atrás en la adopción de los conceptos de logística debido a varios factores, incluidos problemas regulatorios, sistemas de tecnología de la información (TI) obsoletos, mala gestión de inventario y distribución, falta de participación ejecutiva, sin cultura de mejora de procesos, etc. Los investigadores deben mirar más allá del sector de la salud al evaluar las capacidades de la cadena de suministro interna del hospital. Pueden aprender mucho si observan las mejores prácticas de la industria manufacturera o minorista como una forma de mantener un alto nivel de eficiencia (es decir, controlar los costos) y eficacia (es decir, alta calidad de la atención al paciente). (Moons et al., 2019).

Los procesos de atención al paciente en los hospitales están respaldados por una variedad de actividades operativas que incluyen la gestión de inventarios y la distribución de suministros a los puntos de atención. Los hospitales transportan grandes cantidades y una gran variedad de artículos, y los problemas de almacenamiento y distribución de estos artículos a lo largo de la cadena de suministro del hospital son de gran importancia para brindar un servicio de alta calidad al paciente. La logística sanitaria abarca el proceso de manipulación de bienes físicos (por ejemplo, productos farmacéuticos, productos médicos quirúrgicos, equipos médicos, artículos estériles, ropa de cama, alimentos, etc.) y los flujos de información asociados, desde la recepción de los bienes dentro de un hospital hasta su entrega al paciente y lugares de atención. Los costos de suministros médicos constituyen el segundo mayor gasto en hospitales, después de los costos de personal. Una cadena de suministro de alto rendimiento puede lograr mejores resultados (por ejemplo, un servicio al paciente seguro y de calidad) y una mayor eficiencia. Los gerentes de logística deben identificar oportunidades para mejorar los procesos logísticos con el fin de reducir los costos y mejorar la calidad de la atención al paciente. Sin embargo, para mejorar los procesos logísticos, debe comprender cómo se está desempeñando actualmente la cadena de suministro de atención médica. Medir el desempeño de la cadena de suministro es fundamental para identificar y abordar las deficiencias en las actividades logísticas, y sirve como un buen insumo para la toma de decisiones gerenciales. (Moons et al., 2019).

El sector de la salud ha seguido la misma evolución que cualquier otra industria en términos de logística, en lo que respecta o adaptando conceptos, métodos y herramientas integrando la especificidad de sus productos. Debido a los muchos cambios que se están produciendo actualmente en el sector de la salud, los hospitales deben optimizar su gestión para reducir los gastos y garantizar la seguridad y la calidad de la atención al paciente. La logística farmacéutica es una parte importante de los presupuestos hospitalarios y se pueden realizar reducciones de costos. Para lograrlo, es interesante aplicar técnicas tomadas del mundo industrial. De hecho, existen muchas similitudes entre los sistemas. Sin embargo, es necesario hacer adaptaciones porque la logística farmacéutica tiene peculiaridades relacionadas con la normativa que rodea a los productos farmacéuticos y su dispensación, la gestión bastante descentralizada de los stocks y su multiplicidad, la heterogeneidad de los productos, la importancia de la aleatoriedad y la preponderancia del factor humano. (Worighi et al., 2019).

Ante el actual marco que enfrenta el mundo, referente a la pandemia, donde se ha visto escases de insumos médicos y medicamentos, es importante implementar estrategias que permitan a las entidades hospitalarias estar preparadas para enfrentar estos sucesos que se salen

del manejo normal de las instituciones, como lo refiere. (Climent-Ballester et al., 2020) Los dispositivos médicos se han vuelto esenciales para la prevención y el control de la pandemia COVID-19, siendo cruciales para los profesionales de la salud y los pacientes en particular, y la población en general. Es importante conocer las leyes que regulan la gestión, distribución y control de dispositivos médicos. Artículo 82 de la Ley 29/2006 de Garantías y Uso Racional de medicamentos y dispositivos médicos, establece que es responsabilidad del hospital y Servicios de farmacia "para participar y coordinar la compra de medicamentos y dispositivos médicos en el hospital para asegurar una adquisición eficiente y un uso racional de dispositivos médicos ". Por este motivo, los grupos de trabajo de la Sociedad Española del hospital, la farmacia y otras sociedades científicas han emitido pautas técnicas y declaraciones de consenso para brindar apoyo técnico e información actualizada sobre el uso de mascarillas, equipos de protección individual y otros dispositivos médicos.

El hospital san Vicente fundación de Rionegro, es una entidad sin ánimo de lucro, que presta sus servicios a pacientes de alta complejidad, siempre contribuyendo al bienestar humano con atención integral de la condición de salud de las personas, mediante la prestación de servicios de alta calidad y la participación en educación e investigación en salud, con base en los principios fundacionales de un hospital para todos, orientado por la ética, el humanismo, la inclusión social y la excelencia en la práctica clínica.

Actualmente, dentro del hospital, se logra identificar en los diferentes servicios de atención médica, la falta de estandarización en el proceso de distribución de insumos médicos y medicamentos, desde el área de farmacia hacia los diferentes servicios hospitalarios, donde no se lleva un control a las actividades realizadas, sin el respectivo seguimiento a dichas labores, en busca de ir incrementando cada día la calidad en los procesos, mediante la mejora continua.

De este modo, se están identificando dentro del sistema, grandes debilidades que limitan el funcionamiento óptimo, para llevar así a la institución a altos niveles de productividad, pues si se cuenta con un adecuado manejo de los recursos, se estará garantizando una estabilidad económica en el transcurso del tiempo y de igual forma una prestación de servicios altamente calificados, donde se garantice al paciente seguridad y calidad en la atención.

Se deberá entonces intervenir de manera ágil y en busca de mejora, las posibles alternativas e implementar estrategias acordes, como por ejemplo; la creación de herramientas desde la ingeniería industrial, mediante indicadores identificados dentro del proceso, los cuales permitirán tener un mejor control a todo el tema distribución de insumos y medicamentos hacia las unidades de atención médica, específicamente en los servicios de hospitalización y así garantizar procesos estandarizados, donde las pérdidas sean mínimas, tanto en tiempo, mano de obra y recursos; generando a partir de los datos obtenidos, una meta mínima para lograr sostener el proceso en óptimos niveles de calidad y seguridad, por medio de una herramienta creada para el control, análisis y seguimiento de los indicadores críticos del proceso.

La revisión bibliográfica, es sin duda un gran referente al momento de realizar una investigación de cualquier tema en específico, pues nos permite identificar el punto de vista de diferentes autores sobre el objeto de estudio y además nos da los argumentos necesarios para abordar a partir de sus respectivos análisis y metodologías, la mejor forma de aplicar a nuestros proyectos las mejoras planteadas, siempre basados en fundamentos teóricos y demostrables a

nivel mundial, trayendo a nuestra investigación unas bases fundamentadas en estudios previos, donde además de comparar diferentes alternativas de cara al tema en cuestión, se generan nuevos conocimientos y se afianzan las mejores estrategias para proponer una solución a nuestro problema identificado.

Los sitios de búsqueda utilizados para la elaboración del estado del arte fueron, google academic, ScienceDirect, Scopus, Elsevier, sci-hub, Emerald, Mendeley.

Definidas entonces las principales falencias con las que cuenta actualmente la cadena de suministros del hospital san Vicente fundación de Rionegro, se plantearon las siguientes ecuaciones de búsqueda para identificar que material o información existe a nivel mundial relacionado con el proyecto de investigación, las cuales nos permiten abordar de mejor manera nuestra pregunta de investigación. (ver 2.2)

- All (hospital logistics) (62285 documentos)
(ecuación 1)
- All (hospital) (888073 documentos)
(ecuación 2)
- All (supply chain) (38605 documentos)
(ecuación 3)
- All (distribution of medicines) (26272 documentos)
(ecuación 4)
- All (medical supplies) (17323 documentos)
(ecuación 5)
All (supply chain) and All (hospital) (1048 documentos)
(ecuación 6)
- All (supply chain) and All (hospital logistics) (106 documentos)
(ecuación 7)
- All (distribution of medicines) and All (hospital logistics) (383 documentos)
(ecuación 8)
- All (medical supplies) and All (distribution of medicines) (747 documentos)
(ecuación 9)

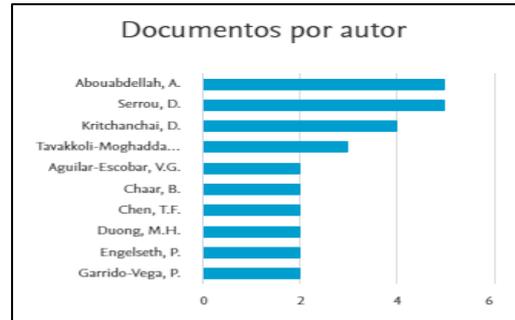
1.1 Resultados de búsqueda y análisis de la información.

Luego de realizar la búsqueda de información referente al tema en estudio, se pudo identificar que los datos obtenidos fueron demasiado extensos, al buscar por separado cada ecuación, los documentos encontrados se dieron en gran proporción, por ejemplo en la *ecuación 1* y *ecuación 2*, se obtuvo en total (62285 documentos) y (888073 documentos), respectivamente, luego se procedió a filtrar por rango de años: *entre 2011 – 2021* y área temática: *ingeniería, farmacia, enfermería y medicamento*, donde se pudo obtener información más concisa y centrada en el tema de estudio, como lo podemos ver en la *ecuación 7* (106 documentos) y *ecuación 8* (383 documentos), permitiendo obtener los mejores referentes para dicho análisis.

All (supply chain) and All (hospital logistics) (106 documentos).



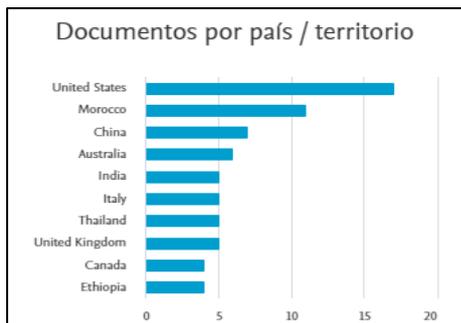
Gráfica 1. Documentos por año (Scopus).



Gráfica 2. Documentos por autor (Scopus).

La gráfica 1, muestra los estudios realizados por año, para la ecuación All (supply chain) and All (hospital logistics) donde se evidencia picos importantes en los años 2013 y 2016, con una caída significativa para el año 2017, pero logra ir creciendo a partir de este año hasta el 2020, retornando de nuevo a la cantidad de documentos en el año 2016.

La gráfica 2, nos da el resultado de los autores más influyentes en el tema, donde se ubica en primer y segundo lugar Abouabdellah, A y Serrou, D. con 5 documentos cada uno, seguido por Kritchanchai, D. con 4 documentos.



Gráfica 3. Documentos por país/territorio (Scopus).



Gráfica 4. Documentos por tipo (Scopus).

La gráfica 3, nos muestra la cantidad de documentos por país, ubicando a Estado Unidos en primer lugar con un total de 17 documentos, seguido por Marruecos con 11 documentos.

La gráfica 4, relaciona la cantidad de documentos por tipo, donde en primer lugar se ubica con 70 documentos el artículo, seguido por documento de sesión con 25 de estos.

All (distribution of medicines) and All (hospital logistics) (383 documentos).



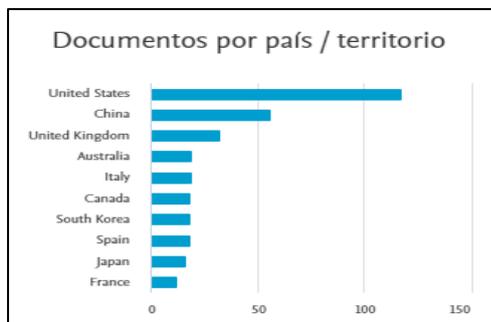
Gráfica 5. Documentos por año (Scopus).



Gráfica 6. Documentos por autor(Scopus).

La gráfica 5, relaciona los documentos por año para la ecuación 8, donde se ve el mayor pico en el año 2012 con un total de 66 documentos, pero a partir de allí, muestra una tendencia decreciente entre los años 2013 y 2019, retomando un poco la cantidad para el año 2020 con 40 documentos.

La gráfica 6, muestra la cantidad de documentos por autor, donde se ubica en primer lugar Silke, B. con 4 documentos, seguido por los autores Byrne, D. y Conway, R. ubicándolos en segundo y tercer lugar respectivamente, con 3 documentos cada uno.



Gráfica 7. Documentos por país/territorio (Scopus)

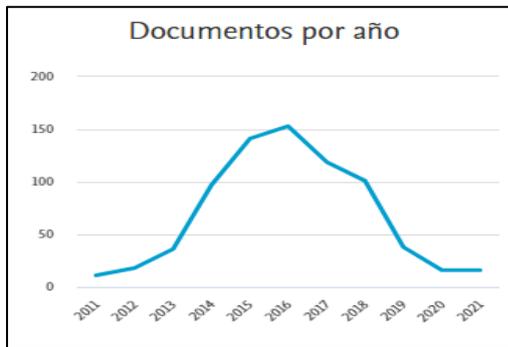


Gráfica 8. Documentos por tipo (scopus).

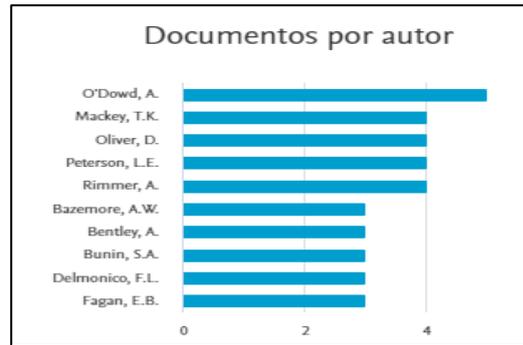
La gráfica 7, ubica a estados unidos como el primer país, con 117 documentos publicados, seguido por China y Reino Unido con 56 y 32 documentos respectivamente.

La gráfica 8, muestra los tipos de documentos, donde se nota gran preferencia para los documentos tipo artículo, con un total de 369, lo que corresponde a un 96.3%, seguido por documento de sesión y revista con un total de 7 referentes para cada uno, equivalente a 1.8% por tipo de documento.

All (medical supplies) and All (distribution of medicines) (747 documentos)



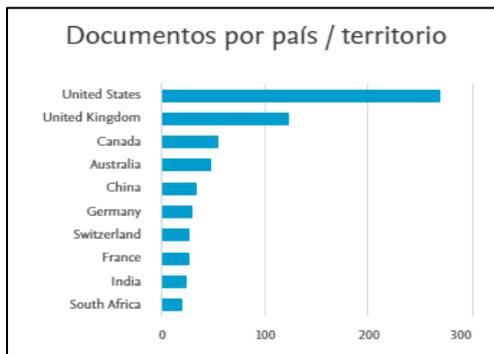
Gráfica 9. Documentos por año (Scopus).



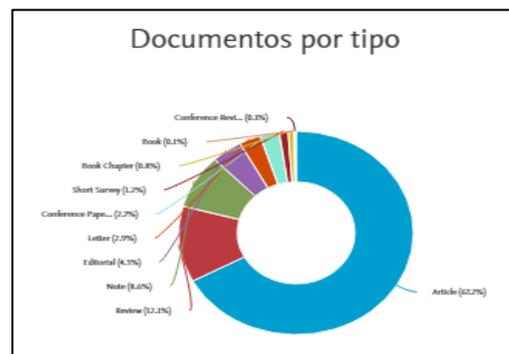
Gráfica 10. Documentos por autor (Scopus).

La gráfica 9, muestra el comportamiento de los documentos por año para la ecuación 9, donde podemos ver que a partir de año 2012, se da una tendencia positiva hasta el año 2016, con 153 publicaciones, pero a partir de este año, vemos que empieza una tendencia negativa a través de los años, llegando al 2020 con tan solo 17 documentos publicados.

La gráfica 10, nos da los autores más relevantes, ubicando con 5 documentos a O'Dowd, A. seguido por Mackey, TK y Oliver, D. en el segundo y tercer lugar con un total de 4 documentos cada uno.



Gráfica 11. Documentos por país/territorio (Scopus).

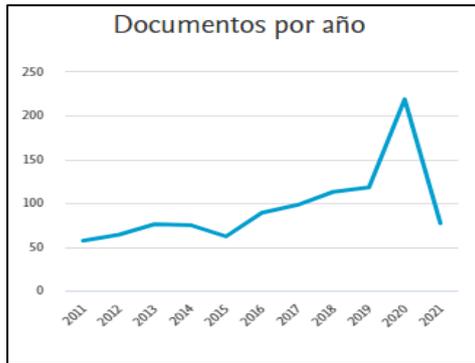


Gráfica 12. Documentos por tipo (Scopus).

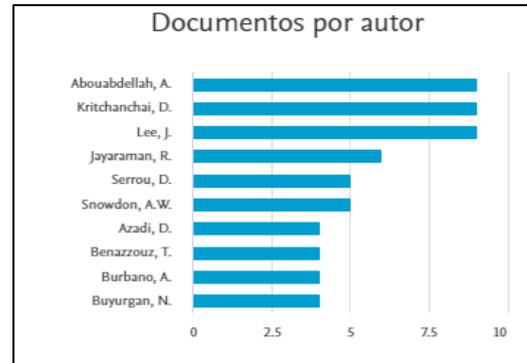
La gráfica 11, relaciona los documentos por país, ubicando de nuevo a Estados Unidos en primer lugar con un total de 271 documentos, seguido por Reino Unido y Canadá con 123 y 55 documentos respectivamente.

La gráfica 12, nos presenta en porcentaje de participación para cada tipo de documento, donde se ve que el documento tipo artículo, se ubica en primer lugar con el 67,2% lo que equivale a 502 documentos, mientras en segundo lugar se ubica el documento tipo revista con una participación del 12%, equivalente a 90 documentos.

All (supply chain) and All (hospital) (1048 documentos)



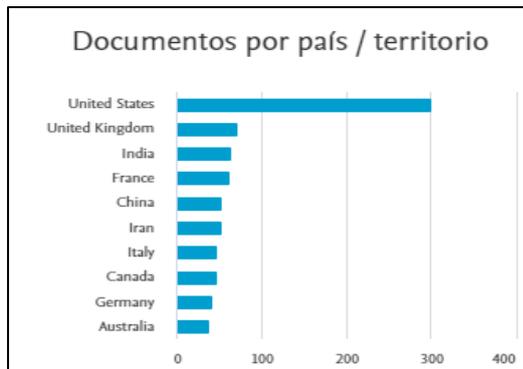
Gráfica 13. Documentos por año (Scopus).



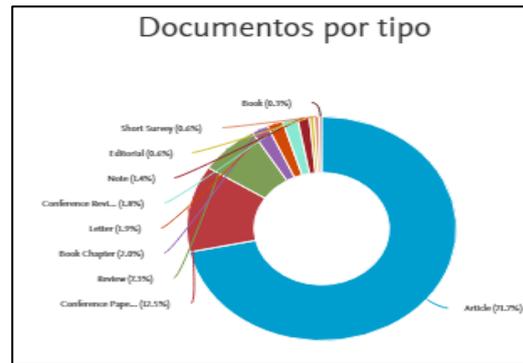
Gráfica 14. Documentos por autor (Scopus).

La gráfica 13, evidencia una tendencia positiva para la ecuación 6, en el rango de años definidos de 2011 a 2021, donde en el 2015 se puede ver un pequeño decrecimiento, pero vuelve y toma importancia a partir del año 2016, con un pico importante para el 2020, donde se publican en total 219 documentos.

La gráfica 14, nos permite observa los autores más influyentes ubican en primer, segundo y tercer lugar con 9 documentos cada uno a Abouabdellah, A., Kritchanchai, D, Lee, J, respectivamente.



Gráfica 15. Documentos por país/territorio (Scopus).



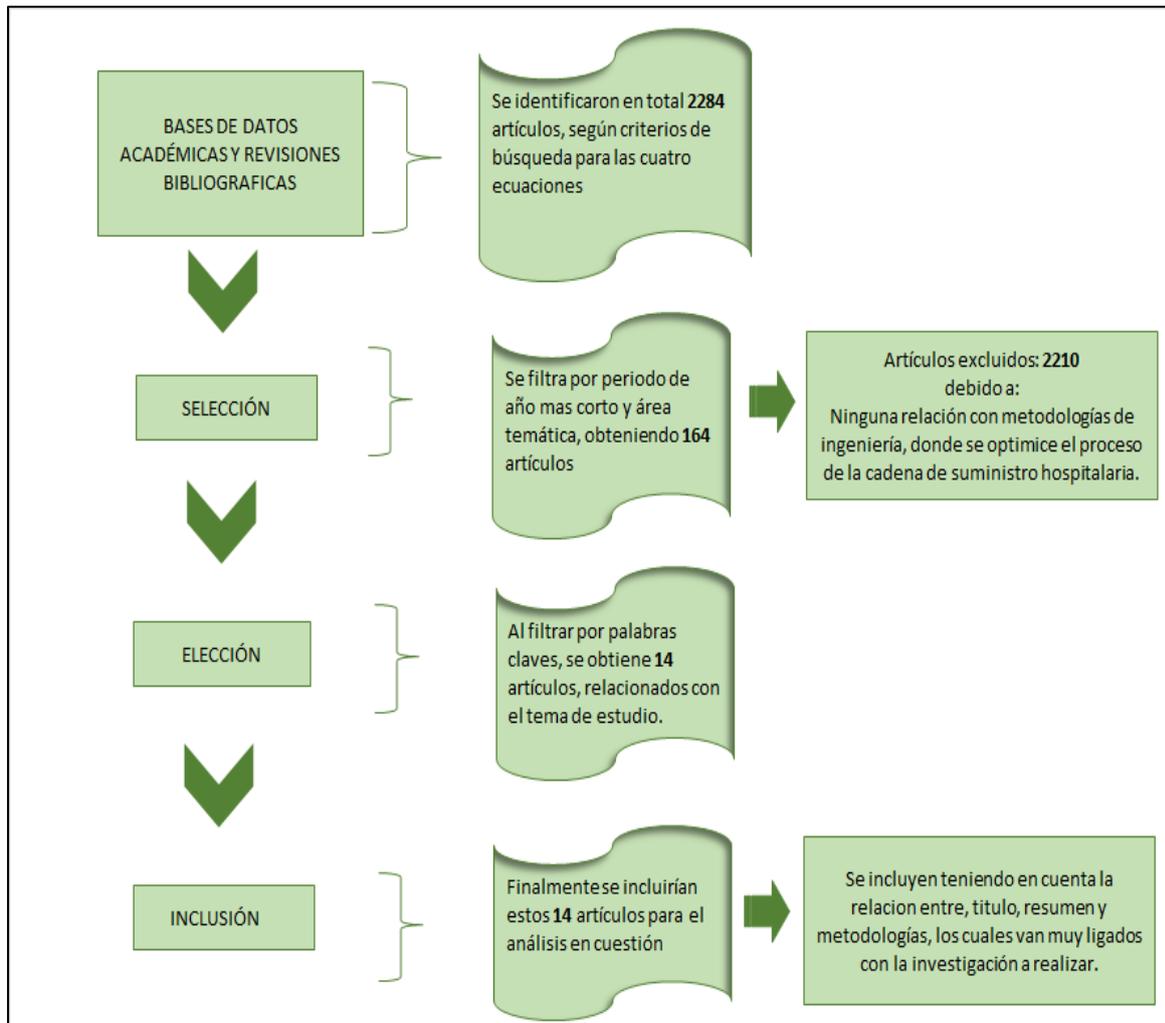
Gráfica 16. Documentos por tipo (Scopus).

La gráfica 15, muestra los documentos por países, donde en primer lugar continúa Estados Unidos con 300 documentos, en segundo lugar, se ubica Reino Unido con 70 documentos y en tercer lugar esta India, con 63 documentos.

La gráfica 16, da a entender los documentos por tipo, donde nuevamente el documento tipo artículo se ubica en primer lugar con un total de 751 documentos, seguido por documentos de sesión con un total de 131 documentos.

1.2 Criterios para el análisis de información.

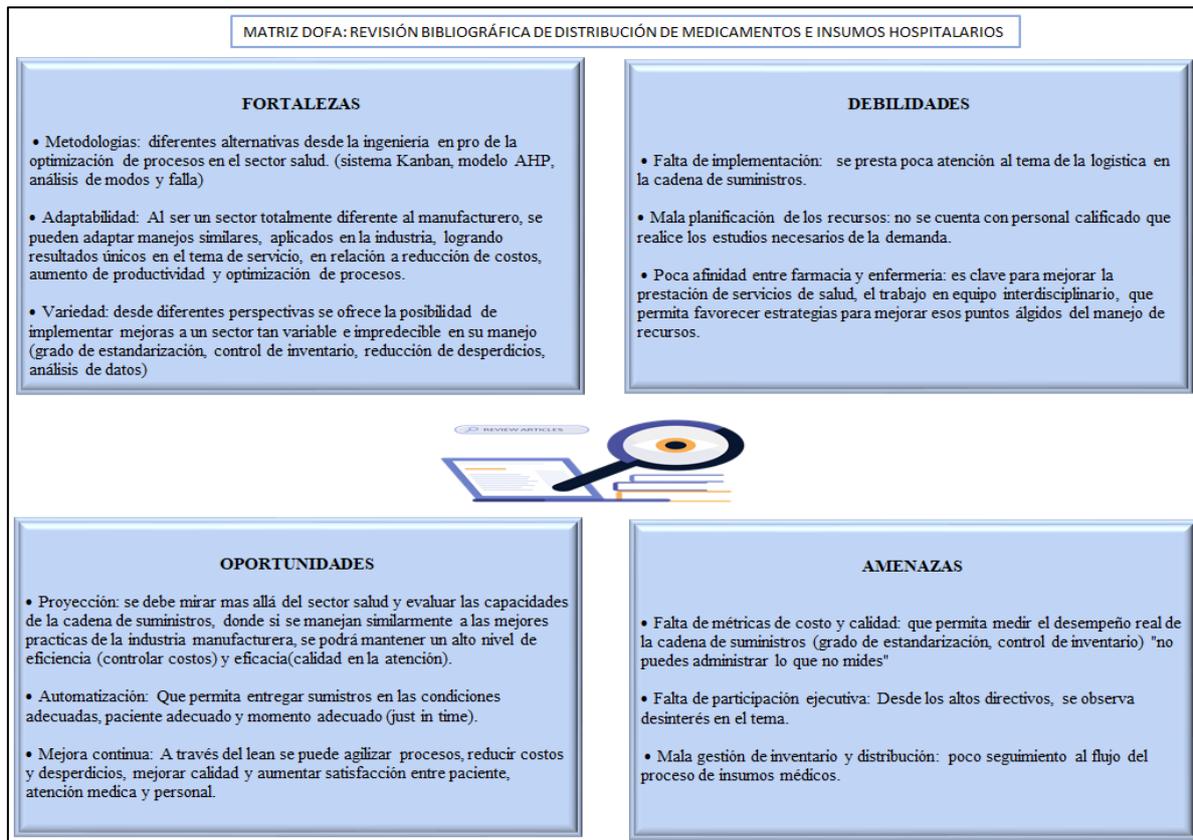
la revisión sistemática de literatura (SLR) entra a jugar un papel fundamental como un mecanismo para recolectar, organizar, evaluar y sintetizar toda la evidencia disponible respecto a un fenómeno de interés, ya sea para mejorar la práctica actual (mostrar que es lo que realmente funciona) o para sugerir nuevas direcciones de investigación. (Velásquez, 2015)



Gráfica 17. Información de artículos (elaboración propia).

Se da inicio con la recopilación de la información en la base de datos científica Scopus, donde se crearon 4 ecuaciones de búsqueda para el estudio planteado, consistente en propuesta de mejora para la cadena de suministros hospitalaria, enfocada en metodologías lean. En total se obtuvo inicialmente 2284 artículos, donde al filtrar por rango de año (entre 2011 – 2020) y área temática (enfermería, farmacología, profesionales de la salud e ingeniería), se logra extraer 164 artículos, excluyendo un total de 2210 artículos.

Finalmente, se realiza un último filtro por palabras clave (hospital, cadena de suministros, medicamentos, seguridad de los medicamentos, seguridad del paciente, equipos y suministros); logrando extraer 14 artículos, acá se analizó principalmente, título, resumen, palabras clave y metodologías, los cuales serán nuestros referentes para la fundamentación teórica de este estudio.



Gráfica 18: Matriz DOFA, revisión bibliográfica. (Elaboración propia).

En la gráfica anterior, observamos las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas referentes a la revisión bibliográfica del estudio en cuestión, donde podemos resaltar como oportunidad, la mejora continua a través de lean, el cual permite agilizar procesos, reducir costos y aumentar satisfacción entre pacientes, atención médica y personal, pero también sobresale como amenaza, la mala gestión de inventarios y distribución; como debilidad, la mala planificación de los recursos, dándonos a entender la necesidad de ir en esa búsqueda del mejoramiento de estos procesos en las instituciones hospitalarias, donde se pueda a través de herramientas de ingeniería, mostrar de manera cuantitativa, el gran aporte en temas financieros, de productividad y eficiencia, desde la aplicación de estos métodos.

1.3. Marco teórico.

A partir de la revisión de la literatura, se puede concluir que las herramientas lean se pueden utilizar en un centro de atención médica para minimizar los costos, mejorar la atención y la satisfacción del paciente, acelerar el proceso de atención médica, etc. (Las siguientes herramientas lean se pueden utilizar de forma eficaz en organizaciones sanitarias: (Abdallah, 2020)

Mapeo de flujo de valor (VSM): los mapas de flujo de valor se utilizan para dibujar el proceso desde el punto de vista del paciente. (Estos mapas revelan los siete desechos y ayudan a mejorar el proceso. (Abdallah, 2020)

Herramientas de priorización: se pueden utilizar muchas herramientas de priorización, incluyendo diagrama de Pareto y matrices de priorización. (Estas herramientas se utilizan normalmente para dar prioridad a las áreas de mejora, de modo que trabajemos en algunas áreas antes que en otras. También se pueden utilizar para categorizar y priorizar las causas de los problemas. (Abdallah, 2020).

Diagrama de recorrido: permite visualizar los transportes, los avances y el retroceso de las unidades, los «cuellos de botella», los sitios de mayor concentración, etc. A fin de analizar el trabajo para ver que se puede mejorar (eliminar, combinar, reordenar, simplificar). En este diagrama se registran todos los diferentes movimientos del material, indicando con su respectivo símbolo y numeración cada una de las diferentes actividades, y el lugar donde estas se ejecutan. (López, 2019).

Layout: se refiere a la disposición de los elementos de la planta, es decir, las máquinas, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes que se compone una instalación productiva. Se trata de un aspecto estratégico para cualquier tipo de empresa, sea de manufactura o de servicios.

El layout o distribución de la planta también es cuando se asignan las tareas a cada uno de los elementos productivos de las empresas. Por tanto, estamos hablando de una toma de decisiones que implicará distribuir y asignar tareas a los recursos productivos. (Tuwebestrategica, 2021).

OEE: La Efectividad Global de Equipos conocida como **OEE**, por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness), es un indicador vital que representa la capacidad real para producir sin defectos, el rendimiento del proceso y la disponibilidad de los equipos. Es un indicador poderoso que requiere de información diaria del proceso.

El indicador OEE es una herramienta integral de evaluación comparativa, esto quiere decir que puede ser utilizado para evaluar los diferentes componentes del proceso de producción, por ejemplo: disponibilidad, rendimiento y calidad. (Eficiencia *Global de Los Equipos (OEE)* » *Ingenieria Industrial Online*, n.d.)

KPIs: Un KPI es una métrica que mide qué tan bien se desempeña la organización o un individuo y la actividad operativa, táctica o estratégica que es fundamental para el éxito actual y futuro de la organización. El valor del KPI debe entenderse bien para que se utilice correctamente y proporcione la información necesaria para la toma de decisiones informada. (Ostakhov et al., 2018).

Rstudio: lenguaje de programación y se mantiene en un ambiente para cómputo estadístico y gráfico. Permite al usuario (o programador) escribir una serie de instrucciones u órdenes de manera organizada, concentrándose en el manejo, análisis, procesamiento y visualización de datos. (Estefanía Vargas & Mesa Fuquen, 2021).

2. Planteamiento del problema.

Actualmente, dentro del hospital, específicamente en la cadena de suministros, se logra identificar la falta de estandarización en los procesos de distribución hacia los diferentes servicios de atención médica, puntualmente en las áreas de hospitalización general, donde no se lleva un control, ni se definen metas con base en la distribución de insumos médicos y medicamentos, con relación al tiempo necesario y requerido para la realización de dicha labor, perdiendo en cierta medida la oportunidad de implementar mejoras, enfocadas a la excelencia clínica, dando lugar a:

- Falta de seguimiento y control a los procesos.
- Acciones innecesarias.
- Poca optimización de los recursos. (tiempo, recurso humano)
- Poco sentido de pertenencia.

De este modo, se está identificando situaciones dentro de la cadena de suministros, que hacen perder en cierta medida el óptimo funcionamiento del servicio, disminuyendo la productividad en los procesos, lo que conlleva a un inadecuado manejo de los recursos y a la vez pérdidas económicas, donde finalmente se ve afectada la calidad y seguridad en la prestación del servicio.

Se deberá entonces intervenir de manera ágil y en busca de mejora, las posibles causas que generan la problemática e implementar así estrategias acordes que nos lleven en busca de procesos estandarizados, donde las pérdidas sean mínimas, tanto en tiempo, mano de obra y recursos, generando consciencia en los empleados sobre la importancia de optimizarlos, para ir en busca del auto sostenimiento de la organización.

2.1. Justificación.

La investigación nace desde la necesidad de buscar procesos estandarizados, donde se logre llevar a la institución a ser más eficiente en un mundo cada vez más competitivo y que le da importancia significativa a todo lo que tiene que ver con el manejo racional de los recursos y poder perdurar en el tiempo, donde se le permita obtener beneficios como:

- Disminución de costos relacionados con la atención médica.
- Eliminar el desperdicio y el uso inapropiado de sus recursos.
- Lograr procesos estandarizados donde se brinde calidad y seguridad en la prestación del servicio.
- Agilizar procesos, con estándares de tiempo definidos, que le permita al líder del proceso, reasignar labores en busca de mayor productividad y eficiencia.

Por este motivo se quiere analizar desde metodologías Lean, posibles mejoras que se pueden implementar dentro de la cadena de suministros y aportar así al uso razonable y consciente de los recursos (mano de obra, tiempo), que le permitan tanto a pacientes como a colaboradores, sentirse en un lugar donde se le apueste a prestación de servicios calificados y con baja probabilidad de errores, siempre con miras a procesos seguros.

2.2. Pregunta problematizadora.

¿Qué metodologías de mejora basadas en lean Manufacturing aplicadas al flujo de insumos hacia los servicios de hospitalización en el hospital San Vicente Fundación de Rionegro, podrían ser propuestas?

3. Objetivos.

3.1 Objetivo general.

Proponer metodologías de mejora, basadas en lean Manufacturing en el Hospital San Vicente de Paul Rionegro, aplicado al flujo de insumos hacia los servicios de hospitalización.

3.2 Objetivos específicos.

- Reconocer el flujo real de insumos asociado a la atención hospitalaria en los servicios de hospitalización.
- Distinguir todas las estructuras del flujo de insumos hacia los servicios de hospitalización.
- Establecer, mediante metodologías lean, posibles mejoras aplicadas a la cadena de suministros, donde se logre generar una mejor optimización de los recursos.

4. Materiales y métodos.

4.1. Tipo de estudio.

Descriptivo: Este estudio se basa según (Jorge Veiga de Cabo, Elena de la Fuente Díez, 2011), en medir la presencia, características o distribución de un fenómeno en una población en un momento de corte en el tiempo. Por tanto, la principal característica de los estudios descriptivos es que se limitan simplemente a dibujar el fenómeno estudiado, sin pretender establecer ninguna relación causal en el tiempo con ningún otro fenómeno.

Dentro de la investigación se pretende entonces, identificar a detalle, las formas actuales de trabajo dentro de la cadena de suministros y poder describir de este modo variables críticas que afecten el funcionamiento óptimo del sistema, donde a través de las metodologías de ingeniería, se puedan establecer mejores formas de trabajo, que lleven a procesos de calidad, minimizando en cierta medida, cualquier tipo de desperdicio.

4.2. Método de estudio.

Observación: Es un proceso cuya función primera e inmediata es recoger información sobre el objeto que se toma en consideración. Es el método por el cual se establece una relación concreta e intensiva entre el investigador y el hecho social o los actores sociales, de los que se obtienen datos que luego se sintetizan para desarrollar la investigación. (Soledad Fabbri, 2018).

Se observó detalladamente cada proceso implicado en la distribución de insumos y medicamentos, donde se pudo obtener información importante sobre los tiempos de entrega, distancias y cantidades entregadas, pudiendo obtener un diagnóstico inicial referente a los recorridos que diariamente realiza el personal de farmacia, hacia los diferentes servicios de hospitalización.

Análisis y síntesis: La capacidad de análisis y síntesis nos permite conocer más profundamente las realidades con las que nos enfrentamos, simplificar su descripción, descubrir relaciones aparentemente ocultas y construir nuevos conocimientos a partir de otros que ya poseíamos. Por todo ello, tiene un carácter genérico y está relacionada con varias competencias (pensamiento crítico, resolución de problemas, organización y planificación o toma de decisiones, por poner algunos ejemplos). (Fernández, 2013)

Mediante este método, se establecieron las causas asociadas a la distribución de insumos que hacen que no se lleve un control óptimo de estos, viendo la necesidad de proponer mejores prácticas en dicho proceso, donde se pueda estandarizar en mejor medida y disminuir así el efecto negativo de la falta de estandarización y control del proceso.

4.3 Fuentes de información.

Las fuentes de información son instrumentos para el conocimiento, acceso y búsqueda de la información, su objetivo principal es el de buscar, fijar y difundir la fuente de información implícita en cualquier soporte físico, estas se pueden catalogar desde diferentes perspectivas, sin embargo, cada autor puede elaborar su propia clasificación dependiendo su grado de información. De acuerdo con el grado de información que proporcionan, las fuentes de información se dividen en primarias, secundarias y terciarias. (García, 2019).

En este estudio se utilizó como fuente de información la primaria, la cual se basó en la observación directa del proceso, realizando preguntas a personal implicado, tomando información importante desde la percepción de ellos, siendo de gran ayuda para la realización del estudio. También se utilizó la información secundaria, obtenida desde trabajos de investigación, revistas, artículos científicos e informes de la empresa (bases de datos, planos).

5. Resultados y análisis.

5.1. Diagnóstico.

Actualmente, dentro de la cadena de suministros del hospital San Vicente Fundación de Rionegro, se presenta una situación relacionada con la distribución de insumos médicos y medicamentos, donde no se lleva un control o estándares para la distribución de estos, con relación al tiempo empleado para la realización de dicha labor, lo que permite generar cierta incertidumbre, en relación con la forma actual de trabajo, donde no se analiza si se le está dando un buen manejo al recurso humano, en función del tiempo empleado para los procesos desarrollados dentro de la cadena de suministros, generando así pérdidas económicas para la entidad, como por ejemplo: tiempos muertos, acciones innecesarias, reprocesos, entre otros. Se hizo entonces un primer acercamiento con el coordinador de la cadena de suministros y la coordinadora del departamento de enfermería, los cuales coinciden en la necesidad de controlar

este proceso y lograr estandarizarlo en mejor proporción, para así ofrecer más calidad y seguridad en la atención hospitalaria.

Partiendo desde este contexto, se dio inicio con el estudio, mediante la aplicación de diferentes metodologías de la ingeniería, las cuales fueron aportando información valiosa e importante para poder establecer propuestas de mejora a la institución, en pro de mejores niveles de productividad y eficacia en el marco del manejo racional de los recursos, permitiendo de este modo demostrar desde fundamentos teóricos, la aplicabilidad de estas metodologías al análisis y diagnóstico de cada proceso, donde se muestra la mejor alternativa que permita ir en busca de esa solución, conforme a la problemática en estudio.

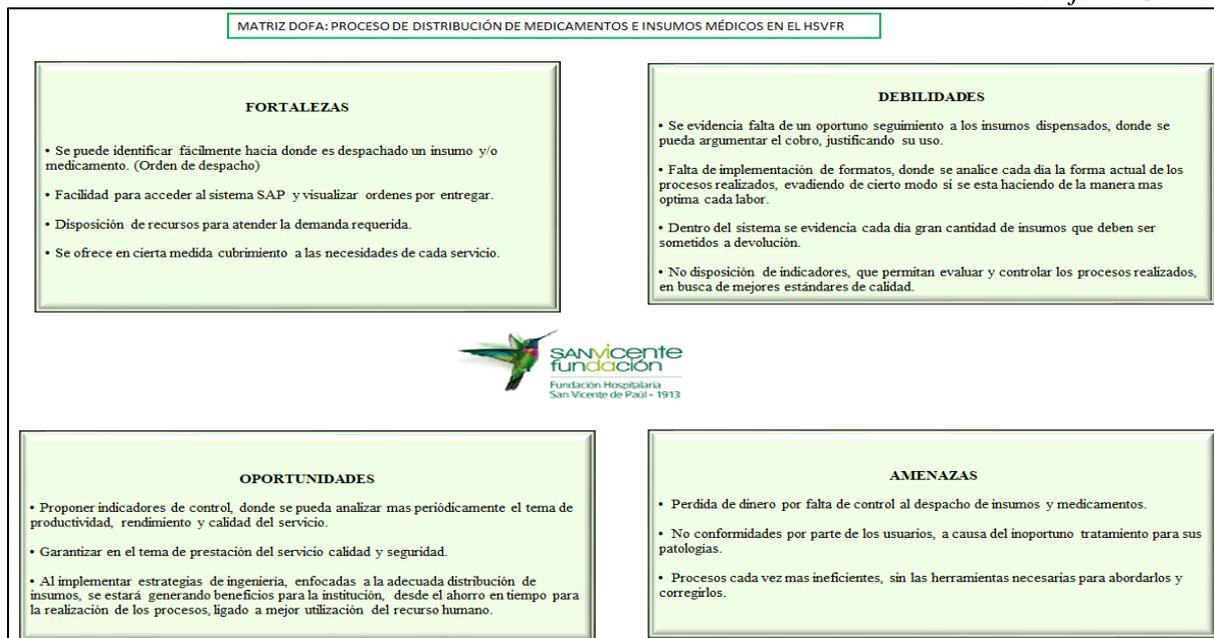
5.2. Alcance.

Se define como alcance del proyecto, un estudio basado en la distribución de insumos médicos, asociados a la atención hospitalaria, dentro de los servicios de hospitalización, los cuales corresponden a torre B y torre C, esto con el aval del coordinador de la cadena de suministros.

5.2.1. Matriz DOFA.

Herramienta de análisis de estrategia empresarial. Este método se encuentra diseñado para facilitar un enfoque realista (basado en hechos y datos), respecto a las *fortalezas, oportunidades, debilidades* y *amenazas* de una organización, una iniciativa o una industria. Es uno de los métodos más popularizados en el mundo organizacional, la sencillez de su metodología y la eficacia de su aplicación, la convierten en una herramienta poderosa, guía de la toma de decisiones. En términos más prácticos diremos que el análisis de la matriz le ayudará a evaluar la posición actual de su organización antes de decidirse por una nueva estrategia. De tal manera que se descubra qué está funcionando bien, y qué no. Podría, a través del desarrollo, plantearse hacia dónde quiere ir, cómo puede llegar ahí y considerar qué puede interponerse en ese camino. (Lopez, 2021).

Se trabajó la matriz DOFA, referente al proceso actual dentro de la cadena de suministros, identificando desde sus debilidades y amenazas, las posibles oportunidades de mejora que se puedan establecer, enfocados en ir incrementando cada vez más sus fortalezas actuales.



Gráfica 19: Matriz DOFA, proceso actual. (Elaboración propia).

La grafica 19, nos permite observar el panorama actual referente a las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas dentro del proceso de distribución de insumos médicos en la cadena de suministros, donde se resalta como fortaleza la adecuada disposición de los recursos para atender la demanda requerida, pero a su vez se tiene una debilidad importante referente a la no disponibilidad de indicadores del proceso que permitan evaluar y controlar los procesos realizados, en busca de mejores estándares de calidad, lo que conlleva a una importante amenaza, consistente en procesos ineficientes, sin las herramientas necesarias para abordarlos y corregirlos.

5.3. Medición.

Se procede a analizar por medio de gráficos de Pareto, los costos en pesos, que conlleva cada insumo despachado para la atención hospitalaria, a partir de la base de datos: despacho por paciente con centro de costos marzo, abril y mayo de 2021 (ver anexo 1), correspondiente a las cantidades despachadas por servicio de los insumos médicos más solicitados por el personal de enfermería, donde se logra evidenciar el gran impacto económico que se genera a partir de estos recursos y la importancia que se le debe dar al uso racional de los mismos.

5.3.1. Diagrama de Pareto.

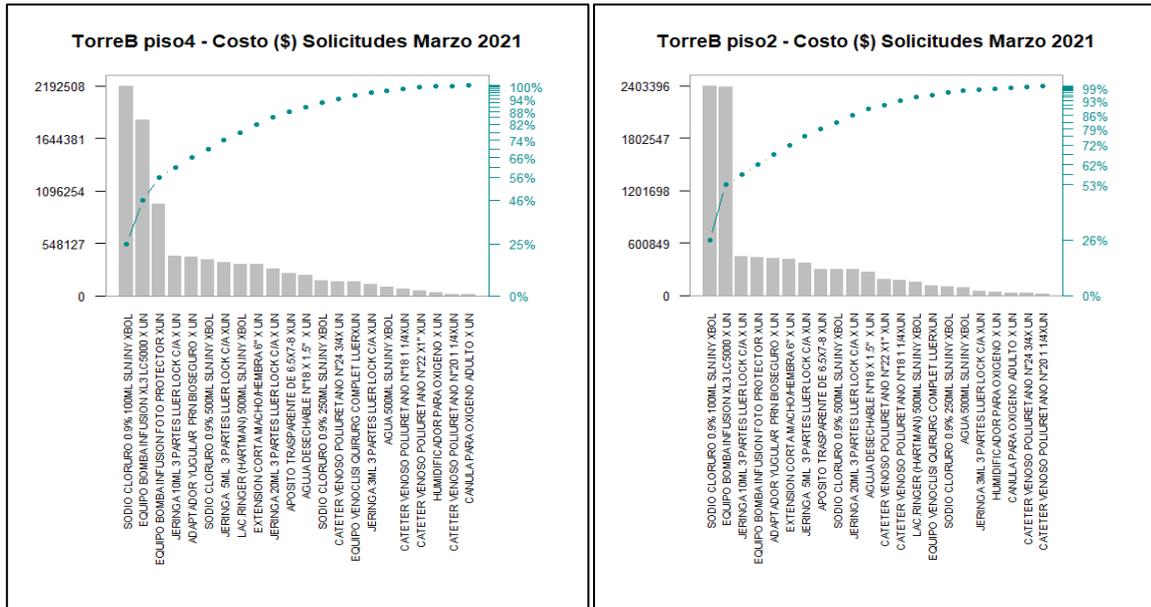
El diagrama de Pareto es una regla que consiste en determinar y separar el 20% de los pocos vitales del 80% de los muchos triviales que, según la definición de Pareto, se debe reducir los problemas de mayor importancia con la finalidad de que el equipo sepa dirigir los esfuerzos correctivos, los cuales están representados por el 20%; por lo tanto, resolver este porcentaje evitará que el restante se vea afectado. (Feijoo Medina, 2019).

Es prudente usar la herramienta para identificar deficiencias en un producto o servicio para el análisis de mejora en cuanto a calidad, o cuando se presenta la necesidad de identificar los

problemas de forma. Esta herramienta es de aporte valioso para el área organizacional. (Feijoo Medina, 2019).

A continuación, se muestran los gráficos de Pareto, correspondientes a los costos por mes, de los insumos de mayor demanda, en los meses de marzo, abril y mayo de 2021, en los diferentes servicios de hospitalización, los cuales fueron diseñados a partir de las bases de datos (ver anexo 2), en el software Rstudio.

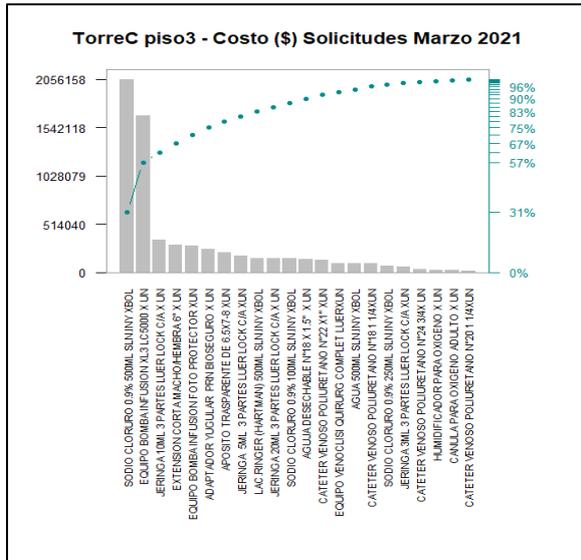
Costos por insumo torre B y torre C, mes marzo:



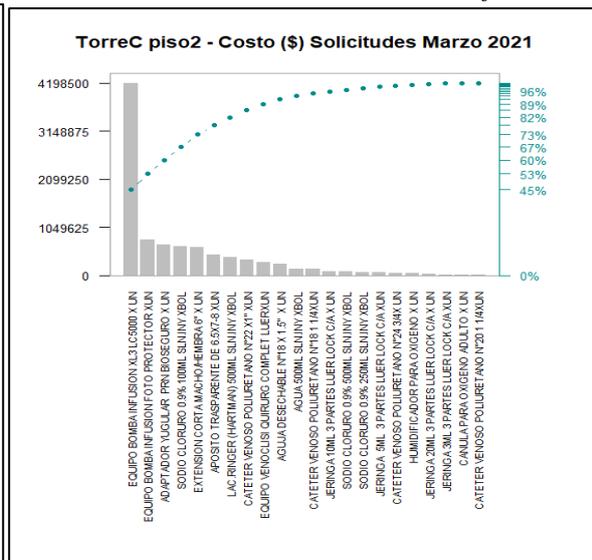
Gráfica 20: costos TB2 marzo (Rstudio).

Gráfica 21: costos TB4 marzo (Rstudio).

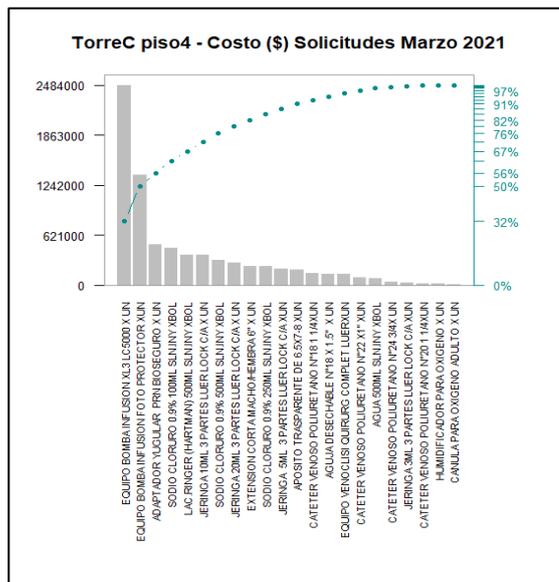
En las gráficas 20 y 21, se puede evidenciar el costo asociado a las cantidades de insumos para los servicios de la torre B, donde en primer lugar se ubica el sodio cloruro 0.9 % 100 ml, con un total de \$ 2'403.396 para torre B piso 2 y para torre B piso 4 de \$ 2'192.508.



Gráfica 22: costos TC2 marzo (Rstudio).



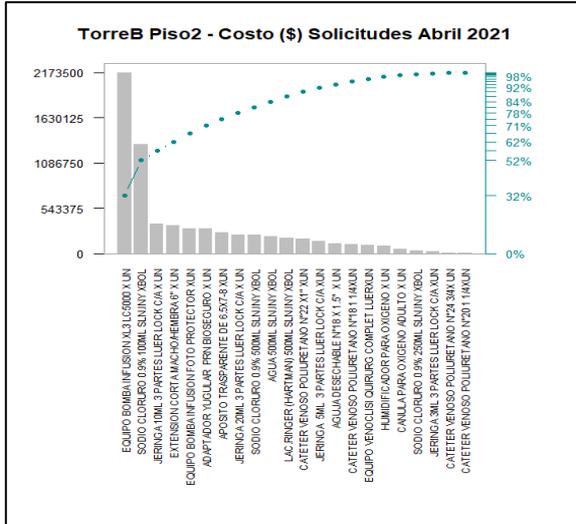
Gráfica 23: costos TC3 marzo (Rstudio).



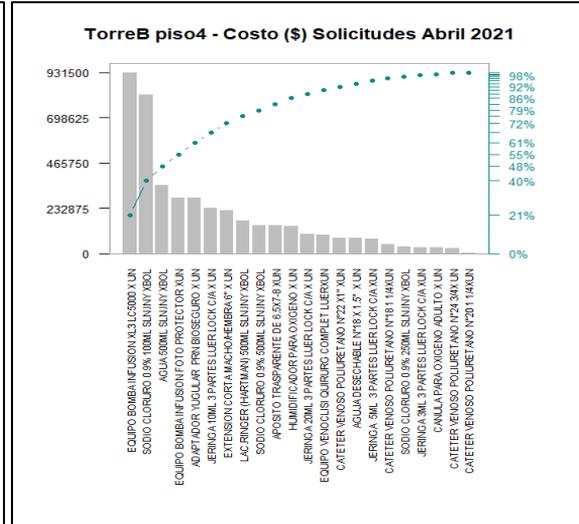
Gráfica 24: costos TC4 marzo (Rstudio).

En las gráficas 22, 23 y 24, correspondientes a los costos de la torre C, del mes de marzo, se logra identificar dentro de los insumos de mayor costo para torre C piso 2 y torre C piso 4, el equipo bomba infusión XL y el equipo bamba infusión fotoprotector, con un total de 4`198.500 y 1`010.000 aproximadamente para torre C, piso 2, mientras 2`484.000 y 1`300.000 aproximadamente para torre C, piso 4.

Costo por insumos torre B y torre C, mes abril:

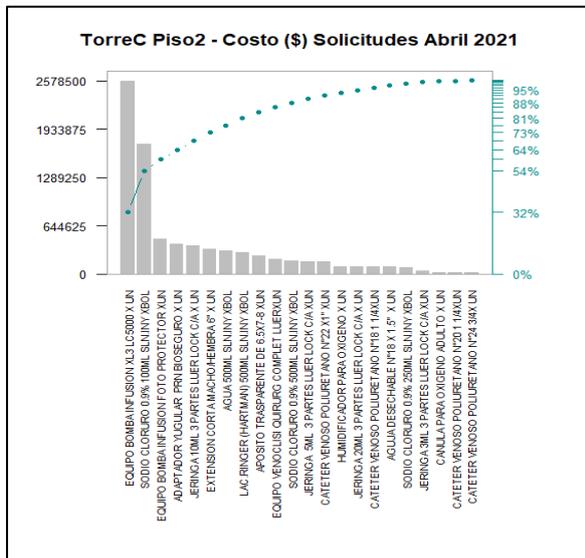


Gráfica 25: costos TB2 Abril (Rstudio).

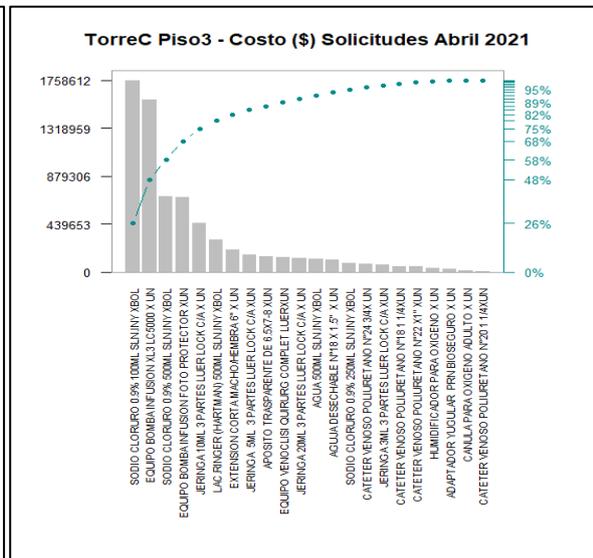


Gráfica 26: costos TB4 Abril (Rstudio).

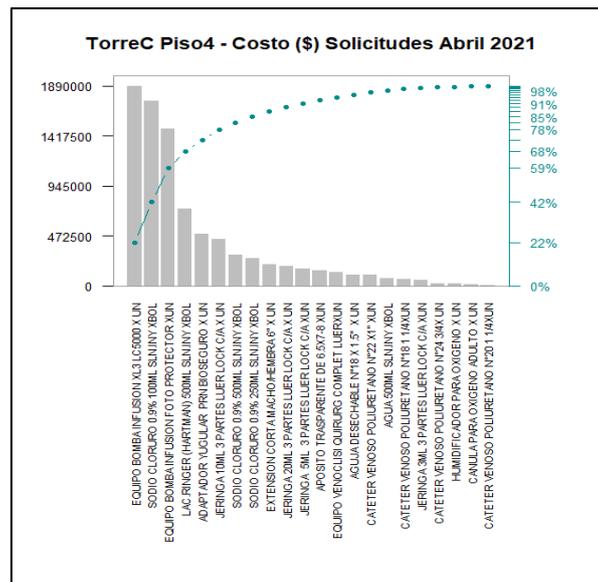
Para las gráficas 25 y 26 de los meses de abril, correspondiente a la torre B, piso 2 y torre B, piso 4, se observa dentro de los dos insumos de mayor costo, el equipo de infusión xl y al sodio cloruro 0.9% 100 ml para ambos servicios, con un total de \$2`173.500 y \$ 1`150.00 aproximadamente para torre B piso 2, y para torre B piso 4, un total de \$ 931.500 y \$ 812.000, respectivamente.



Gráfica 27: costos TC2 Abril (Rstudio)



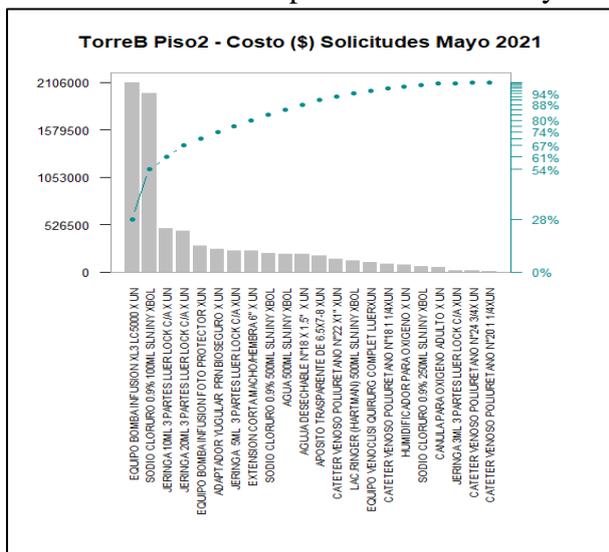
Gráfica 28: costos TC3 Abril (Rstudio)



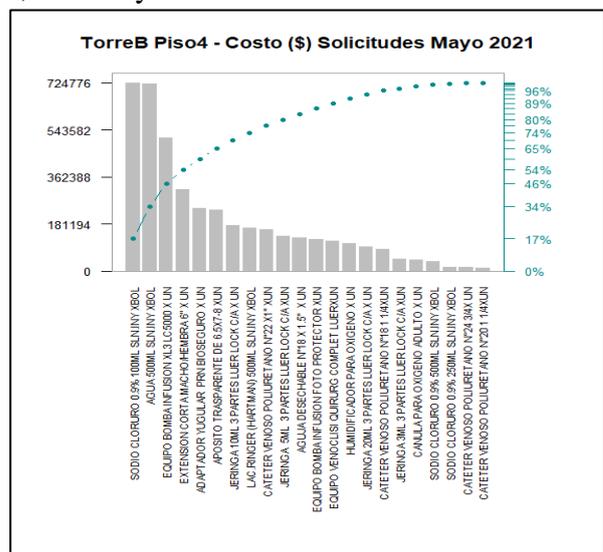
Gráfica 29: costos TC4 Abril (Rstudio)

En las gráficas 27, 28 y 29 del mes de abril, correspondientes a los servicios de torre C, piso 2, 3 y 4, se puede observar como factor común dentro de los dos insumos de mayor costo para los tres servicios, el equipo bomba infusión xl y el sodio cloruro 0.9% 100 ml, donde para torre C, piso 2, se generó un costo de 2`578.500 y 1`830.000, respectivamente, para torre C, piso 3 un total de 1`690.00 y 1`758.612, respectivamente, mientras que para torre C, piso 4, tuvo en costo de 1`890.000 y 1`800.000, aproximadamente.

Costos por insumo torre B y torre C, mes mayo:

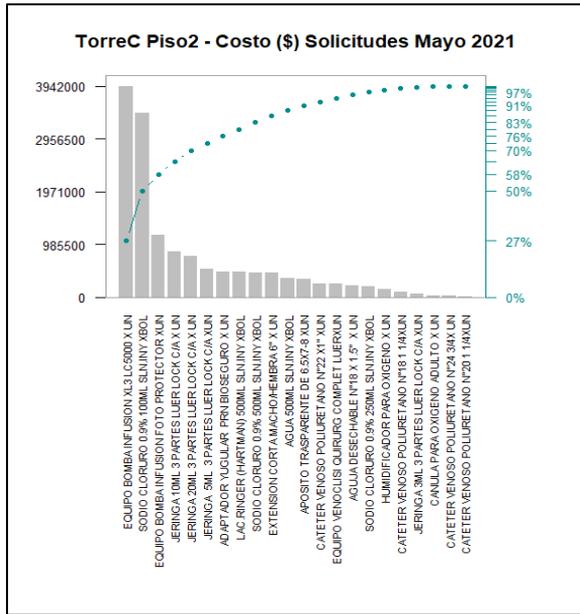


Gráfica 30: costos TB2 Mayo (Rstudio).

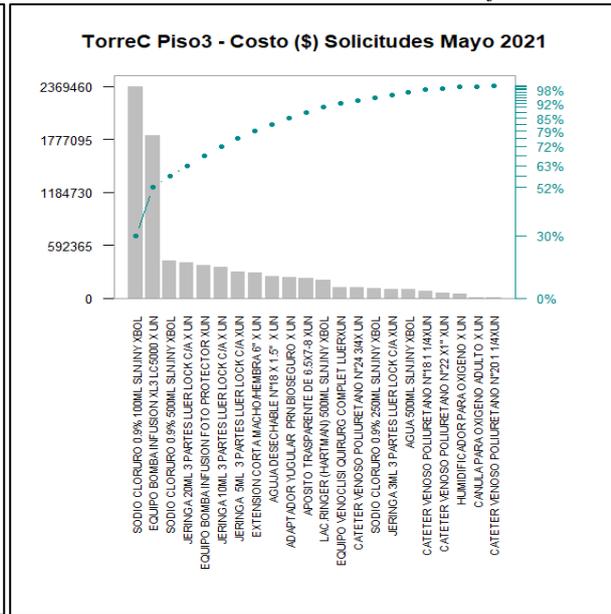


Gráfica 31: costos TB4 Mayo (Rstudio).

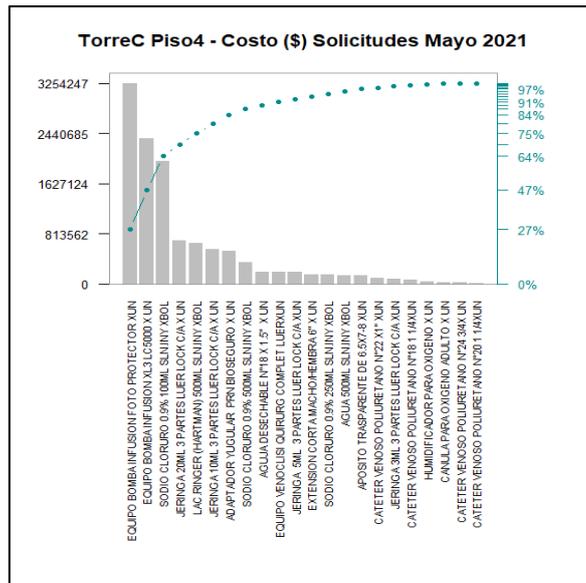
En las gráficas 30 y 31, se logra identificar un factor común dentro de los tres primeros insumos de mayor costo, asociado a la cantidad solicitada, el sodio cloruro 0.9% 100 ml, con un equivalente a \$ 2`006.000 y \$ 724.776, para torre B piso 2 y torre B piso 4, respectivamente.



Gráfica 32: costos TC2 Mayo (Rstudio).



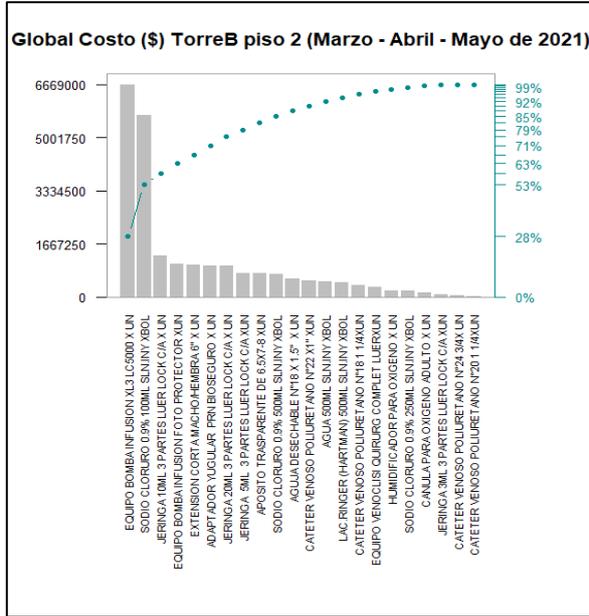
Gráfica 33: costos TC3 Mayo (Rstudio).



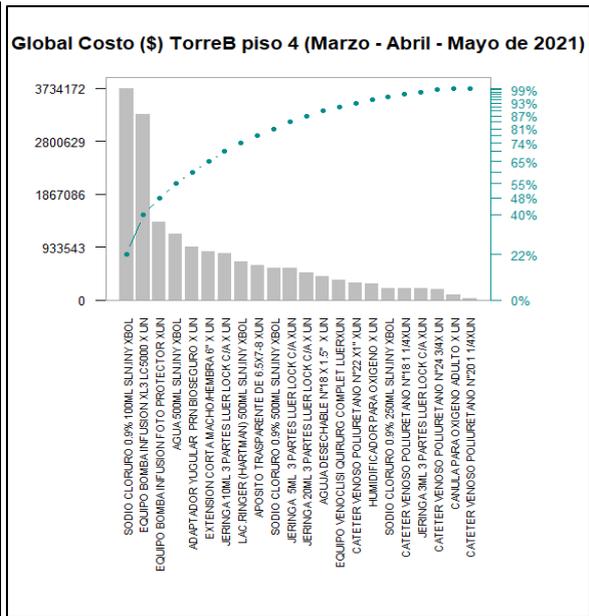
Gráfica 34: costos TC4 Mayo (Rstudio)

Dentro del análisis de las gráficas 32, 33 y 34 del mes de mayo, correspondientes a los servicios de torre C, se identifican dos insumos comunes para cada servicio, ubicados entre los tres insumos de mayor costo, los cuales corresponden a sodio cloruro 0.9% 100 ml y equipo bomba infusión xl, donde para torre C piso 2, se generó un costo de 3`400.000 y 3,942.000, para torre C piso 3, se muestra un costo de 2`369.460 y 1`777.095, y para torre C piso 4, un total de 1`800.000 y 2`440.685, respectivamente.

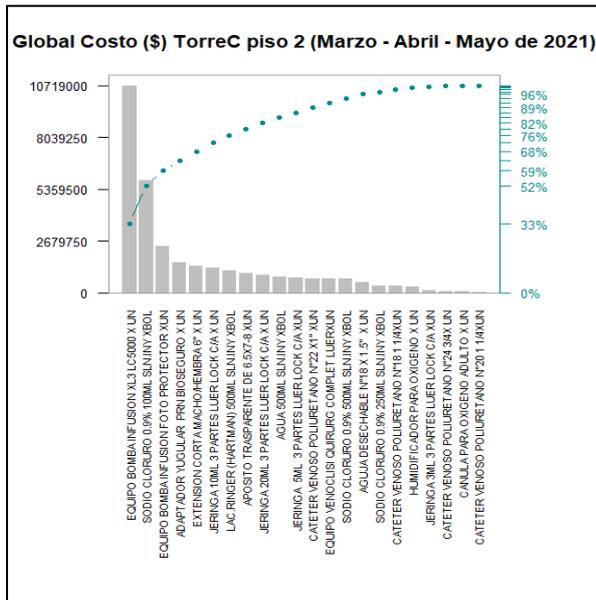
Costo global por insumo solicitado en hospitalización, marzo-abril-mayo.



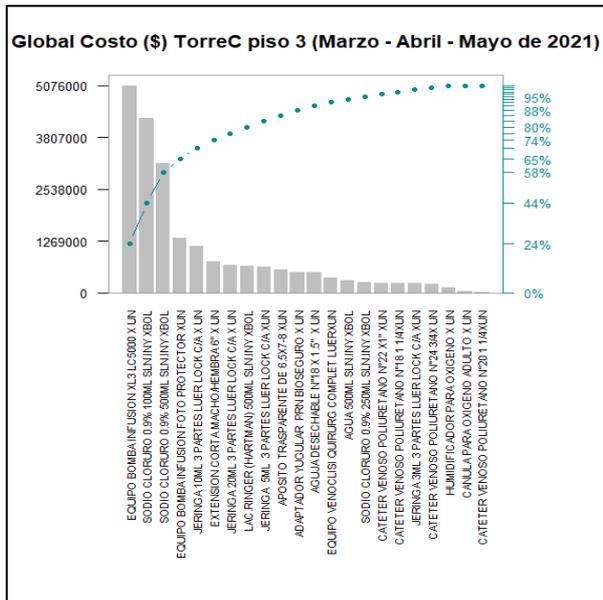
Gráfica 35: Costo global TB2 (Rstudio).



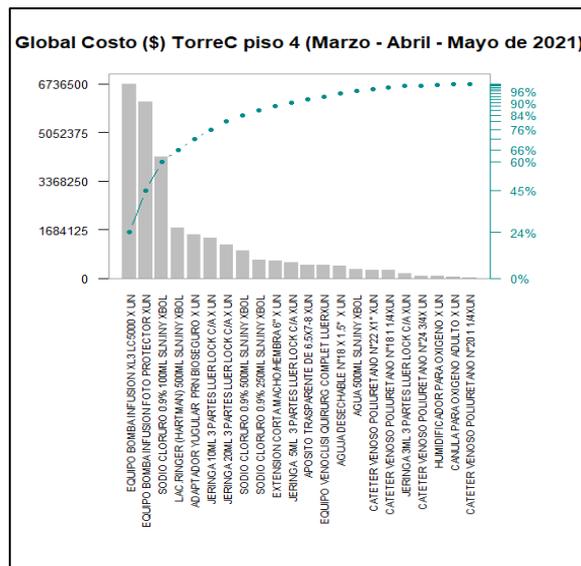
Gráfica 36: Costo global TB4 (Rstudio).



Gráfica 37: Costo global TC2 (Rstudio).



Gráfica 38: Costo global TC3 (Rstudio).



Gráfica 39: Costo global TC4 (Rstudio).

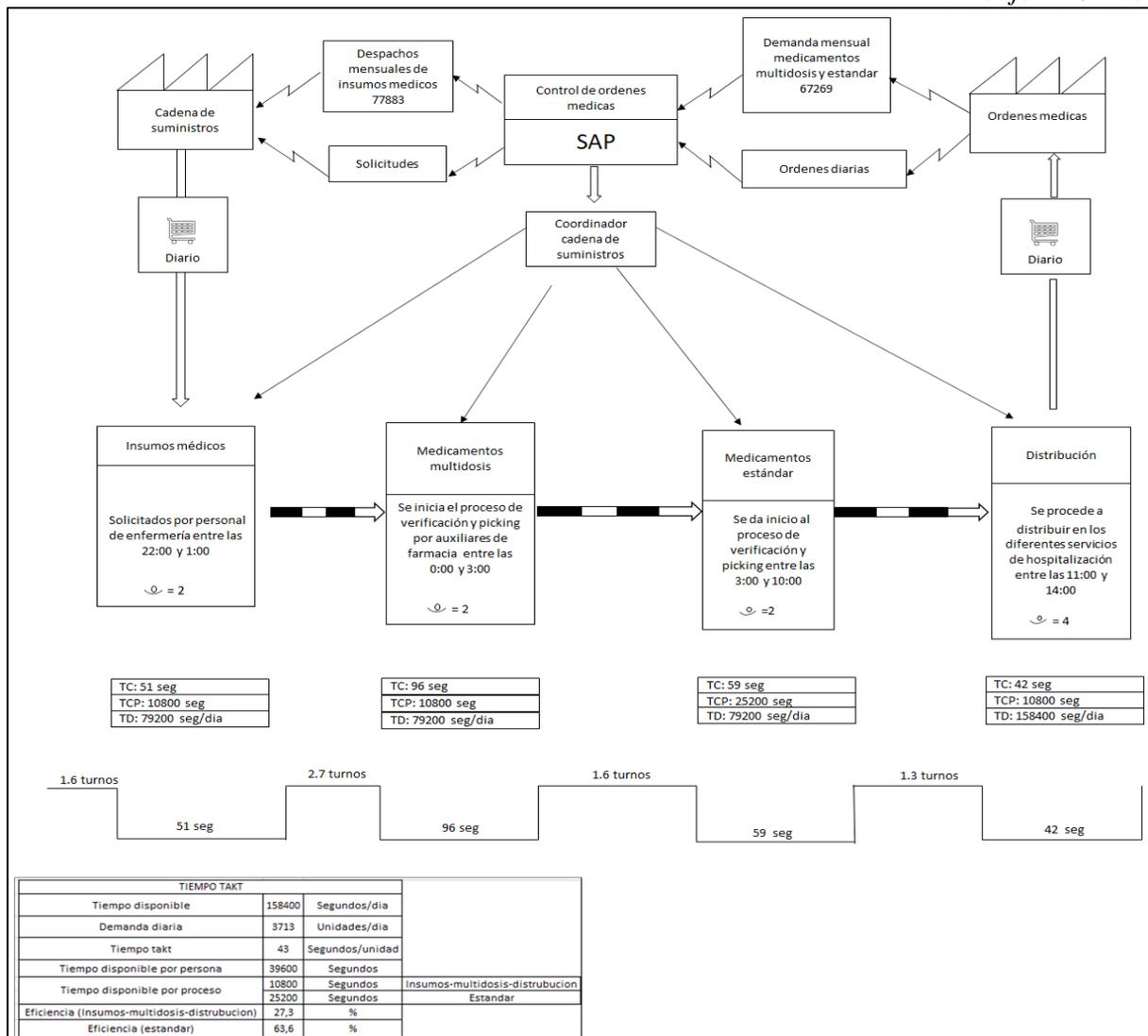
Finalmente, se realiza un análisis global de los tres meses para cada servicio, observados en las gráficas 35-36-37-38 y 39, y se nota el gran impacto económico que implica cada uno de los insumos médicos destinados a la atención hospitalaria, donde para la mayoría de los gráficos, se obtuvo que el insumo de mayor costo, debido a su precio y demanda obtenida en cuatro de los cinco servicios analizados, supera los 5`000.000 en el conglomerado, siendo el equipo bomba infusión XL, e incluso llegó a alcanzar un máximo de 10`719.000 en torre C, piso 2.

5.3.1. Mapa de flujo de valor (VSM)

Los mapas de valor, también conocidos como gráficas del flujo de valor VSM (Value Stream Map), son herramientas utilizadas para conocer a profundidad los procesos, tanto dentro de la organización como en la cadena de abastecimiento. El principal objetivo por el que se desarrollan los mapas de valor consiste en que estos nos permiten identificar ampliamente las actividades que no agregan valor al proceso, del mismo modo permiten conocer el tiempo asociado a dichas actividades.

El mapa de flujo de valor consiste en el modelado de un estado real mejorado por medio de una reducción específica de la duración del proceso.

En la práctica, el mapeo de valor se ha convertido en una actividad esencial ante la formulación de planes de mejora, de tal manera que forma parte del diagnóstico del proceso (VSM actual) y de la proposición de estrategias de mejoramiento (VSM futuro), (Salazar, 2019).

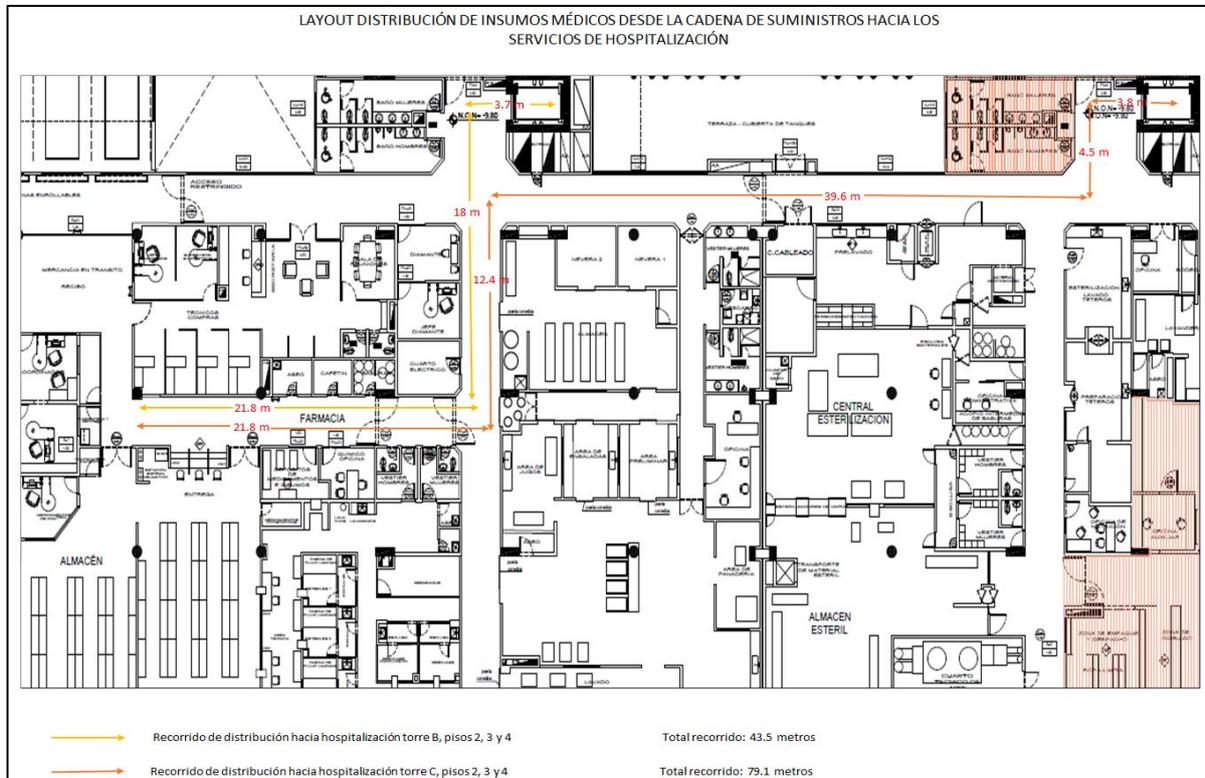


Gráfica 40: VSM actual: cadena de suministros. (Elaboración propia).

En la gráfica 40, tenemos el mapa de flujo de valor del proceso actual, donde nos muestra que el tiempo de ciclo es mayor al tiempo takt, en los tres primeros procesos, dando un diagnóstico actual, consistente en que la capacidad instalada del proceso no responde a la capacidad de demanda, siendo necesario intervenir de manera oportuna dicho proceso en pro de obtener un mejor panorama, que permita ir en busca de buenas prácticas de distribución de medicamentos e insumos, ligados a altos estándares de calidad y eficiencia en la prestación del servicio. como posible alternativa, de cara a este panorama, se podría proponer nuevas formas de trabajo, respecto al alistamiento de estos insumos médicos y medicamentos, donde se tengan nuevos horarios para la preparación de los mismos y se pueda contar con más personal realizando dicha labor.

5.4. Análisis.

5.4.1. Layout cadena de suministros piso -2.

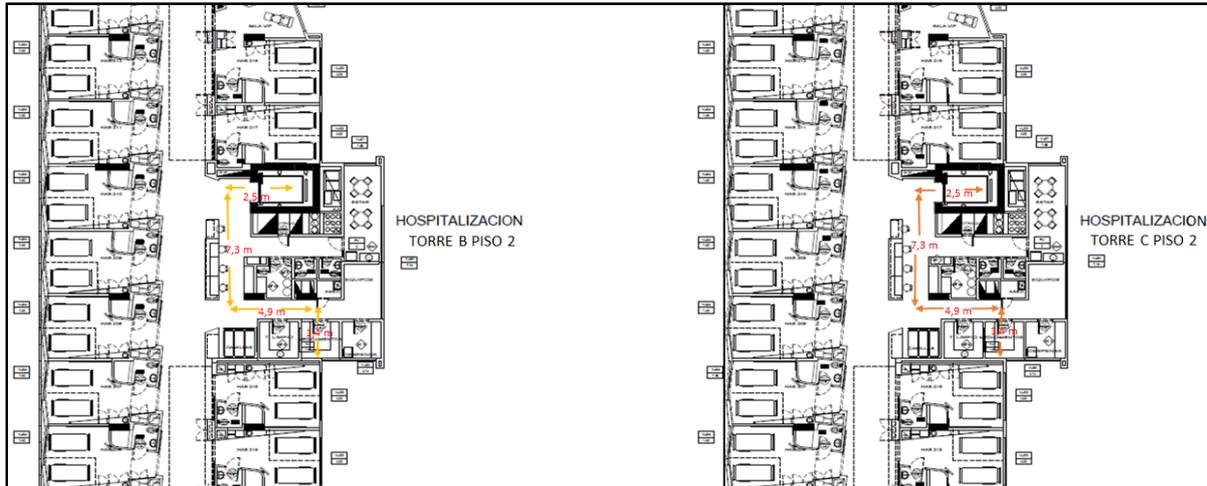


Gráfica 41: Layout cadena de suministros piso -2 (adaptación de planos Hospital SV).

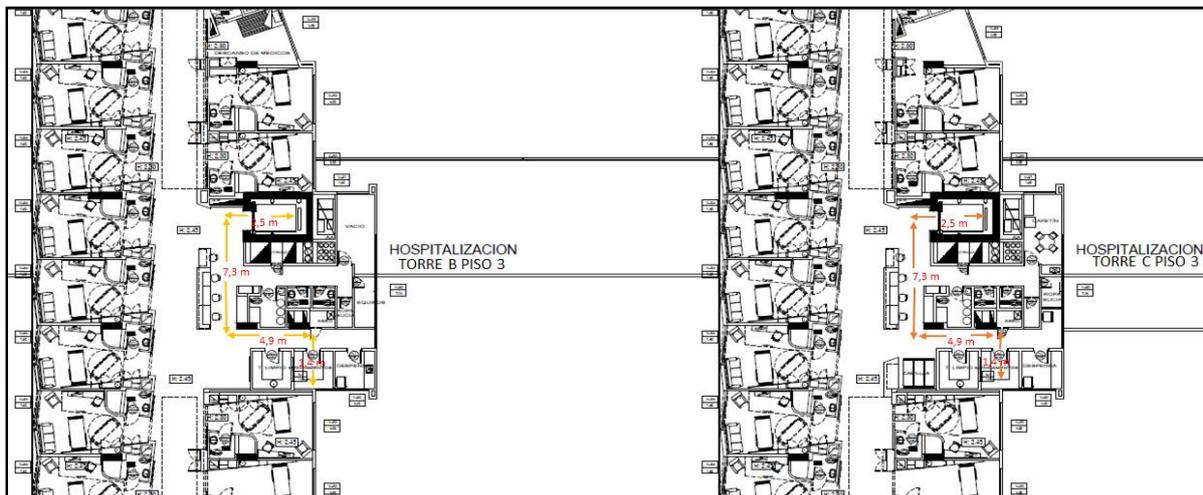
En la gráfica 41, observamos el Layout del piso -2, donde se inicia el proceso de distribución de insumos médicos y medicamentos hacia la torre B y torre C, con la flecha color amarillo tenemos el recorrido total hacia la torre B, el cual finaliza en el ascensor que va hacia el piso 2 y piso 4, el total en este primer recorrido equivale a 43.5 metros.

Con la flecha color naranja, observamos el recorrido desde la cadena de suministros, hacia la torre C, finalizando en el ascensor que va hacia los pisos 2, 3 y 4, donde se recorren en total 79.1 metros.

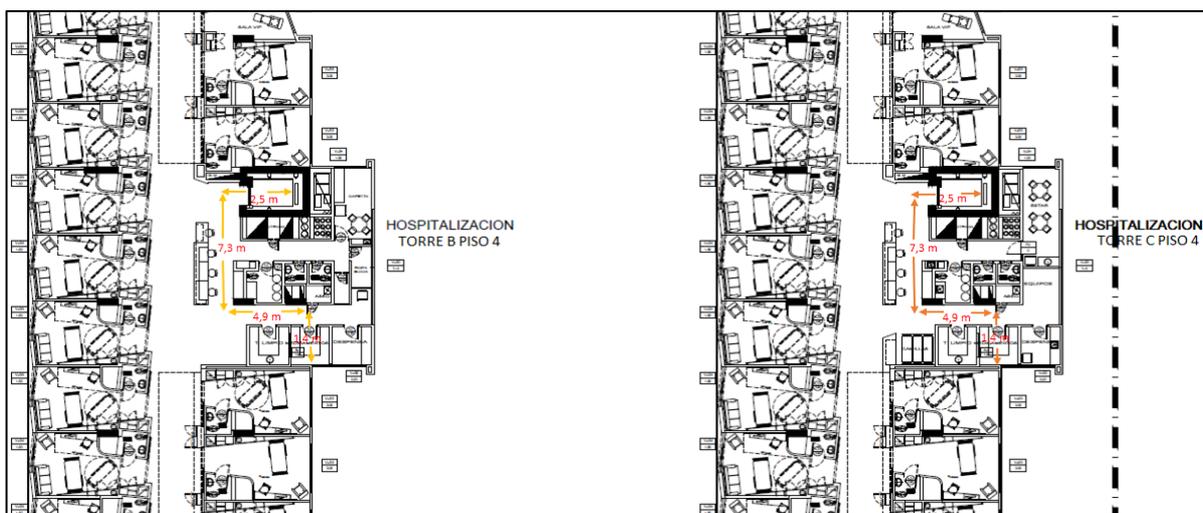
5.4.2 Layout piso 2, 3 y 4, torre B y torre C.



Gráfica 42: Layout torre B y torre C, piso 2. (adaptación de planos Hospital SV).



Gráfica 43: Layout torre B y torre C, piso 3. (adaptación de planos Hospital SV).



Gráfica 44: Layout torre B y torre C, piso 4. (adaptación de planos Hospital SV).

En las gráficas 42, 43 y 44, observamos el recorrido total en los servicios de hospitalización de los pisos 2, 3 y 4 de torre B y torre C, el cual equivale a 16.1 metros, desde el ascensor hasta el cuarto de medicamentos para cada servicio, donde se hace la entrega final de estos insumos. Al ser la misma infraestructura, el recorrido en metros es igual para todos los pisos, el tiempo de entrega varía, según la complejidad y ocupación que puede manejar cada servicio de hospitalización.

El total recorrido en metros desde la cadena de suministros hacia los servicios de hospitalización son los siguientes:

- Hospitalización torre B: 59.6 metros.
- Hospitalización torre C: 95.2 metros.

Dentro del análisis efectuado en el proceso de distribución, mediante los planos por torres y servicios, se identifica que actualmente, es la ruta más óptima para dicho proceso, pues debido a la infraestructura del hospital y su gran tamaño, esta es la ruta más corta, ya que se está usando el acceso interno y más cercano desde la cadena de suministros hasta los diferentes servicios de hospitalización, se recomienda entonces, en cuanto al proceso de recorridos para la distribución de insumos, seguir efectuándolo de este modo, para fines de optimización de tiempos y distancias.

5.4.3 Toma de tiempos y distancias en el proceso de distribución.

Antes de dar inicio con el respectivo análisis de los tiempos y distancias empleados durante el proceso de distribución, es necesario definir los medicamentos e insumos que actualmente tiene la cadena de suministros para ser distribuidos.

Medicamentos estándar y multidosis:

- Estándar: son aquellos medicamentos que no requieren ningún tipo de preparación para su distribución, ejemplo: tabletas, sobres, capsulas.
- Multidosis: medicamentos que son preparados por central de mezclas, los cuales van respectivamente diluidos, poseen cierto grado de estabilidad y se pueden almacenar a temperatura ambiente.

Insumos médicos: son todos los elementos necesarios que se requiere para la atención clínica del paciente, generalmente son solicitados por el personal de enfermería, entre ellos encontramos: jeringas, agujas, cloruro de sodio 0.9%, equipos de infusión, adaptadores, etc.

Tanto medicamentos estándar y multidosis como insumos médicos, son distribuidos en el primer recorrido que se realiza desde la cadena de suministros hacia los servicios de hospitalización.

Medicamentos de cadena de frío: son todos aquellos medicamentos que requieren ser almacenados a bajas temperaturas, son preparados por la central de mezclas y se debe conservar la cadena de frío para su respectivo transporte hacia los diferentes servicios; entre ellos encontramos: antibióticos, analgésicos, antieméticos, etc.

Este último tipo de medicamento, es el segundo recorrido que se realiza hacia los diferentes servicios de hospitalización por parte del personal de farmacia.

TOMA DE TIEMPOS Y DISTANCIAS EN EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE MEDICAMENTOS E INSUMOS DESDE LA CADENA DE SUMINISTROS HACIA LOS SERVICIOS DE HOSPITALIZACIÓN								
ESTUDIO N° 1				PARTE N°1				
PAGINA 1 DE: 2				DESCRIPCIÓN Se procede a observar el proceso de distribución de medicamentos e insumos hacia hospitalización torre B.				
FECHA: 30/9/2021				HORA INICIO 9:15		HORA FINAL 10:36		
ANALISTA: Fabián Castañeda Molina				OPERACIÓN Distribución de insumos desde farmacia hasta hospitalización				
DEPARTAMENTO: CADENA DE SUMINISTROS				OPERARIOS: 1				
SECTOR: FARMACIA								
TIPO DE MEDICAMENTOS E INSUMOS	CANTIDAD	NUMERO DE RECORRIDO	PUNTO DE PARTIDA	PUNTO DE LLEGADA	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (segundos)	TOTAL RECORRIDO (minutos)	OBSERVACIONES
Medicamentos estándar y multidosis e insumos médicos	120	1	Farmacia	torre B piso 2	59,6	713,2		Mas de 2 minutos esperando ascensor
		2	torre B piso 2	torre B piso 3	32,2	378		Baja ocupación de pacientes
		3	torre B piso 3	torre B piso 4	32,2	770,8	31,0	
(Medicamentos) cadena de frío	46	4	Farmacia	torre B piso 2	59,6	489		
		5	torre B piso 2	torre B piso 3	32,2	216		una reserva incompleta
		6	torre B piso 3	torre B piso 4	32,2	468	19,6	una reserva incompleta

Tabla 1: Tiempos y distancias torre B. (Elaboración propia).

TORRE C								
TOMA DE TIEMPOS Y DISTANCIAS EN EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE MEDICAMENTOS E INSUMOS DESDE LA CADENA DE SUMINISTROS HACIA LOS SERVICIOS DE HOSPITALIZACIÓN								
ESTUDIO N° 2				PARTE N°2				
PAGINA 2 DE: 2				DESCRIPCIÓN Se procede a observar el proceso de distribución de medicamentos e insumos hacia hospitalización torre C.				
FECHA: 30/9/2021				HORA INICIO 9:05		HORA FINAL 11:43		
ANALISTA: Fabián Castañeda Molina				OPERACIÓN Distribución de insumos desde farmacia hasta hospitalización				
DEPARTAMENTO: CADENA DE SUMINISTROS				OPERARIOS: 1				
SECTOR: FARMACIA								
TIPO DE MEDICAMENTOS E INSUMOS	CANTIDAD	NUMERO DE RECORRIDO	PUNTO DE PARTIDA	PUNTO DE LLEGADA	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (segundos)	TOTAL RECORRIDO (minutos)	OBSERVACIONES
Medicamentos estándar y multidosis e insumos médicos	130	1	Farmacia	torre C piso 2	95,2	816		2 reservas incompletas
		2	torre C piso 2	torre C piso 3	32,2	402		
		3	torre C piso 3	torre C piso 4	32,2	942	36,0	Demora en recibir pedidos auxiliar administrativa
(Medicamentos) cadena de frío	51	4	Farmacia	torre C piso 2	95,2	693,6		1 reserva de mas
		5	torre C piso 2	torre C piso 3	32,2	312		1 reserva incompleta
		6	torre C piso 3	torre C piso 4	32,2	864	31,2	Mas de 2 minutos esperando ascensor

Tabla 2: Tiempos y distancias torre C. (Elaboración propia).

Dentro del análisis de los recorridos y las distancias, observamos en la tabla 1, correspondiente a la torre B, el tiempo total en minutos es de 31 y una distancia recorrida en metros de 124, donde obtenemos que para la torre B, en cuanto a la distribución de insumos médicos y medicamentos estándar y multidosis, en los primeros 3 recorridos, se estaría entregando cada reserva con una relación de 15.0 segundos/metro, mientras que en los siguientes 3 corridos, correspondientes a medicamentos en cadena de frío, con un tiempo total de 19.6 minutos y una distancia de 124 metros, se estaría entregando cada reserva a una relación de 9.4 segundos/metro.

En la tabla 2, tenemos los tiempos y distancias correspondientes a la torre C, donde en los primeros tres recorridos el tiempo total fue de 36 minutos, con una distancia de 159.6 metros, dando una relación de 13.5 segundos/metro para la distribución de reservas de insumos médicos y medicamentos estándar y multidosis. En los recorridos 4, 5 y 6, correspondientes a

medicamentos en cadena de frío, se obtuvo un tiempo total de 31.2 minutos, con una distancia de 159.6 metros, dándonos una relación de 11.7 segundos/metro por reserva.

Luego de obtener una primera medida en cuanto a la distancia y tiempos de los recorridos, fue necesario realizar otras dos mediciones en diferentes días, para posteriormente analizar mediante herramientas estadísticas los datos obtenidos durante el proceso, a continuación, se muestran las gráficas con los respectivos datos obtenidos.

TORRE B								
TOMA DE TIEMPOS Y DISTANCIAS EN EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE MEDICAMENTOS E INSUMOS DESDE LA CADENA DE SUMINISTROS HACIA LOS SERVICIOS DE HOSPITALIZACIÓN								
ESTUDIO N° 3				PARTE N°3				
PAGINA 1 DE: 2				DESCRIPCIÓN Se procede a observar el proceso de distribución de medicamentos e insumos hacia hospitalización torre B.				
FECHA: 12/10/2021				HORA INICIO 9:05		HORA FINAL 11:45		
ANALISTA: Fabián Castañeda Molina				OPERACIÓN Distribución de insumos desde farmacia hasta hospitalización				
DEPARTAMENTO: CADENA DE SUMINISTROS				OPERARIOS: 1				
SECTOR: FARMACIA								
TIPO DE MEDICAMENTOS E INSUMOS	CANTIDAD	NUMERO DE RECORRIDO	PUNTO DE PARTIDA	PUNTO DE LLEGADA	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (segundos)	TOTAL RECORRIDO (minutos)	OBSERVACIONES
Medicamentos estándar y multidosis e insumos médicos	135	1	Farmacia	torre B piso 2	59,6	1021,5		El proceso lo realizan practicantes
		2	torre B piso 2	torre B piso 3	32,2	815,8		2 reservas incompletas
		3	torre B piso 3	torre B piso 4	32,2	1045,7	48,1	Auxiliar administrativa demora en recibir
(Medicamentos) cadena de frío	49	4	Farmacia	torre B piso 2	59,6	605,9		1 reserva incompleta
		5	torre B piso 2	torre B piso 3	32,2	532		
		6	torre B piso 3	torre B piso 4	32,2	623,7	29,4	2 reservas incompletas

Tabla 3: Tiempos y distancias (observación 2) torre B.(Elaboración propia).

TORRE C								
TOMA DE TIEMPOS Y DISTANCIAS EN EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE MEDICAMENTOS E INSUMOS DESDE LA CADENA DE SUMINISTROS HACIA LOS SERVICIOS DE HOSPITALIZACIÓN								
ESTUDIO N° 4				PARTE N°4				
PAGINA 2 DE: 2				DESCRIPCIÓN Se procede a observar el proceso de distribución de medicamentos e insumos hacia hospitalización torre C.				
FECHA: 12/10/2021				HORA INICIO 9:10		HORA FINAL 12:10		
ANALISTA: Fabián Castañeda Molina				OPERACIÓN Distribución de insumos desde farmacia hasta hospitalización				
DEPARTAMENTO: CADENA DE SUMINISTROS				OPERARIOS: 1				
SECTOR: FARMACIA								
TIPO DE MEDICAMENTOS E INSUMOS MEDICOS	CANTIDAD	NUMERO DE RECORRIDO	PUNTO DE PARTIDA	PUNTO DE LLEGADA	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (seg)	TOTAL RECORRIDO (min)	OBSERVACIONES
Medicamentos estándar y multidosis e insumos medicos	142	1	Farmacia	torre C piso 2	95,2	1045,7		El proceso lo realizan practicantes.
		2	torre C piso 2	torre C piso 3	32,2	987		3 reservas incompletas
		3	torre C piso 3	torre C piso 4	32,2	1089	52,0	
(Medicamentos) cadena de frío	54	4	Farmacia	torre C piso 2	95,2	745,8		
		5	torre C piso 2	torre C piso 3	32,2	419		2 reservas incompletas
		6	torre C piso 3	torre C piso 4	32,2	876,7	34,0	

Tabla 4: Tiempos y distancias (observación 2) torre C. (Elaboración propia).

En las tablas 3 y 4, observamos la segunda replica de tiempos tomados en el proceso de distribución de medicamentos e insumos hacia los servicios de hospitalización, obteniendo datos diferentes con relación a la primera medida realizada.

TORRE B								
TOMA DE TIEMPOS Y DISTANCIAS EN EL PROCESO DE DISTRIBUCION DE MEDICAMENTOS E INSUMOS DESDE LA CADENA DE SUMINISTROS HACIA LOS SERVICIOS DE HOSPITALIZACION								
ESTUDIO N° 5				PARTE N°5				
PAGINA 1 DE: 2				DESCRIPCIÓN Se procede a observar el proceso de distribución de medicamentos e insumos hacia hospitalización torre B.				
FECHA: 2/11/2021				HORA INICIO 8:50 HORA FINAL 11:15				
ANALISTA: Fabián Castañeda Molina				OPERACIÓN Distribución de insumos desde farmacia hasta hospitalización				
DEPARTAMENTO: CADENA DE SUMINISTROS				OPERARIOS: 1				
SECTOR: FARMACIA								
TIPO DE MEDICAMENTOS E INSUMOS	CANTIDAD	NUMERO DE RECORRIDO	PUNTO DE PARTIDA	PUNTO DE LLEGADA	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (seg)	TOTAL RECORRIDO (min)	OBSERVACIONES
Medicamentos estándar y multidosis e insumos médicos	145	1	Farmacia	torre B piso 2	59,6	810,8		3 reservas incompletas
		2	torre B piso 2	torre B piso 3	32,2	1310		
		3	torre B piso 3	torre B piso 4	32,2	1060,6	53,0	1 reserva de mas
(Medicamentos) cadena de frio	53	4	Farmacia	torre B piso 2	59,6	676		2 reservas incompletas
		5	torre B piso 2	torre B piso 3	32,2	956,7		2 reservas incompletas
		6	torre B piso 3	torre B piso 4	32,2	816,6	40,8	

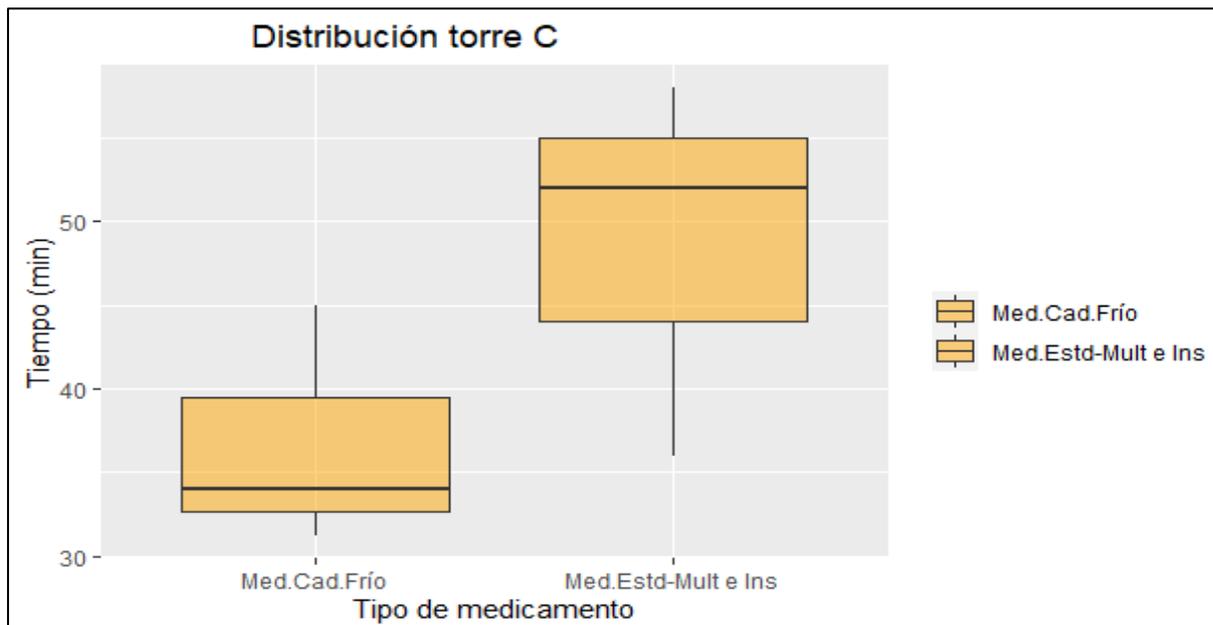
Tabla 5: Tiempos y distancias (observación 3) torre B. (Elaboración propia).

TORRE C								
TOMA DE TIEMPOS Y DISTANCIAS EN EL PROCESO DE DISTRIBUCION DE MEDICAMENTOS E INSUMOS DESDE LA CADENA DE SUMINISTROS HACIA LOS SERVICIOS DE HOSPITALIZACION								
ESTUDIO N° 6				PARTE N°6				
PAGINA 2 DE: 2								
FECHA: 2/11/2021				HORA INICIO 9:10 HORA FINAL 12:26				
ANALISTA: Fabián Castañeda Molina				OPERACIÓN Distribución de insumos desde farmacia hasta hospitalización				
DEPARTAMENTO: CADENA DE SUMINISTROS				OPERARIOS: 1				
SECTOR: FARMACIA								
TIPO DE MEDICAMENTOS E INSUMOS MEDICOS	CANTIDAD	NUMERO DE RECORRIDO	PUNTO DE PARTIDA	PUNTO DE LLEGADA	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (seg)	TOTAL RECORRIDO (min)	OBSERVACIONES
Medicamentos estándar y multidosis e insumos médicos	171	1	Farmacia	torre C piso 2	95,2	1530,4		Demora en recibir pedidos aux. adm
		2	torre C piso 2	torre C piso 3	32,2	790		2 reservas incompletas
		3	torre C piso 3	torre C piso 4	32,2	1160	58,0	1 reserva incompleta
(Medicamentos) cadena de frio	56	4	Farmacia	torre C piso 2	95,2	1118		
		5	torre C piso 2	torre C piso 3	32,2	682,6		3 reservas incompletas
		6	torre C piso 3	torre C piso 4	32,2	900	45,0	

Tabla 6: Tiempos y distancias (observación 3) torre C. (Elaboración propia).

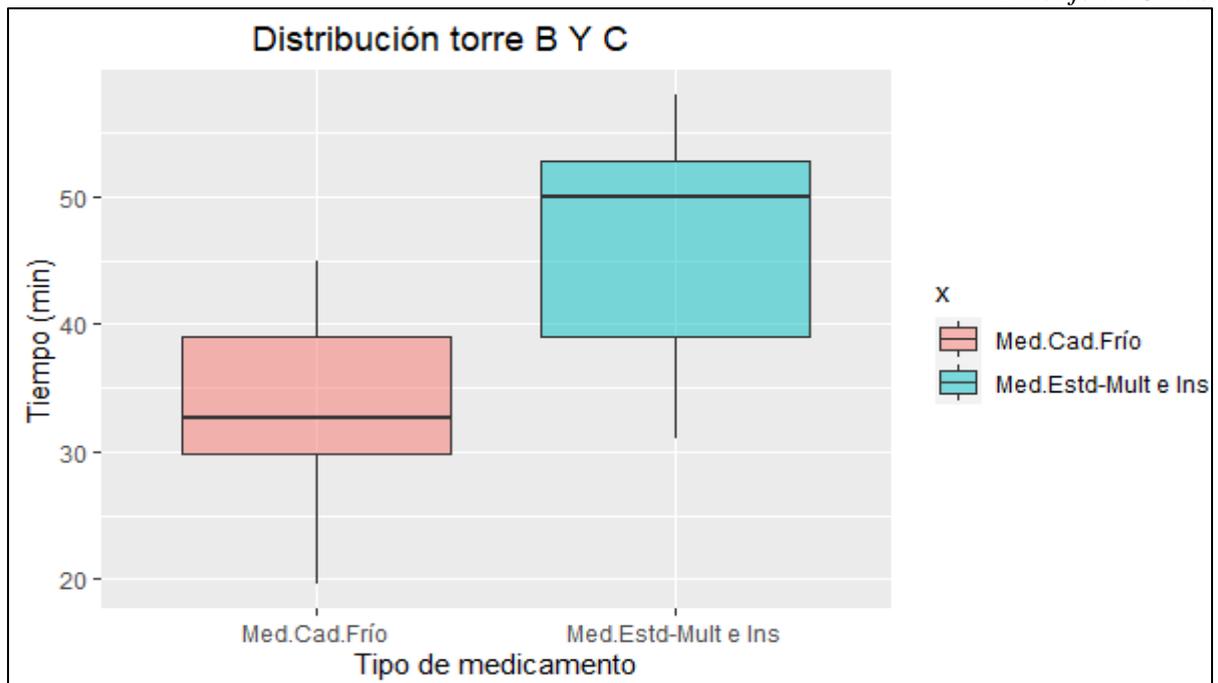
Finalmente, en las tablas 5 y 6, se obtienen los datos para la tercer replica de los tiempos y distancias en el proceso de distribución de medicamentos e insumos, desde farmacia hasta los servicios de hospitalización, obteniendo datos nuevamente variables en relación con las dos primeras muestras, se procede entonces a tomar dos unidades de medida para cada distribución, equivalentes a metros/segundos y segundos/metro, los cuales se presenta en el siguiente cuadro resumen.

medicamentos estándar-multidosis e insumos médicos), acá podemos observar que la variabilidad de los datos es similar en ambos procesos debido al tamaño de las cajas, pero se ocupa mayor tiempo en distribuir los medicamentos estándar-multidosis e insumos médicos con un aproximado entre 40 y 50 minutos, por otro lado, vemos que la mediana para los medicamentos en cadena de frío, se encuentra en el centro de la caja, dándonos a entender una adecuada simetría de los datos, caso contrario vemos para los medicamentos estándar-multidosis e insumos médicos.



Gráfica 46: Diagrama de cajas distribución torre C (Rstudio)

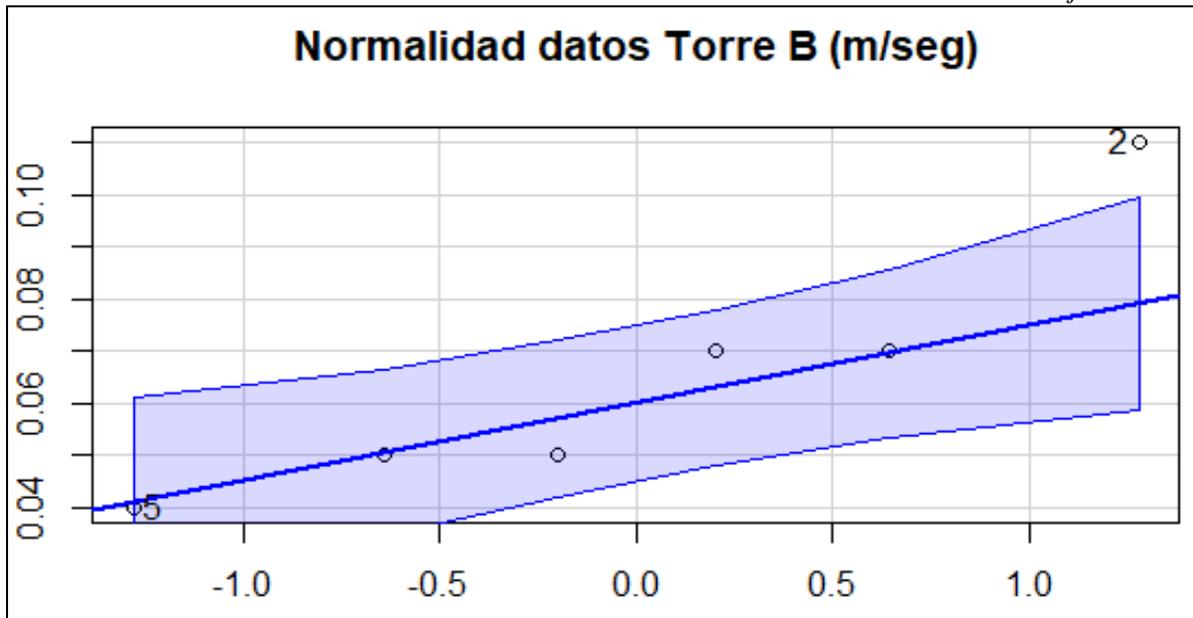
En la gráfica 46, podemos observar que la variabilidad de los datos es mayor para los medicamentos estándar-multidosis e insumos médicos, debido al tamaño de la caja, en relación con la obtenida para medicamentos en cadena de frío, vemos también que se sigue manejando la misma tendencia de la torre B, donde se ocupa mayor tiempo en la distribución para los medicamentos estándar-multidosis e insumos médicos, con un aproximado entre 44 y 55 minutos, por otro lado, con relación a la mediana, se logra identificar en ambos procesos la poca simetría de los datos obtenidos.



Gráfica 47: Diagrama de cajas distribución torre B y C (Rstudio).

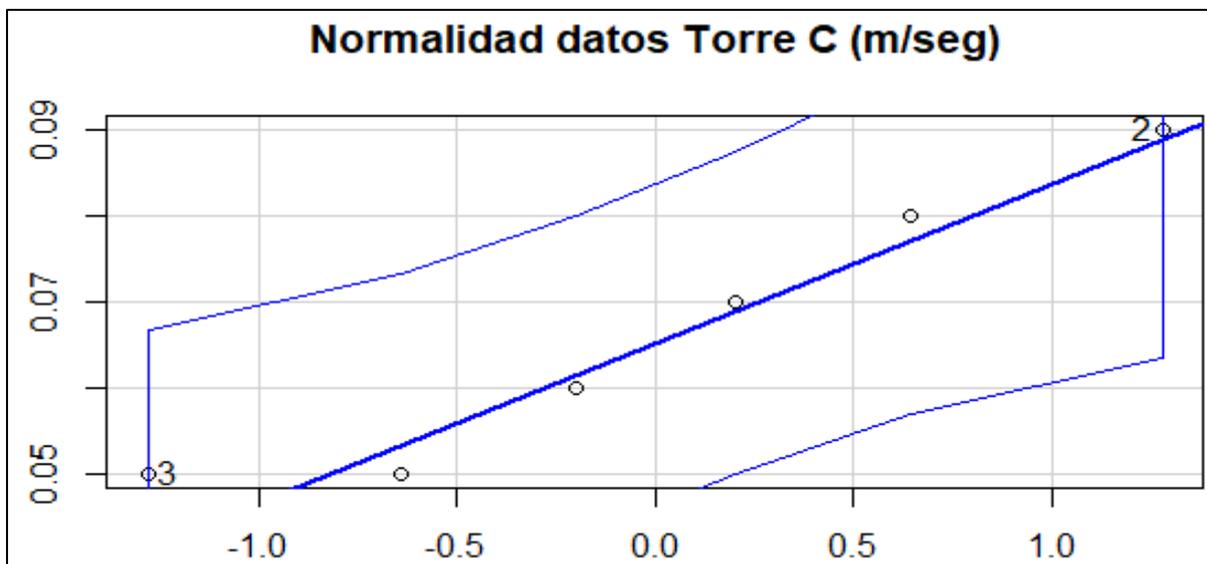
En la gráfica 47, se observa que, al unir las dos torres, se sigue conservando la tendencia de mayor tiempo utilizado para los medicamentos estándar y multidosis, con un aproximado entre 39 y 52 minutos, donde la variabilidad de los datos se sigue conservando de igual forma para estos tipos de medicamentos e insumos, debido al tamaño de la caja. Se observa también poca simetría de los datos, debido a las medianas obtenidas para cada proceso.

Luego de los datos obtenidos mediante los diagramas de cajas anteriores, se procede a realizar el análisis de las unidades de medida, metros/segundos y segundos/metros, mediante test de normalidad en el software Rstudio, y así poder identificar qué medida nos da una mejor distribución de datos, donde se pueda obtener una propuesta para el hospital, con relación a la mejor unidad de medida, para todo lo relacionado con la distribución de medicamentos e insumos.



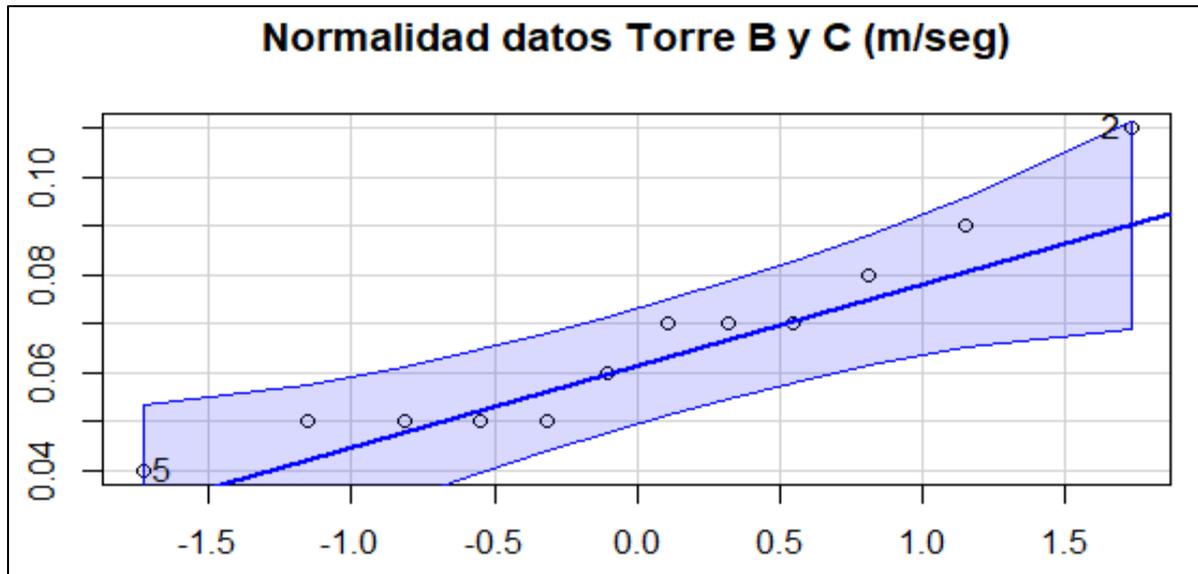
Gráfica 48: Normalidad de datos torre B (Rstudio).

En la gráfica anterior, correspondiente al test de normalidad para datos de una muestra, se desea que todos los puntos estén contenidos dentro de la banda azul. Si esto se da, decimos que los datos provienen de una distribución normal, lo cual nos garantiza la simetría de estos; en este caso se concluye que los datos no provienen de una distribución normal, debido a que hay un punto fuera de la región azul.



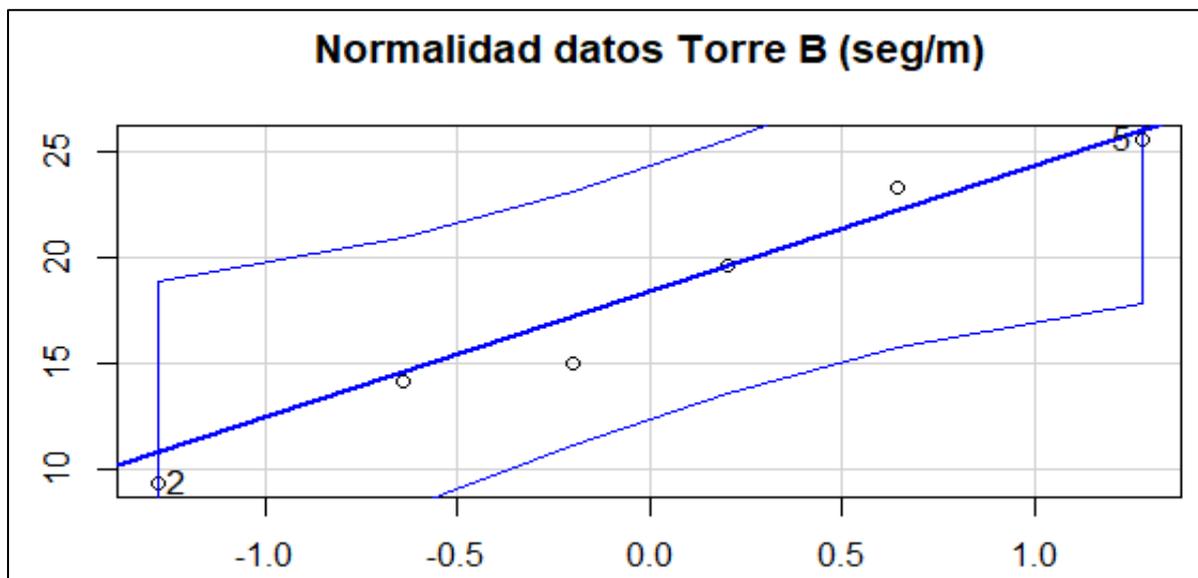
Gráfica 49: Normalidad de datos torre C (Rstudio).

En la gráfica 49, correspondiente a las unidades de medida en metros/segundo, para la torre C, se logra evidenciar que los datos obtenidos, corresponden a una distribución normal, debido a que todos los puntos están dentro de la banda.

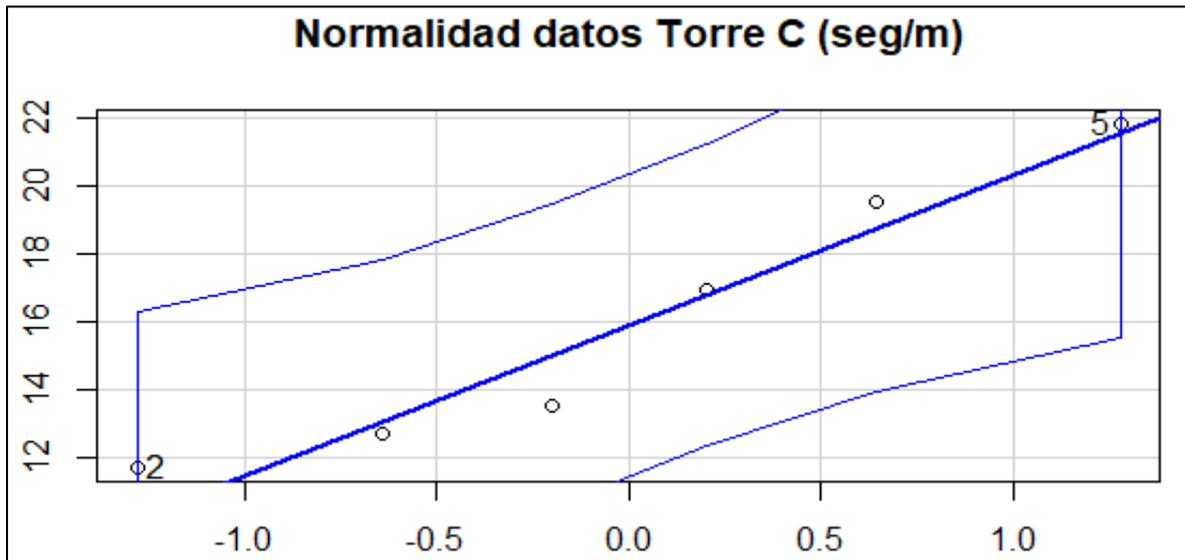


Gráfica 50: Normalidad de datos torre B y C (Rstudio)

En la gráfica 50, correspondiente a las unidades de medida en metros/segundo, para la torre B y C, se logra evidenciar que los datos obtenidos, corresponden a una distribución normal, debido a que todos los puntos se encuentran dentro de la banda, con una desviación estándar de 0,02.

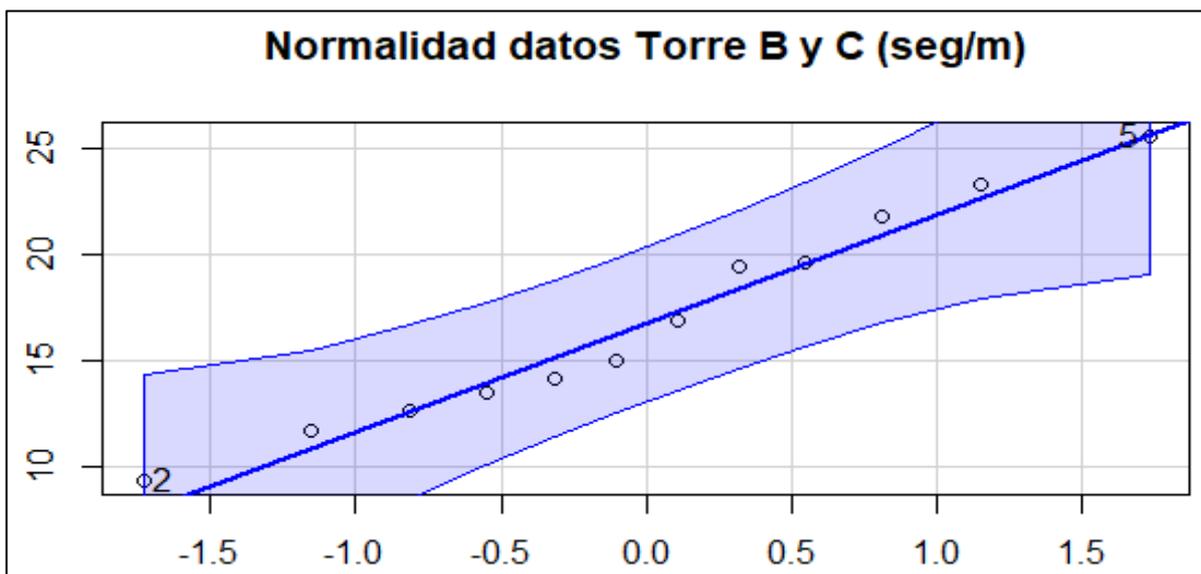


Gráfica 51: Normalidad de datos torre B seg/m (Rstudio)



Gráfica 52: Normalidad de datos torre C seg/m (Rstudio)

En la gráfica 51 y 52, correspondiente a las unidades de medida en segundo/metros, para la torre B y torre C respectivamente, se logra evidenciar que los datos obtenidos, corresponden a una distribución normal, debido a que todos los puntos se encuentran dentro de la banda.



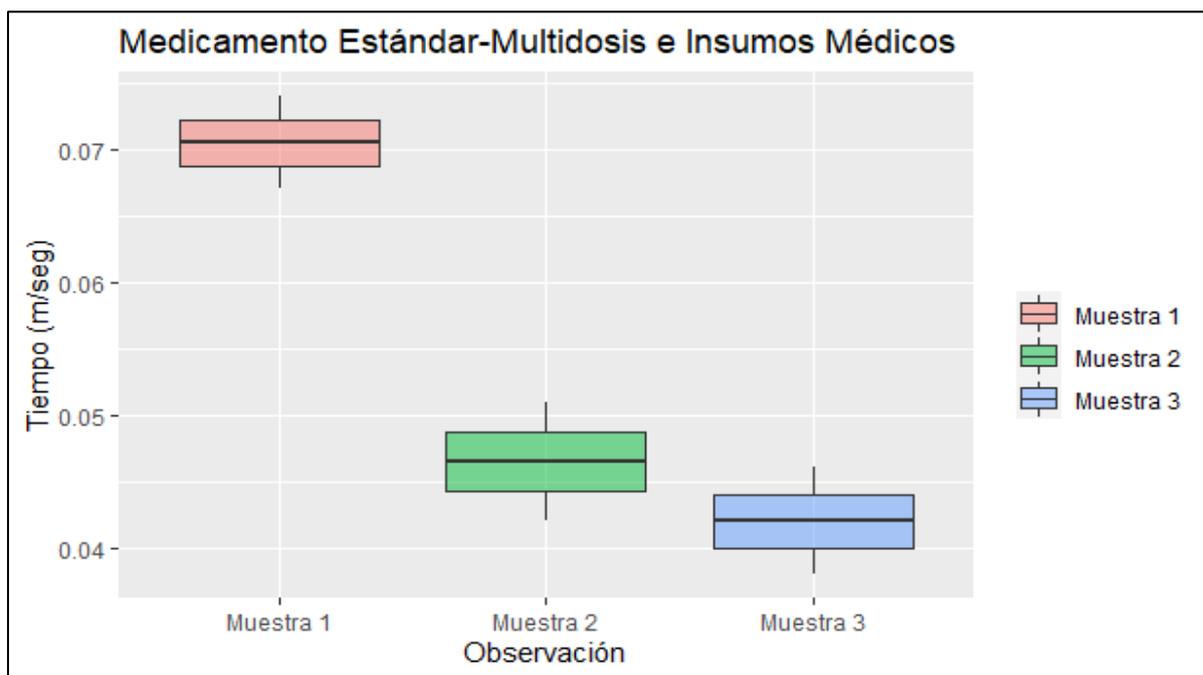
Gráfica 53: Normalidad de datos torre B y C seg/m (Rstudio).

En la gráfica 53, correspondiente a las unidades de medida en segundo/ metros, para la torre B y C, se identifica, que los datos obtenidos, corresponden a una distribución normal, debido a que todos los puntos se encuentran dentro de la banda, con una desviación estándar de 5,03.

5.5.1. Análisis

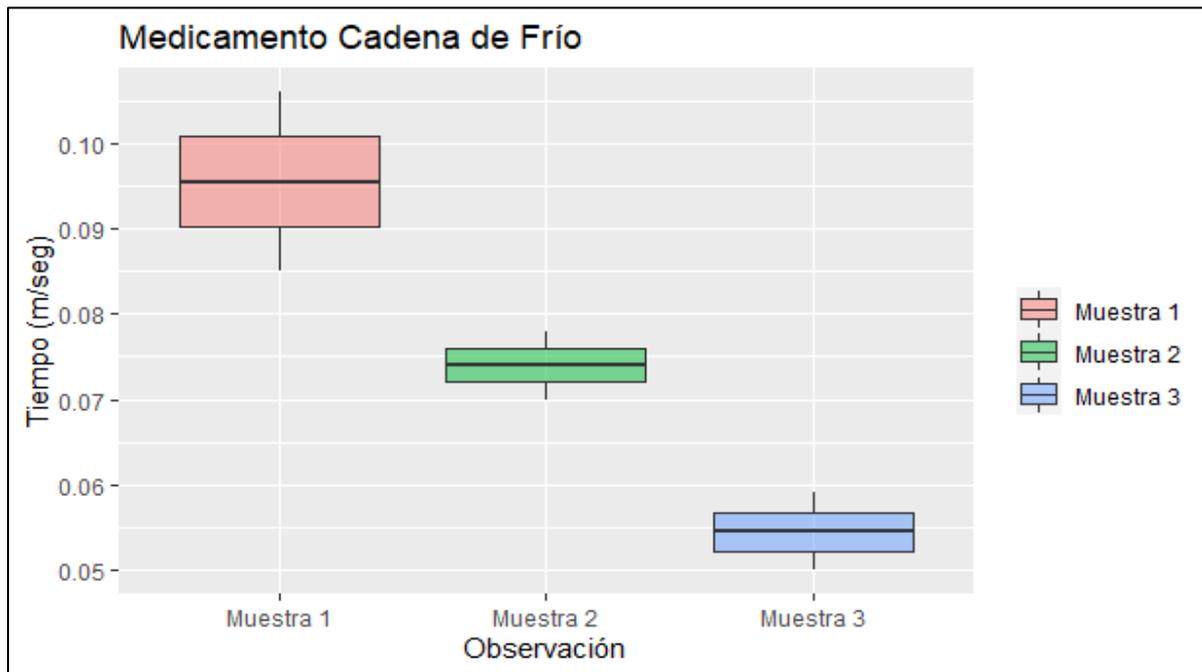
Luego de los resultados obtenidos, se pudo identificar que para las dos torres en cuanto a las unidades de medida tomadas, se da una distribución normal, pero en la unidad de medida segundo/metro, se obtiene una desviación estándar de 5.03, mientras que en la unidad de medida metro/segundo, se obtuvo una desviación estándar de 0.02, lo que nos permite recomendar a la entidad, realizar los procesos de distribución de medicamentos e insumos en esta unidad de medida, ya que lo que se busca además de distribución normal, es tener desviación estándar pequeña, obtenida, finalmente en la unidad de medida, metro/segundo.

Finalmente, al identificar la mejor unidad de medida mediante el test de normalidad, se procede a validar los datos mediante diagrama de cajas para la unidad de medida metro/segundo, obteniendo los siguientes resultados:



Gráfica 54: Diagrama de cajas Medicamentos estándar-multidosis e insumos médicos (Rstudio).

En la gráfica 54, tenemos el análisis correspondiente a las unidades metros/segundo para los medicamentos estándar-multidosis e insumos médicos, donde se puede identificar que en la muestra 1, se realizó la distribución a una mayor velocidad, equivalente a 0.073 m/seg aproximadamente, mientras que en la muestra 3 se realizó a una velocidad de 0.042 m/seg. Se puede notar también que la variabilidad es mayor en la muestra 1, debido al tamaño de la caja, y a través de la mediana para cada observación podemos evidenciar una adecuada simetría de los datos.



Gráfica 55: Diagrama de cajas Medicamentos cadena de frío (Rstudio).

Mediante la gráfica 55, observamos el análisis correspondiente a las unidades de medida, metros/segundo, para los medicamentos de cadena de frío, donde se puede identificar que en la muestra 1, se sigue conservando la tendencia de mejor distribución respecto al tiempo y la distancia, equivalente a 0.095 m/seg durante el recorrido, mientras que para la muestra 3, se realizó la distribución a una relación de 0.055 m/seg. Se puede identificar mayor variabilidad en la muestra 1, debido al tamaño de la caja, comparándola con las correspondientes a la muestra 2 y 3, y finalmente a través de la mediana para cada observación podemos evidenciar una adecuada simetría de los datos.

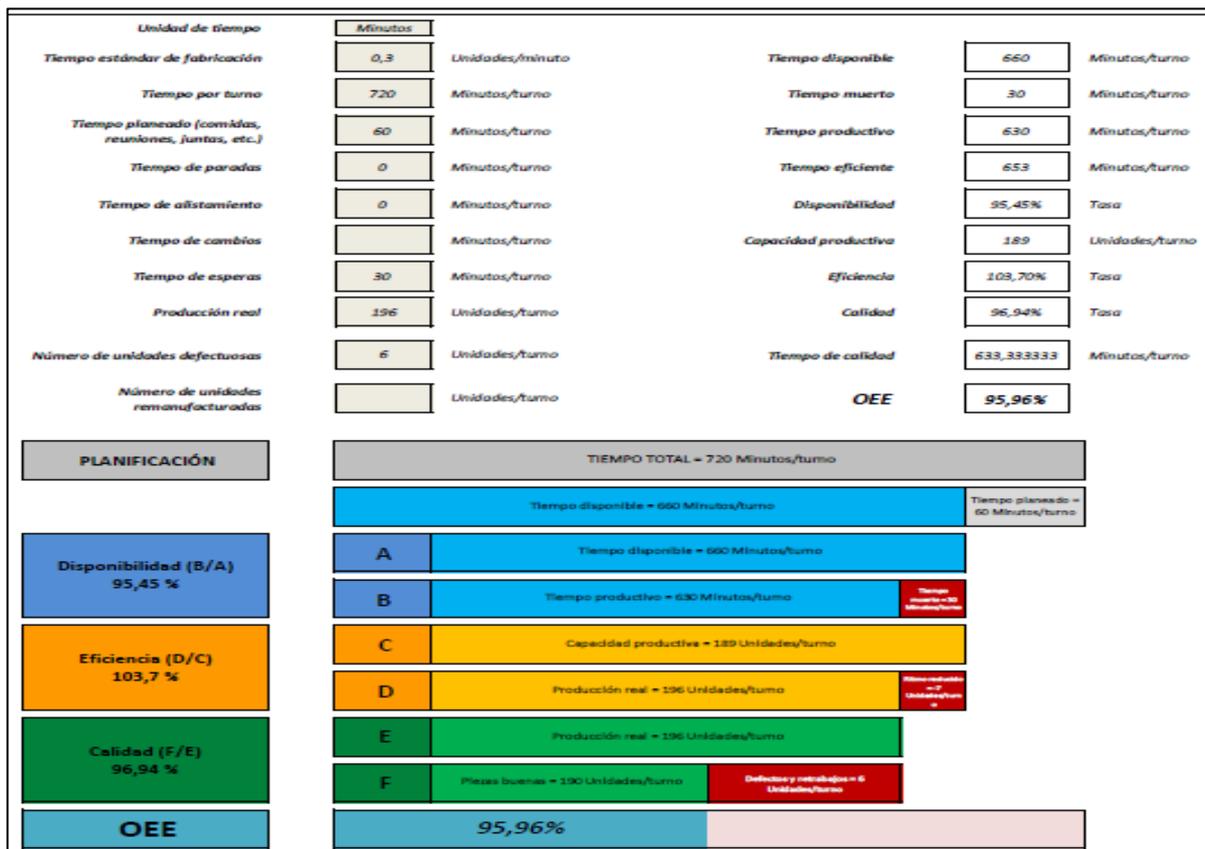
5.6 Mejora.

Luego del análisis de los recorridos y después de concluir que la mejor unidad de medida, corresponde a metro/segundo, se procedió a calcular para el proceso, la respectivas OEE (eficiencia global del proceso) de los recorridos realizados, donde se pretende controlar y hacer seguimiento al proceso de distribución, la cual, como lo refiere (Mikel, 2019), es un indicador en forma porcentual que mide la eficiencia global productiva con la que trabaja determinada máquina, planta industrial o proceso. Su medición, control y seguimiento puede servir para la mejora continua del proceso productivo.

Teniendo en cuenta las cantidades despachadas para cada día analizado, los tiempos de espera, horas por turno y órdenes defectuosas, se pudo identificar una óptima forma de distribución mediante este análisis, evaluando calidad, eficiencia y disponibilidad.

En cuanto a distribución de medicamentos e insumos se refiere, para los 6 recorridos se obtuvo una OEE superior al 90%, dando a entender que se tiene un buen desempeño con respecto a esta distribución. A continuación, se muestran la OEE obtenida, a partir de los datos recolectados en la muestra número 5, correspondiente a la torre C, y se definen a los ítems necesarios para el cálculo de la misma.

1. Tiempo por turno.
2. Tiempo planeado (comidas, reuniones, pausas activas).
3. Tiempos de espera.
4. Producción real (órdenes entregadas por turno).
5. Unidades defectuosas.



Gráfica 56: OEE muestra 5, torre C (adaptación de (Mikel, 2019)).

En la gráfica 56, se relaciona la OEE correspondiente a la muestra número 5, la cual fue hallada a partir de los datos obtenidos en el tercer recorrido de torre C, donde se obtuvo una OEE de 95.96%, con una producción real de 196 unidades/turno, para un tiempo estándar de 0.3 unidades/minuto, teniendo en cuenta todos los ítems mencionados anteriormente para el cálculo de la misma.

De igual manera se halló la OEE en los diferentes recorridos, para torre B y torre C, (ver anexo 4) y (anexo 5), donde se obtuvo los siguientes resultados, de acuerdo a los datos recolectados en dichas muestras y con las mismas variables de la gráfica 56 para su cálculo:

- Muestra 1: OEE = 96.86% Torre B
- Muestra 2: OEE = 99.39% Torre B
- Muestra 3: OEE = 96.46% Torre B

- Muestra 4: OEE = 99.33% Torre C
- Muestra 6: OEE = 97.59% Torre C

ITEMS	Torre	Tiempo por turno (minutos)	Tiempo planeado (comidas, reuniones, etc.) (minutos)	Tiempo de espera (minutos)	Producción real (unidades/turno)	Unidades defectuosas (unidades/turno)	Tiempo estándar de fabricación (unidades/minuto)	OEE (%)
muestra 1	B	720	60	25	166	2	0,25	99,36
muestra 2	B	720	60	30	184	5	0,28	96,86
muestra 3	B	720	60	30	198	7	0,3	96,46
muestra 4	C	720	60	25	181	4	0,27	99,33
muestra 5	C	720	60	30	196	6	0,3	95,96
muestra 6	C	720	60	25	227	8	0,34	97,59

Tabla 8: cuadro resumen para las OEE por torre (Elaboración propia).

En la tabla 8, tenemos finalmente el cuadro resumen de las OEE obtenidas para cada recorrido por torre, donde se especifican los ítems tenidos en cuenta para el cálculo de la misma, permitiendo establecer las unidades/minuto y así definir en términos porcentuales, la productividad final del proceso.

Se propone entonces a la institución, seguir evaluando diariamente este indicador, mediante el análisis de la OEE, donde se digite de manera oportuna las cantidades relacionadas con las entregas diarias de insumos y medicamentos y así poder evaluar y controlar en tiempo real, la forma de trabajo respecto a la distribución.

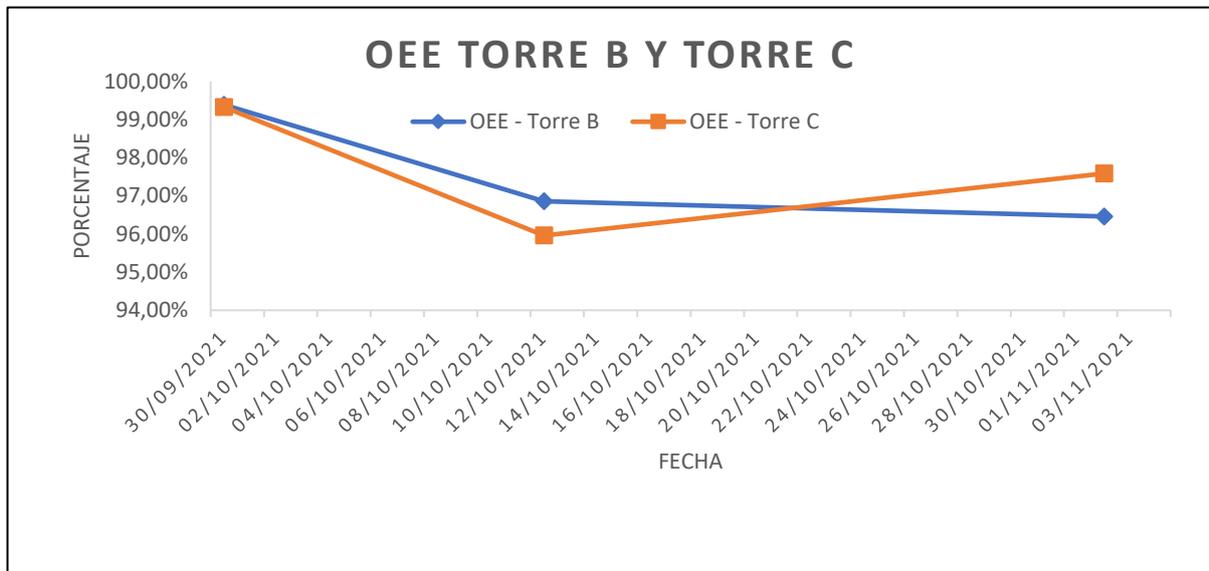
Así, se logrará sostener e ir incrementando la productividad de la cadena de suministros, donde a partir del análisis diario de la OEE, se podrán tomar las medidas respectivas en caso de que se observe disminución del indicador, evitando perder calidad en la prestación del servicio, se recomienda a la institución, evaluar semanalmente el comportamiento de la OEE, analizando los datos obtenidos para controlar de forma más segura el tema de competitividad en este proceso, se debe entonces tener en cuenta lo siguiente:

- OEE entre 0% - 64%: Deficiente: Existe muy baja competitividad.
- OEE entre 65% - 74%: Regular: Existe baja competitividad.
- OEE entre 75% - 84%: Aceptable: Competitividad ligeramente baja.
- OEE entre 85% - 94%: Buena: Buena competitividad.
- OEE entre 95% - 100%: Excelente: Alta competitividad.

Fecha	OEE - Torre B	OEE - Torre C
30/09/2021	99,39%	99,33%
12/10/2021	96,86%	95,96%
02/11/2021	96,46%	97,59%

Tabla 9: OEE final para cada muestra por torre. (Elaboración propia).

En la tabla 9, se puede identificar las OEE para cada torre, halladas en las diferentes fechas que se realizó los respectivos recorridos del proceso de distribución de medicamentos e insumos médicos.



Gráfica 57: OEE para los 6 recorridos analizados (Elaboración propia).

En gráfica 57, vemos el comportamiento del indicador gráficamente, en las fechas 30/9/2021, 12/10/2021 y 02/11/2021, donde se evidencia un buen desempeño del proceso, debido al porcentaje obtenido para cada muestra. Aunque estos datos fueron obtenidos en periodos intermitentes, lo ideal sería poderlo evaluar de manera más frecuente, analizando y controlando en mejor medida las OEE obtenidas. Se anexa formato para diligenciar, el cual nos va mostrando el comportamiento de las OEE diariamente, para tener un mejor control e ir implementando las estrategias pertinentes cuando se observe caída del indicador, (ver anexo 6).

5.6.1. KPIs (indicadores críticos del proceso).

Finalmente, se quiere recomendar a la entidad, hacer seguimiento al proceso, mediante la creación de indicadores, que permitan evaluar día a día el comportamiento del mismo, en temas de: rendimiento (tiempos de entrega) y calidad (órdenes no conformes), para ello se crearon mediante los datos obtenidos en los recorridos realizados, los formatos para cada indicador y la forma como se debe calcular, también se creó la gráfica correspondiente para cada uno, donde se puede observar de manera visual que tan alejado esta de la meta, dando una señal más clara de la necesidad de intervenir ágil y oportunamente cada indicador evaluado, permitiendo al líder del proceso, tomar decisiones en pro de la mejora continua, para incrementar así, la productividad del proceso y reducir perdidas asociadas.

A continuación, se relacionan las gráficas y tablas para la elaboración de los indicadores, (ver anexo 7).

Se crea el instructivo pertinente para el uso y creación de los indicadores, donde se especifican las etapas y los aspectos relevantes de los mismo (ver anexo 8). También se crea el formato en

blanco, que permita al líder del proceso, digitar la información obtenida e ir observando de manera grafica el comportamiento del indicador, ofreciendo seguimiento y control al proceso, dicho formato se creó para un total de 8 muestras. (ver anexo 9).

Rendimiento	
KPI: Tiempos de entrega	
Objetivo: Identificar el número de envíos por servicio, analizando el tiempo empleado y las cantidades por hora distribuidas.	
Alcance	Servicios de hospitalización
Forma de cálculo	Tiempo de entrega = $\frac{1}{\text{promedio} \left(\frac{\text{minuto}}{\text{orden}} \right)}$
Unidad	orden/minuto
Meta	> 2,4 orden/minuto
Frecuencia toma de datos	cada 24 horas
Fuente de datos	Bases de datos con entregas diarias de medicamentos e insumos
Responsable	Analista de procesos

Tabla 10: Forma de cálculo KPI tiempos de entrega. (Elaboración propia).

En la tabla 10, tenemos las especificaciones para hallar el indicador tiempos de entrega (rendimiento), donde se define el objetivo, meta, alcance, forma de cálculo, entre otros, para este indicador, se trabajó en unidad de medida: orden/minuto, promediando el total de los 6 recorridos realizados, y así se pudo definir el límite inferior para hacer seguimiento al tema de tiempos de entrega, donde se pueda tener un referente al momento de evaluar y controlar la forma actual de distribución y también se tengan argumentos demostrables desde las herramientas ingenieriles, para llevar cada vez más este proceso a altos estándares de calidad.

TIEMPOS DE ENTREGA									
TORRE B					TORRE C				
Cantidad	Tiempo (minutos)	Promedio limite (orden/minuto)	Total (minuto/orden)	Total (orden/minuto)	Cantidad	Tiempo (minutos)	Promedio limite (orden/minuto)	Total (minuto/orden)	Total (orden/minuto)
166	51	2,48	0,31	3,25	181	67,2	2,48	0,37	2,69
184	78	2,48	0,42	2,36	196	86	2,48	0,44	2,28
198	94	2,48	0,47	2,11	227	103	2,48	0,45	2,20
Promedio				2,57	Promedio				2,39

Tabla 11: Datos para cálculo KPI tiempos de entrega. (Elaboración propia).

En la tabla 11, se relacionan los datos obtenidos para cada torre, obteniendo en total 6 muestras, con sus respectivas cantidades despachadas y el tiempo total de cada recorrido en minutos, para finalmente, hallar la unidad de medida (orden/minuto), donde posteriormente se podrá evaluar mejor, de manera gráfica que tan cerca o lejos se está de la meta propuesta.

El cálculo de los datos, se realizó de la siguiente manera: se tomaron los tiempos en minutos y se dividieron en el total de las cantidades despachadas, lo que nos da una unidad de medida en minuto/orden.

Ejemplo:

De la tabla 11, tomamos el dato correspondiente a la torre B, del tiempo en minutos: 59, y lo dividimos entre la cantidad despachada de la primera muestra de torre B: 166 órdenes.

Formula 1:

$$\text{Tiempo de entrega} = \frac{\text{tiempo (minutos)}}{\text{ordenes despachadas}}$$

$$\text{Tiempo de entrega} = \frac{59}{166} = 0.31 \text{ minutos/orden}$$

Posteriormente, se procede a hallar la unidad de medida órdenes/minuto, donde se toma este valor de minutos/orden y se invierte de la siguiente manera:

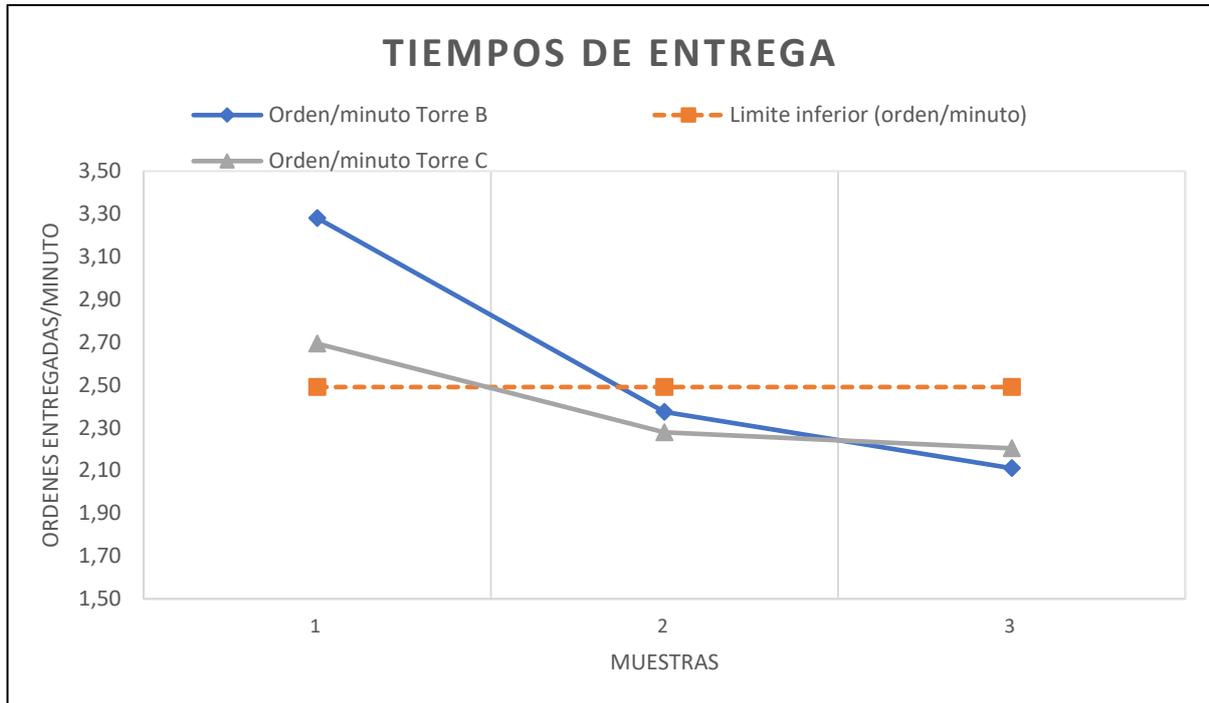
Formula 2:

$$\text{Tiempo de entrega} = \frac{1}{\text{minutos/orden}}$$

$$\text{Tiempo de entrega} = \frac{1}{0.31} = 3.25 \text{ orden/minuto}$$

De este modo se halló el valor para la primera muestra, correspondiente a torre B, y de igual forma se realizó el cálculo para las demás muestras, posteriormente, se halló el promedio de las 6 muestras obtenidas para la torre B y torre C, obteniendo: 2.57 y 2.39, respectivamente (Tabla 11), finalmente se promediaron estos dos valores, para definir la meta mínima de distribución en órdenes/minuto, el cual corresponde a 2,48.

A continuación, se muestra la gráfica obtenida a partir de los datos de la tabla 11.



Gráfica 58: KPI tiempos de entrega (rendimiento (Elaboración propia)).

En la gráfica 58, tenemos comportamiento correspondiente para el indicador tiempos de entrega, donde podemos identificar claramente el rango inferior, definido por el promedio de los recorridos realizados, el cual nos da a entender, que datos por debajo de la línea naranja punteada, deben ser analizados, identificando las causas de la disminución del indicador, interviniendo de manera ágil y oportuna la forma de lograr incrementar este aspecto tan relevante para todo tipo de proceso, como lo es el rendimiento.

También se logra identificar, que solo la primera muestra, estuvo por encima de la meta para las dos torres, la cual equivale a 2.49 órdenes/minuto, mientras que las siguientes dos observaciones presento un comportamiento con tendencia decreciente, lo cual hace, que esté por debajo de la meta, tanto para la torre B como para la torre C, mostrando así la importancia de hacer seguimiento diario a este indicador, para tomar las acciones respectivas y no permitir servicios de bajo rendimiento, lo cual hará de manera alterna, que se vaya perdiendo la calidad en la prestación del servicio.

Calidad	
KPI: Calidad del servicio	
Objetivo: Analizar que porcentaje de ordenes no conformes son entregadas durante un turno.	
Alcance	Servicios de hospitalización
Forma de cálculo	$Calidad\ del\ servicio = \frac{total\ defectuosos}{total\ enviados} * 100$
Unidad	Porcentaje
Meta	< 5%
Frecuencia toma de datos	Cada 24 horas
Fuente de datos	Bases de datos con entregas diarias de medicamentos e insumos
Responsable	Analista de procesos

Tabla 12: Forma de cálculo KPI calidad del servicio. (Elaboración propia).

En la tabla 12, observamos la forma diseñada para el cálculo del indicador calidad del servicio, donde se define el alcance, objetivo, frecuencia de toma de datos, responsable, entre otros. Con este indicador, se pretende analizar el porcentaje de órdenes defectuosas (incompletas o sobrantes) durante el turno, el cual permita identificar las causas y se establezcan metas de mejora, en busca de minimizar cada vez más estos eventos, lo cual hace retrasar la prestación del servicio, afectando principalmente la atención del paciente.

CALIDAD					
TORRE B			TORRE C		
Total envíos	Defectuosos	Proporción	Total envíos	Defectuosos	Proporción
166	2	1,2%	181	4	2,2%
184	5	2,7%	196	6	3,1%
198	7	3,5%	227	8	3,5%

Tabla 13: Datos para cálculo KPI calidad del servicio. (Elaboración propia).

En la tabla 13, se muestra los datos correspondientes a los recorridos realizados, donde se relacionan las cantidades enviadas para cada torre y las unidades no conformes que fueron identificadas durante la distribución, de esta forma se hace una relación de defectuosos/total envíos, la cual establece el porcentaje de defectuosos durante el proceso de distribución, que si bien es claro, que para estas muestras, se obtuvo un porcentaje bajo, sería de gran utilidad poder hacer seguimiento y evitar que vaya incrementando, tratando de sostenerlo en porcentajes inferiores al 5%.

Para el cálculo de los datos de la tabla 13, se procedió de la siguiente manera: se tomaron las cantidades de órdenes defectuosas identificadas por recorrido realizado y se dividió entre las cantidades despachadas.

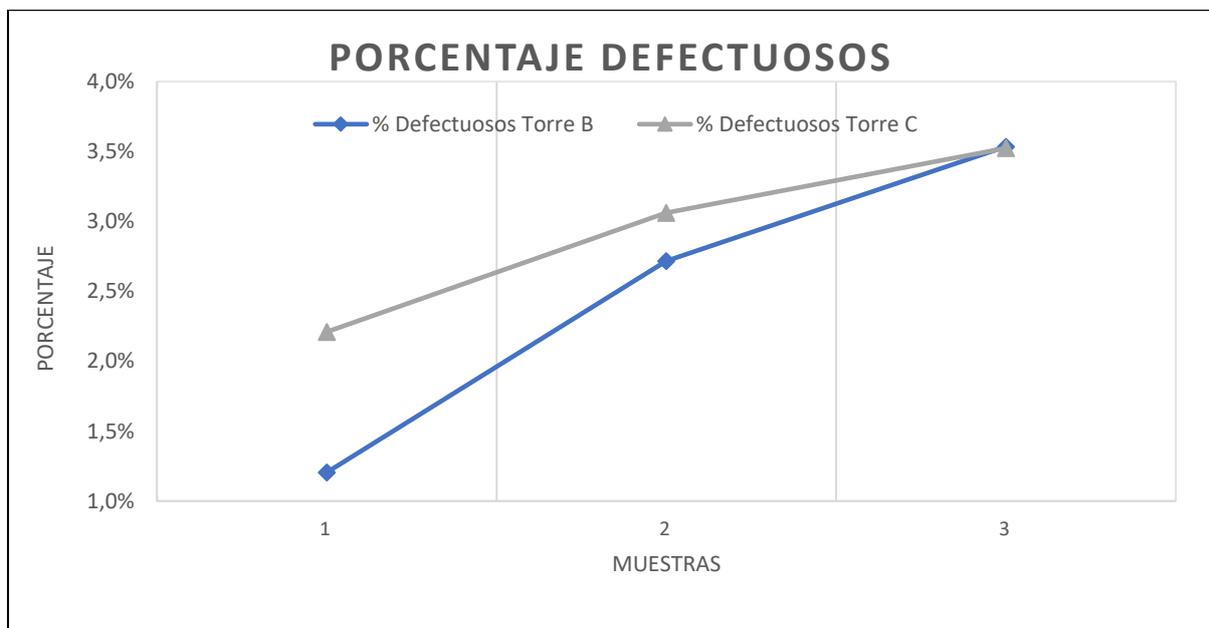
Ejemplo: en la tabla 13, para torre C, en el primer recorrido, se identificaron 4 órdenes defectuosas, este valor se dividió entre las cantidades despachadas, las cuales fueron: 181, y se multiplicó por 100.

Formula 3:

$$\text{Calidad del servicio} = \frac{\text{total defectuosos}}{\text{total enviados}} * 100$$

$$\text{Calidad del servicio} = \frac{4}{181} * 100 = 2.2\%$$

Obteniendo finalmente el porcentaje de defectuosos. De igual forma se procedió con los demás datos de la tabla 11, para obtener la siguiente gráfica.



Gráfica 59: KPI calidad del servicio (porcentaje defectuosos (Elaboración propia)).

En la gráfica 59, se observa finalmente el comportamiento de las unidades defectuosas en las tres muestras obtenidas para la torre B y torre C, donde vemos una tendencia creciente, lo cual nos da a entender la necesidad de identificar y analizar las causas que estén interfiriendo en que se esté dando este comportamiento, permitiendo al líder del proceso tomar decisiones en pro de una buena calidad del servicio y a su vez controlar de manera oportuna el desbordamiento del indicador.

6. Recomendaciones.

Al concluir con el análisis del proyecto, es necesario dejar plasmado para la entidad, algunas recomendaciones para que dicho estudio permita demostrar en el transcurso del tiempo, la importancia y la necesidad de adaptar desde las herramientas de la ingeniería, mejoras válidas y demostrables a cualquier tipo de proceso, en el tema de servicios, aplicado al sector salud.

Es claro que la ingeniería industrial va muy relacionada con todo el tema de productividad en las industrias manufactureras, pero se ha demostrado que, al aplicar de la manera correcta a otros sectores, se pueden tener excelentes resultados, permitiendo a las organizaciones altos estándares de calidad y sostenibilidad financiera, enfocados en la mejora continua.

Entonces será vital, tomar desde las diferentes metodologías de la ingeniería, los respectivos ajustes que puedan ser aplicados a los procesos que involucran las entidades hospitalarias y así de la mano de los altos directivos poder gestionar, implementar y demostrar con datos reales, los beneficios que se puede alcanzar con la aplicación de estas herramientas.

Se deberá garantizar entonces, la frecuencia de toma de datos, que permita hacer seguimiento a los indicadores definidos y poder analizar así, desde las gráficas obtenidas, si se está cumpliendo con la meta estipulada, donde se le permita al líder del proceso, tomar decisiones basadas en estos datos, para tener mejor control del proceso.

Es importante que el equipo administrativo de la cadena de suministros, realice reuniones periódicas, donde se puedan analizar los resultados obtenidos para cada indicador, y se haga seguimiento al rango propuesto, para ajustar día a día el proceso, evitando acciones innecesarias, tiempos muertos y baja calidad del servicio.

Involucrar al personal encargado de la distribución de los medicamentos e insumos, explicando detalladamente los objetivos deseados, contextualizando los formatos creados, finalidad del proyecto y motivando al buen desempeño de la labor, será una excelente metodología para lograr los resultados esperados y que, a través del tiempo, se pueda incrementar la eficiencia del proceso.

6. Conclusiones.

Dentro de las herramientas Lean utilizadas para dar solución a la propuesta de mejora, se trabajó la OEE (eficiencia global del proceso) la cual, es una herramienta de gran importancia para las entidades, donde se evalúa de manera eficaz el indicador de productividad, permitiendo a los líderes del proceso, tomar decisiones con base a los resultados obtenidos y hacer seguimiento al tema de calidad, eficiencia y disponibilidad, siendo importante seguir controlando el indicador mediante los formatos propuestos. También tenemos dentro de estas herramientas, los KPIs, donde por medio de estos, las instituciones pueden controlar todo tipo de proceso, haciendo que se aumente la calidad y seguridad de los mismos, siendo vital entonces la implementación de los indicadores propuestos en el artículo, ya que actualmente no se cuenta con este tipo de herramientas dentro de la entidad, la cual puede ser de gran utilidad al momento de medir el rendimiento y la calidad, enfocados en la mejora continua.

Mediante el diagrama de Pareto, se pudo identificar aquellos insumos de mayor demanda y costo, permitiendo analizar e implementar estrategias, enfocadas a la buena disposición de los mismos, que pueda reflejar desde la parte económica en el transcurso del tiempo, ahorro y ganancias para la entidad. También mediante el mapa de flujo de valor, se identificaron los procesos implicados en el tema de distribución, donde a partir de la demanda diaria, se logró definir un tiempo de ciclo y tiempo takt, para analizar la capacidad instalada del proceso.

Por medio del estudio, se pudo identificar dos clases de medicamentos e insumos que son distribuidos a los diferentes servicios de hospitalización, los cuales se denominan: medicamentos estándar-multidosis e insumos médicos y medicamentos de cadena de frío, donde por medio del layout, se logró identificar las distancias y tiempos para cada recorrido, desde la cadena de suministros hacia las unidades hospitalarias, identificando las unidades de medida más óptimas y a la vez concluyendo que actualmente, se realiza mediante la ruta más corta, teniendo en el momento un buen desempeño del proceso.

Las herramientas estadísticas, como los diagramas de cajas y test de normalidad, nos permitieron analizar que la unidad de medida metro/segundo, para la distribución de los medicamentos e insumos identificados, posee una buena simetría de datos, a causa de las medianas obtenidas para cada análisis y, además la variabilidad del proceso es muy similar en ambas observaciones, debido al tamaño de las cajas obtenidas.

8. Tabla de anexos.

NOMBRE	DESARROLLO PROPIO/TERCEROS	TIPO DE ARCHIVO	ENLACE GOOGLE-DRIVE Carpeta Google Drive
Anexo 1	Terceros	XLSX	Anexo 1
Anexo 2	Autoría propia	XLSX	Anexo 2
Anexo 3	Autoría propia	XLSX	Anexo 3
Anexo 4	Terceros	XLSX	Anexo 4
Anexo 5	Terceros	XLSX	Anexo 5
Anexo 6	Autoría propia	XLSX	Anexo 6
Anexo 7	Autoría propia	XLSX	Anexo 7
Anexo 8	Autoría propia	PDF	Anexo 8
Anexo 9	Autoría propia	XLSX	Anexo 9

9. Bibliografía.

- Abdallah, A. A. (2020). Healthcare Engineering: A Lean Management Approach. *Journal of Healthcare Engineering*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8875902>
- Climent-Ballester, S., Selva-Otaolaurruchi, J., & Otaolaurruchi, J. S. (2020). *HCliment-Ballester, S., Selva-Otaolaurruchi, J., & Otaolaurruchi, J. S. (2020). Hospital Pharmacy: Comprehensive management of medical devices during SARS-CoV-2 Author of correspondence. 44. https://doi.org/10.7399/fh.11486ospital Pharmacy: Comprehensive . 44. https://doi.org/10.7399/fh.11486*
- Eficiencia Global de los Equipos (OEE) » Ingeniería Industrial Online.* (n.d.). Retrieved January 17, 2022, from <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-oeef/>
- Estefanía Vargas, L., & Mesa Fuquen, E. (2021). Introducción al análisis de datos con RStudio. In *Cenipalma*. www.cenipalma.org
- Feijoo Medina, J. E. (2019). *Herramienta de calidad diagrama causa y efecto aplicado al departamento de archivo general : caso Universidad Técnica de Machala Quality tool cause and effect diagram applied to the department of general archives : case of the Technical University of Mach.*
- Fernández, M.; C. (2013). *Análisis y Síntesis | Innovación Educativa UPM.* <https://innovacioneducativa.upm.es/competencias-genericas/formacion-evaluacion/analisis-sintesis>
- García, M. A. C. (2019). Fuentes de Información. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 8(15), 57–58. <https://doi.org/10.29057/ICEA.V8I15.4864>
- Jorge Veiga de Cabo*, Elena de la Fuente Díez**, M. Z. V. (2011). *Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño.* https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2008000100011
- Landry, S., & Beaulieu, M. (2013). The challenges of hospital supply chain management, from central stores to nursing units. In *International Series in Operations Research and Management Science* (Vol. 184, pp. 465–482). Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5885-2_18
- Lopez, B. S. (2021). *Matriz FODA (DAFO) - Gestión y control de calidad.* <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-y-control-de-calidad/matriz-foda-dafo/>
- López, B. S. (2019). *Diagrama de recorrido » Ingeniería Industrial Online.* <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/diagrama-de-recorrido/>
- Mikel, R. J. (2019). *Nuevo sistema de Gestión de Eficiencia Global (OEE) en tiempo real para industria.* 84. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/127853/Rodríguez - Sistema de Gestión de Eficiencia Global %20Overall Equipment Effectiveness%2C OEE%29 en tie....pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/127853/Rodríguez%20-%20Sistema%20de%20Gestión%20de%20Eficiencia%20Global%20-%20Overall%20Equipment%20Effectiveness%20-%20OEE%29%20en%20tiempo%20real%20para%20industria.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Moons, K., Waeyenbergh, G., & Pintelon, L. (2019). Measuring the logistics performance of

internal hospital supply chains – A literature study. *Omega (United Kingdom)*, 82, 205–217. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2018.01.007>

Ostakhov, V., Artykulna, N., & Morozov, V. (2018). Models of IT Projects KPIs and Metrics. *Proceedings of the 2018 IEEE 2nd International Conference on Data Stream Mining and Processing, DSMP 2018*, 50–55. <https://doi.org/10.1109/DSMP.2018.8478464>

Salazar, B. (2019). *Mapa de Flujo de Valor (VSM) - Ingeniería Industrial Online*. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mapa-de-flujo-de-valor-vsm/>

Soledad Fabbri, Pm. (2018). *Las técnicas de investigación: la observación*.

Tuwebestrategica. (2021). ▷ ¿Qué es el Layout o distribución de la planta? <https://elnuevoempresario.com/que-es-el-layout-o-distribucion-de-la-planta/#gs.eu9qtw>

Velásquez, J. D. (2015). Una guía corta para escribir revisiones sistemáticas de literatura parte 3. *DYNA (Colombia)*, 82(189), 9–12. <https://doi.org/10.15446/dyna.v82n189.48931>

Worighi, I., Maach, A., & Mierlo, J. Van. (2019). *Advanced Intelligent Systems for Sustainable Development (AI2SD'2018)* (Vol. 912). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-12065-8>