

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALCOY



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

LEAN MANUFACTURING EN GESTIÓN HOSPITALARIA

TRABAJO FINAL DE GRADO

AUTOR:

Gonzalo Domínguez Casals

TUTOR:

Manuel Díaz-Madroñero Boluda

Alcoy, noviembre de 2020

Contenido

1. Introducción	2
2. Lean Manufacturing	3
2.1 ¿Qué es Lean Manufacturing?	3
2.2 Origen del Lean manufacturing.....	4
2.3 Técnicas lean	5
2.3.1 Las 5S.....	6
2.3.2 SMED	9
2.3.3 Estandarización	10
2.3.4 Mantenimiento total productivo TPM	11
2.3.5 Control visual.....	12
2.3.6 Jidoka.....	13
2.3.7 Técnicas de calidad.....	14
2.3.8 Sistemas de participación del personal.....	18
2.3.9 Heijunka.....	19
2.3.10 Kanban.....	20
3. Lean Healthcare. Problemas de planificación en gestión hospitalaria	22
3.1 Lean Healthcare.	22
3.2 Problemas en la gestión hospitalaria.	23
3.2.1 Los 7 despilfarros	25
3.3 Beneficios de la aplicación de Lean Healthcare.	27
3.4 Dificultades en la aplicación de Lean Healthcare.....	27
4. Aplicación de Lean Manufacturing en gestión hospitalaria	28
4.1 Virginia Mason Medical Center.....	28
4.2 ThedaCare	29
4.3 Denver Health’s Eastside Clinic	30
4.4 Ospedale Galliera di Genova	31
4.5 Implantación de 5S en un centro médico en Senegal.....	31
4.6. Lean Healthcare en la lucha contra el COVID-19.	33
4.6.1 Diseño del flujo del paciente.....	33
4.6.2 Gestión visual.	36
4.6.3 Trabajo estándar para garantizar la seguridad, calidad y eficiencia.....	39
4.6.4 Participación en ciclos cortos y estructurados de comunicación.	41
4.6.5 Creación de habilidades mediante un plan de desarrollo personal.....	42

4.6.6 Revisar las prioridades para asegurar la capacidad.	43
4.6.7 Nivelado de la capacidad y protección del personal.....	44
5. Propuesta de optimización en la gestión del stock de medicamentos en el hospital de campaña de Ifema.....	46
5.1 Hospital de campaña de Ifema.....	46
5.2 Organización del hospital.	46
5.3 Gestión del stock.....	47
5.3.1 Estrategia desarrollada en el hospital de IFEMA.....	48
5.3.2 Propuesta de optimización.....	48
5.4 Propuesta de almacenamiento de medicamentos utilizando la metodología Kanban pertenciente al Lean Manufacturing.....	50
5.4.1 Localización de los almacenes.....	50
5.4.2 Descripción del sistema Kanban aplicado al ámbito sanitario.	52
5.4.3 Objetivos	53
5.4.4 Metodología.....	53
5.5 Discusión.	59
5.6 Simulación mediante BPM.	60
5.6.1 ¿Por qué modelar con BPM?.....	61
5.6.2 Fases para implantar el BPM.....	61
5.6.3 Simulación.	61
6. Conclusiones.....	72
Índice de figuras.	73
Índice de tablas.	74
Bibliografía	74

1. Introducción

Cada vez son más las empresas que deciden implementar la filosofía Lean para optimizar su actividad y aumentar tanto el beneficio económico como la satisfacción de sus trabajadores. Los buenos resultados obtenidos por las empresas que deciden adoptar este sistema ha provocado que hoy en día empresas de todos los ámbitos y tamaños estén invirtiendo en diferentes métodos de mejora continua.

Los primeros sistemas Lean se empezaron a llevar a cabo a principios del siglo XX. Sin embargo, hasta los primeros años del siglo XXI los hospitales y centros sanitarios no empezaron a implementar este sistema. El objetivo del Lean en el ámbito sanitario no se centra tanto en el beneficio económico sino en mejorar la calidad de atención a los pacientes optimizando al máximo los recursos de los que disponen.

A lo largo de este proyecto se estudian las diferentes técnicas Lean que han ido surgiendo a lo largo del tiempo, así como sus aplicaciones y beneficios. Una vez definida la filosofía Lean y sus aplicaciones, el trabajo se centra en el *Lean Healthcare*, es decir, la aplicación de procesos de mejora continua en el ámbito sanitario. El trabajo pretende analizar los problemas a corregir en la gestión hospitalaria, las posibles mejoras que se pueden llevar a cabo y sus beneficios. También se estudian diferentes casos que muestran los buenos resultados obtenidos al aplicar sistemas Lean.

Por último, el objetivo es llevar la teoría a un caso práctico, el hospital de campaña de Ifema instalado en Madrid para hacer frente a la crisis del Covid-19. Para ello, el estudio se centra en la gestión de medicamentos dentro de uno de los pabellones habilitados como hospital. Se estudia la aplicación de las estrategias vistas anteriormente y se realiza una simulación mediante *Business Process Management* (BPM) para estimar el tiempo que tarda en llevarse a cabo el proceso de suministro de medicamentos a los pacientes.

2. Lean Manufacturing

2.1 ¿Qué es Lean Manufacturing?

Juan Carlos Hernández Matías define en su libro “LEAN MANUFACTURING CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN” el Lean Manufacturing como una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.

La filosofía Lean establece siete tipos de desperdicio: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Estos desperdicios no agregan valor al cliente y por lo tanto se intenta eliminarlos. Para ello, a lo largo de la historia se han desarrollado numerosas y variadas técnicas, que explicaremos más adelante, que afectan a todos los elementos de una empresa, desde directivos a operarios, puestos de trabajo o maquinaria. Estas técnicas pueden aplicarse a cualquier ámbito del desarrollo de la actividad de la empresa, como pueden ser puestos de trabajo, gestión de la producción, mantenimiento, suministro, gestión de inventario, etc.

Las mejoras que supone para una empresa la implantación de técnicas lean ha sido avalada y demostrada por estudios como el que se puede ver en la *Figura 1*, un estudio realizado por *Aberdeen group* en el año 2004 entre 300 empresas estadounidenses que muestra cómo los desperdicios se reducen entre un 20% y un 50% en varios aspectos de la fabricación.

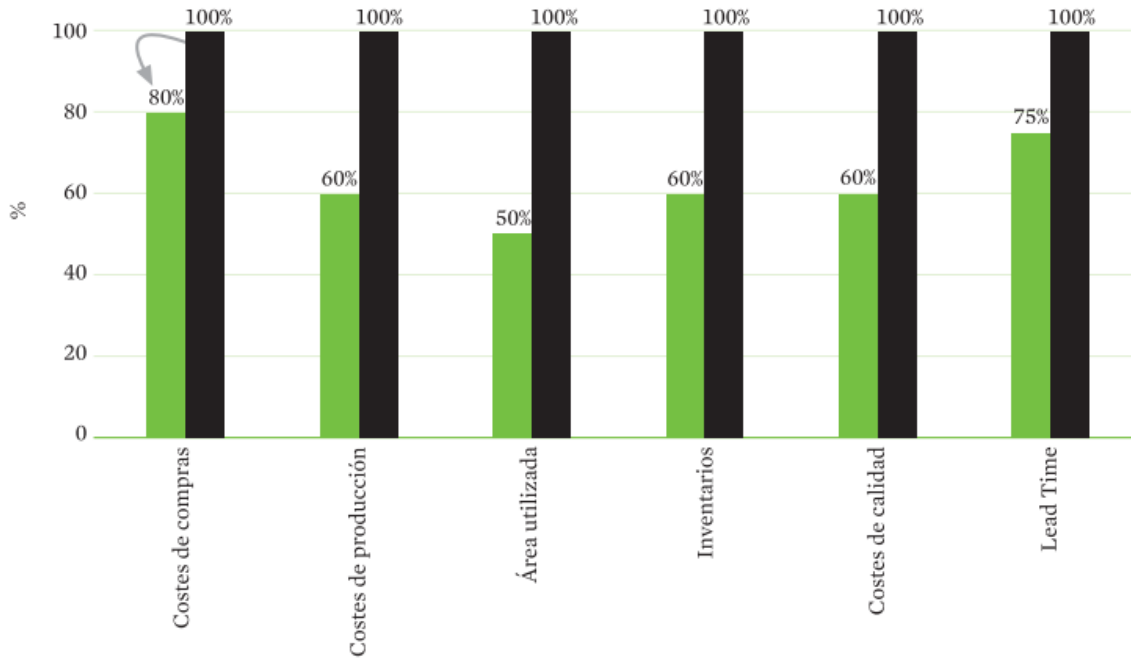


Figura 1. Beneficios del Lean Manufacturing. Fuente: Estudio 300 empresas Aberdeen Group, 2004.

2.2 Origen del Lean manufacturing

A lo largo de la historia hay numerosos ejemplos de técnicas usadas para mejorarla producción de las empresas, como puede ser el caso del Arsenal de Venecia en la fabricación de buques de guerra en los años 1450 o la Revolución Industrial en el siglo XIX donde se empezó a realizar la automatización de muchos trabajos.

Sin embargo, el inicio del lean como lo conocemos hoy en día surge a principios del siglo XX con Henry Ford y Frederick Taylor. Ford se centró en hacer el producto de la mejor manera posible, buscando estrategias para eliminar los residuos y aumentar la eficiencia de los empleados. Estaba especialmente preocupado por la reducción de las actividades improductivas y por la reducción de los materiales desperdiciados en la fabricación de los automóviles. Ford consiguió mejorar esto mediante la instalación de las primeras cadenas de montaje de automóviles, permitiendo la reducción de costes; la normalización de productos, que supuso el cambio a la producción en masa; la automatización de diversas tareas, un aumento de la formación y la especialización del trabajo.

Varios años más tarde, después de la Segunda Guerra Mundial, las firmas japonesas y en especial la empresa de automóviles Toyota y sus ingenieros Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, empezaron a fijarse en los modelos estadounidenses para conseguir una industria competitiva con los recursos relativamente escasos de los que disponían. Así es como nació el TPS (*Toyota Production System*).

Tras estudiar el modelo estadounidense se dieron cuenta de que la tendencia iba hacia modelos pequeños y de bajo coste. Decidieron eliminar en la medida de lo posible el stock y los despilfarros mediante un principio que sentaría las bases del TPS: “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”.

Los ingenieros de Toyota se dieron cuenta de la importancia de reducir las interrupciones transformando las actividades que realizaban en las fábricas en flujos continuos. Un ejemplo de esto es una de las primeras mejoras que llevaron a cabo que consistía en reducir al máximo los tiempos de cambio de herramientas.

A raíz del sistema TPS, se fueron desarrollando también en Japón, otras técnicas lean como el sistema *Kanban*, *Jidoka* o *Poka-Joke*.

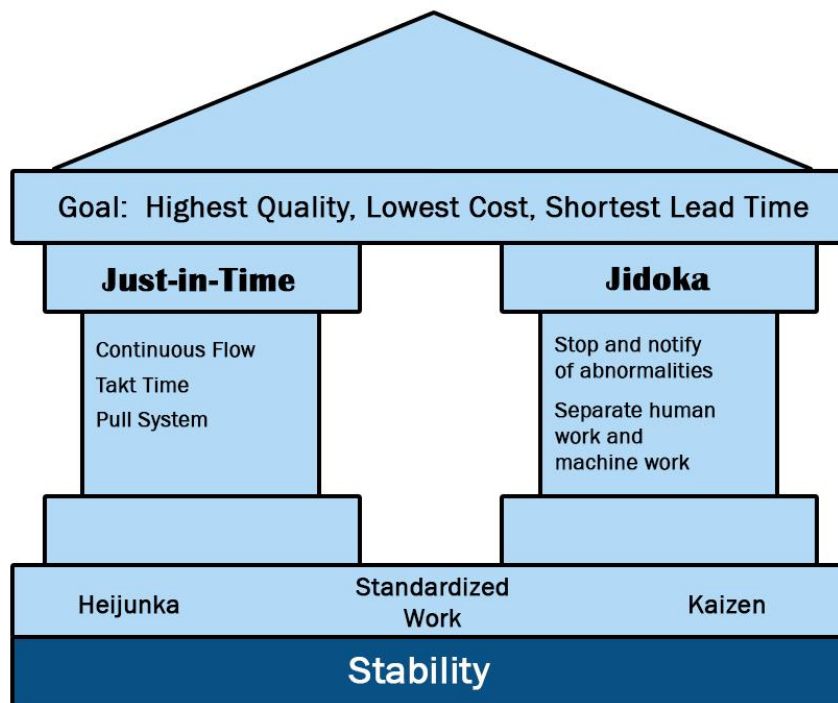


Figura 2. Toyota Production System. Fuente: Project Engineer.

2.3 Técnicas lean.

Dentro del sistema lean, existen numerosas técnicas que se han ido desarrollando e implantando en empresas de todo tipo. La implantación de estas técnicas depende del tipo de empresa y de las necesidades de esta. A continuación, vamos a ver algunas de las técnicas más importantes.

2.3.1 Las 5S.

La técnica de las 5S se basa en la modificación del puesto de trabajo para aumentar la limpieza y el orden, permitiendo así eliminar fallos de calidad y reducir el tiempo de trabajo. Es una técnica implantada en todo el mundo y su éxito radica en su sencillez a la hora de implantarla y la efectividad en un corto plazo de tiempo. Además, tiene el componente añadido de motivar al trabajador al ver cambios en su entorno de trabajo y hacerle partícipe directo de la mejora de la empresa.

Es una herramienta fácil de implantar ya que no requiere de conocimientos previos y no necesita una gran inversión económica.

El nombre hace referencia a cinco términos japoneses que definen esta metodología: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* y *Shitsuke*.



Figura 3. Principios de la metodología 5S. Fuente: 3C Tecnología (Edición 20)

Seiri (Eliminar)

Esta S es la que se debe aplicar en primer lugar y consiste en eliminar los elementos que no sean necesarios y no aporten valor al resultado final. Para llevarlo a cabo y mejorar la capacidad del espacio de trabajo, se deben clasificar todos los objetos del espacio de trabajo para identificar los que son necesarios y los que no para evitar tareas prescindibles que provoquen una pérdida de tiempo y dinero.

Para aplicar esta técnica se usan tarjetas rojas como la que vemos en la *Figura 4*, en las que se identifican los elementos que no son necesarios en el espacio de trabajo.

No. _____

TARJETA ROJA 5'S

Información Gen-

Propuesta por _____ Responsable de área _____

Area / Depto. _____

Descripción de artículo _____

CATEGORIA

<input type="checkbox"/> Máquina/Equipo	<input type="checkbox"/> Material gastable
<input type="checkbox"/> Herramienta	<input type="checkbox"/> Materia prima
<input type="checkbox"/> Instrumento	<input type="checkbox"/> Trabajo en proceso
<input type="checkbox"/> Partes eléctricas	<input type="checkbox"/> Producto terminado
<input type="checkbox"/> Partes mecánicas	<input type="checkbox"/> Otros

OTROS/COMENTARIO _____

RAZON DE TARJETA

<input type="checkbox"/> Innecesario	<input type="checkbox"/> Defectuoso
<input type="checkbox"/> Fuera de especificaciones	<input type="checkbox"/> Otros

Otros _____

ACCION REQUERIDA

- Eliminar
- Agrupar en espacio separado
- Retomar

Otros: _____

Fecha inicio __/__/__ Final de la acción __/__/__

Figura 4. Tarjeta roja para la aplicación de Seiri. Fuente: J.Cruz (2010). Manual para la implementación sostenible de las 5S.

Seiton (Ordenar)

Una vez identificados los elementos que son necesarios, en esta fase se ordenan con ayuda de un círculo de frecuencia de uso como el que se puede ver en la *Figura 5*. Para ello se busca la mejor ubicación para facilitar la búsqueda y retorno de los objetos en el espacio de trabajo. Para la correcta aplicación de esta técnica, es necesaria la disciplina de los trabajadores.

Es necesario establecer unas áreas de trabajo concretas, evitar los objetos duplicados e identificar el flujo de los distintos elementos para poder colocarlos en el lugar apropiado para aumentar la rapidez y la seguridad de las distintas operaciones.



Figura 5. Círculo de frecuencia de uso (Seiton). Fuente: 3C Tecnología (Edición 20)

Seiso (Limpieza e inspección)

Tras haber eliminado los elementos prescindibles y haber ordenado el espacio de trabajo, la tercera S se utiliza para limpiar y analizar el entorno con el fin de corregir los defectos y evitarlos.

Para ello se establece la limpieza diaria como un método de inspección, asumiendo que es tan importante la limpieza de las distintas áreas como las consecuencias derivadas de la falta de limpieza. Dentro de las tareas de Seiso, están conservar los elementos en las mejores condiciones posibles, identificar un uso más eficiente de los mismos o buscar averías para poder corregirlas a tiempo y garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Esto nos permite aumentar la vida útil de los equipos, reducir averías y prevenir accidentes laborales provocados por elementos en mal estado.

Es importante también identificar los puntos que necesitan ser limpiados y con qué frecuencia, para optimizar el trabajo y no perder tiempo limpiando ciertos elementos con más frecuencia de la necesaria.

Seiketsu (Estandarizar)

Una vez completadas las tres primeras fases, esta S permite consolidar la metodología para garantizar unos resultados duraderos. Al crear un estándar se consigue facilitar el trabajo y optimizar los procesos mediante formularios del personal de la empresa, delimitando las distintas áreas o simplemente mediante documentos o fotografías que indiquen como se ha de realizar una operación o como deben estar ordenados los distintos elementos del espacio de trabajo.

Mediante su aplicación se consigue mantener los objetivos conseguidos en las fases anteriores, comprobar que se cumplen todos los requisitos establecidos y hacer que el personal sea consciente de la importancia de estos estándares para asegurar el orden y la limpieza y evitar así posibles accidentes.

Shitsuke (Disciplina)

Es importante que todo lo conseguido en las anteriores fases, no se pierda con el paso del tiempo. Para ello, en esta fase se pretende crear un hábito que garantice la aplicación permanente de todas las técnicas anteriores.

Para la correcta aplicación de esta fase se deben aplicar las normas establecidas, para lo que es necesario la implicación de todo el personal de la empresa. Por eso el responsable del lean debe establecer sistemas que faciliten la implementación de todo el proceso y lo haga lo más satisfactorio posible para los trabajadores.

2.3.2 SMED

La técnica SMED (*Single Minute Exchange of Die*) o cambio rápido de herramienta tiene como objetivo la reducción del *setup*, es decir, la reducción del tiempo que pasa desde que se termina la producción de un elemento hasta que se empieza a producir el siguiente. Esta técnica requiere un esfuerzo por parte de las empresas ya que normalmente implica la instalación de nuevos mecanismos que permitan reducir tiempos.

Esta técnica, permite reducir el tamaño de los lotes de fabricación y por lo tanto reducir posibles excesos en el stock que se traducirían en una pérdida económica. Hay que tener en cuenta que además de reducir el *setup*, es necesario que los sistemas se puedan adaptar a posibles cambios. Esta técnica es en gran parte llevada a cabo por los operarios.

Factores implicados en SMED:

Los principales factores que afectan al *setup* son:

1. Cambiar utillaje y herramientas: Es normal que al cambiar el producto sea necesario cambiar también la herramienta.
2. Modificar estándares para un proceso concreto: Al cambiar el trabajo que vamos a realizar, se cambia también la configuración de la maquinaria.
3. Cambio de producto en la cadena de producción: Cambia el producto que se está fabricando.
4. Preparación necesaria para la producción. Todos los elementos deben estar preparados al empezar la producción.

Si no aplicamos esta técnica, reduciríamos la capacidad y productividad de nuestro sistema. Cuando los cambios son costosos se tiende a realizar grandes lotes para hacer los mínimos cambios posibles, pero esto puede provocar que tengamos un *stock* excesivo. Si esto ocurre no estaríamos cumpliendo con uno de los objetivos de la metodología lean, el de producir sólo la cantidad necesaria para satisfacer al cliente.

Por lo tanto, es clave reducir el *setup*, ya que nos permite aumentar la flexibilidad de nuestro sistema de producción y reducir los tiempos de espera que no crean ningún valor.

2.3.3 Estandarización

La estandarización es una de las metodologías lean más importantes, ya que junto a la de las 5S y la SMED, constituye un pilar sobre el que se construyen el resto de técnicas.

Esta técnica japonesa se ha convertido en una de las claves del éxito de muchas empresas. Para aplicarla, partimos de un estándar que define como hacer las cosas; a éste se le aplican ciertas mejoras y cuando se comprueba su eficacia se estandarizan como un nuevo método de hacer las cosas. La continua repetición de este proceso permite encontrar una solución óptima. Por eso es fundamental evitar los tradicionales sistemas rígidos en los que no se actualizan los estándares impidiendo la mejora del sistema.

Esta estandarización se debe aplicar a todos los elementos de una empresa y se basa en cuatro principios fundamentales:

1. Los procedimientos a llevar a cabo deben ser descritos de forma simple y clara.
2. Debe proceder de las mejores técnicas y herramientas disponibles para cada caso.

3. Hay que garantizar su cumplimiento.
4. Tienen que ser puntos de partida para futuras mejoras.

Los estándares deben aplicarse para el control de calidad, la gestión de equipos, la gestión de operaciones y oficina técnica y el control de producción.

Para aplicar un estándar debemos seguir los siguientes pasos:

1. Encontrar la forma de estandarizar los procedimientos actuales.
2. Describir los nuevos métodos de forma precisa.
3. Dotar a los trabajadores de los conocimientos necesarios para aplicar los nuevos métodos.
4. Garantizar el cumplimiento de los estándares mediante un seguimiento continuo.
5. Mejorarlos estándares fijados siempre que sea posible.

2.3.4 Mantenimiento total productivo TPM

Esta metodología nace a finales de los años 60 en la empresa japonesa Toyota. Esta técnica se basa en un principio sencillo pero eficaz que consiste en que todos los días se realicen pequeñas tareas de mantenimiento básico de equipos e instalaciones para así prevenir futuras averías o defectos.

Los principales objetivos del TPM son:

1. Maximizar la eficacia de los equipos.
2. Implementar un sistema de mantenimiento aplicable desde el momento en que se diseña la máquina, garantizando así un mantenimiento preventivo a lo largo de toda su vida útil.
3. Implicar a todos los departamentos que intervengan en el diseño o utilización de los equipos.
4. Implicar a todos los trabajadores de la empresa, desde directivos hasta operarios.

La metodología TPM está sustentada por ocho pilares fundamentales, que se muestran en la *Figura 6*, para garantizar su correcta aplicación.

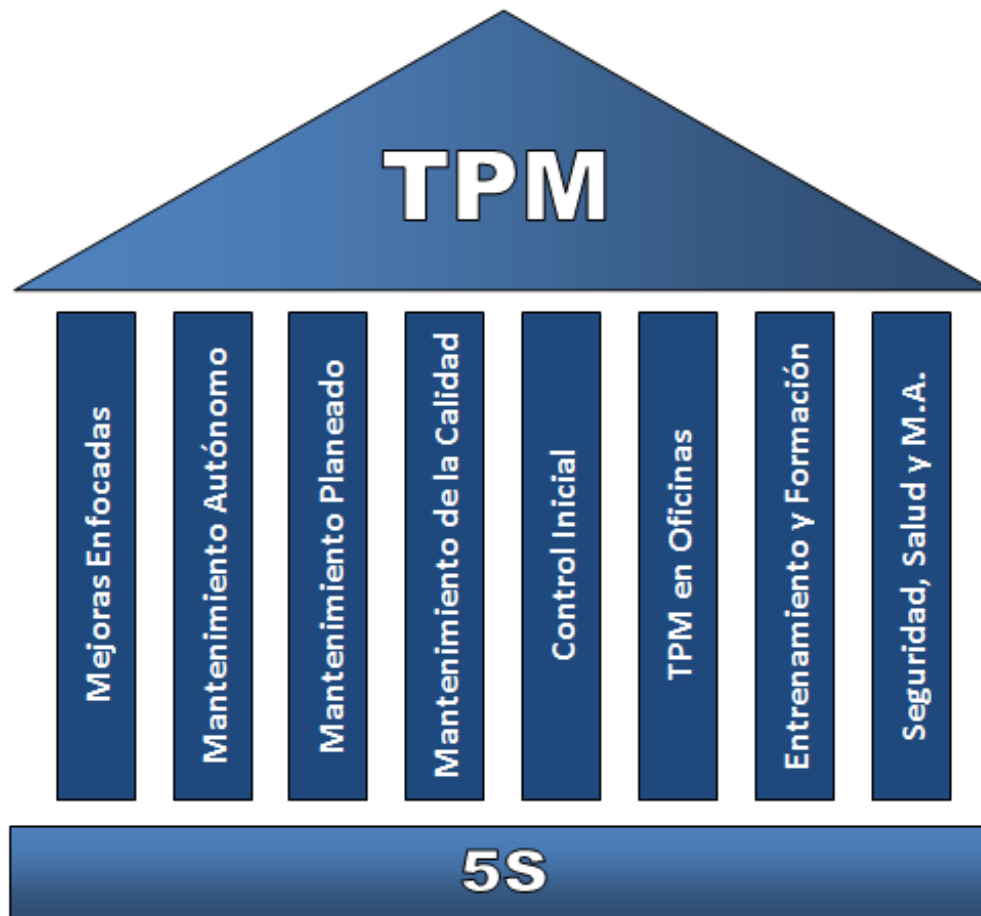


Figura 6. Pilares del TPM. Fuente: Calidad Total.

2.3.5 Control visual.

Estas técnicas diseñadas especialmente para captar anomalías y despilfarros, se basan en un conjunto de medidas cuyo objetivo es plasmar de forma sencilla y evidente la situación del sistema productivo. Se centra especialmente en la información que revele pérdidas del sistema y las posibilidades de mejora.

Con estas técnicas se pretende mantener la motivación de los empleados mostrando como su esfuerzo se ve reflejado en los resultados y dándoles el poder y la responsabilidad de alcanzar sus metas. A partir de la experiencia y el testimonio de los empleados, se consigue un proceso de aprendizaje común a todos los integrantes de la empresa.

Una de las principales ventajas del control visual es la rápida captación de sus mensajes y la fácil difusión de la información.

Entre las diferentes técnicas de control visual, que será aplicadas en función de la necesidad del sistema en el que vamos a trabajar, podemos resaltar las siguientes:

1. Control visual de espacios y equipos.
2. Documentación visual en el puesto de trabajo.
3. Control visual de la producción.
4. Control visual de la calidad.
5. Gestión de indicadores.

La implantación del control visual, requiere de un cambio cultural en la empresa. Para establecer un sistema de participación de la información, es necesario que la dirección y los supervisores apoyen el proceso e informen a todos los empleados de la nueva metodología de la empresa.

Para aplicar el control visual es conveniente usar herramientas que sean fáciles de identificar como códigos de color, tarjetas, paneles, tableros e indicadores que creen un lenguaje visual común para todos los empleados.

Estas herramientas permiten informar rápidamente sobre la situación del área de trabajo, hacer que los defectos sean fáciles de reconocer, solventar los problemas identificados mediante el control visual y descubrir de forma sencilla aquellos aspectos que necesiten ser mejorados.

2.3.6 Jidoka

Jidoka es un término japonés que significa “automatización con un toque humano”, esto también se conoce como autonomación y permite que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad. De esta manera si se detecta alguna anomalía o defecto, el sistema se parará ya sea de forma automática o por el operario para impedir que las piezas defectuosas avancen. Esto permite que solo se produzcan productos finales con cero defectos.

Es muy importante que los operarios actúen como inspectores de calidad, ya que son los encargados de asegurar la calidad de lo que se lleva a cabo en su puesto de trabajo. El fin de esta técnica es que todas las unidades producidas sean buenas, por eso se centra más en la inspección para prevenir defectos que en la inspección para hallar defectos.

La autonomación permite que las máquinas estén conectadas a un mecanismo de detección automático para prevenir la fabricación de productos defectuosos. Durante el trabajo de la máquina no es necesaria la presencia de un operario, éste solo será necesario en caso de que la máquina se pare por alguna anomalía. Esto permite que un solo operario sea capaz de atender varias máquinas a la vez.

Estas son algunas de las técnicas más utilizadas dentro del *Jidoka*:

- Andon: Esta técnica consiste en un sistema de luces que facilita la coordinación entre los trabajadores. Un operario puede pulsar un botón para detener la producción si identifica algún problema. Al pulsar el botón se encenderá una luz (verde, ámbar o roja según la gravedad del problema) que alertará al resto de trabajadores.
- Poka-Yoke: Este sistema tiene como finalidad evitar equivocaciones tanto humanas como de la maquinaria. Para ello se diseñan sistemas que sólo permitan conectar las piezas de una forma en concreto, un código de colores que identifiquen a los elementos comunes o flechas e indicadores que digan donde tiene que ir una pieza y en que orientación.

2.3.7 Técnicas de calidad.

La garantía de alta calidad (TQM) se basa en la aplicación de distintas técnicas con el objetivo de satisfacer las exigencias de los clientes y asegurar que las unidades producidas cumplan con todas las especificaciones dadas.

Para alcanzar estos objetivos se han diseñado diferentes técnicas lean que veremos a continuación como los chequeos de autocontrol, la matriz de autocalidad, el seis sigma, el ciclo *Plan, Do, Check, Act* (PDCA) y la implantación de planes cero defectos.

Chequeos de autocontrol.

Es el mismo operario que ejecuta las operaciones el que se encarga de la inspección. Es un sistema muy eficiente, pero a veces los operarios no tienen la opinión crítica necesaria con su trabajo y por lo tanto es necesario añadir otros sistemas de inspección.

Estos chequeos pueden reducir en gran medida la tasa de defectos y se suelen llevar a cabo mediante cuatro fases:

1. Mostrar los estándares para facilitar la interpretación del área de trabajo y permitir el reconocimiento de las anomalías que necesitan ser corregidas.
2. Desarrollar un sistema de respuesta rápida y asegurar que se comparte la información.
3. Registrar los problemas.
4. Observar y ser consciente de las circunstancias externas al propio entorno.

Matriz de autocalidad.

Esta herramienta permite visualizar donde se están produciendo los defectos y hasta donde llegan, consiguiendo así que los defectos sean detectados en el mismo sitio que se generan.

En la matriz se representan todas las fases de un proceso productivo en filas y columnas, abarcando desde proveedores a clientes finales. Los trabajadores anotan los defectos encontrados a lo largo del día y finalmente se trasladan las anotaciones a la matriz.

		FASE DONDE SE PRODUCE EL DEFECTO							
		Proveedor Externo	Proveedor Interno	Fase 1	Fase 2	Fase 3	—	Fase n	Total ppm
FASE DONDE SE DETECTA EL DEFECTO	Fase 1								
	Fase 2								
	Fase 3								
	—								
	Fase n								
	Cliente interno								
	Cliente externo								
	Total ppm								

Objetivo: Diagonalizar la matriz aquí. Los defectos se detectan donde se producen

TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS EN UN PERIODO		TOTAL PPM	
---	--	------------------	--

Figura 7. Matriz de Autocalidad. Fuente:Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación.

En esta matriz, en las filas se indica el lugar o la fase en la que se ha detectado un defecto y en las columnas se indica el lugar o la fase en la que se ha generado un defecto.

El resultado óptimo de esta matriz, sería que todos los elementos estuvieran registrados en la diagonal principal, ya que, esto significaría que los defectos se han detectado en el mismo lugar en el que se generan.

Seis Sigma

Seis Sigma ha pasado de ser una herramienta de calidad a ser una pieza clave de muchas empresas. Adquiere su máxima efectividad cuando se combina con lean.

Esta técnica busca aumentar la calidad del producto mediante la identificación y eliminación de todas las causas posibles de defectos y la reducción de la variabilidad de todo el proceso. La idea detrás de Seis Sigma es que, midiendo la cantidad de defectos identificados en un proceso, es posible descubrir cómo eliminarlos y acercarse lo más posible a cero defectos. Concretamente, esta herramienta persigue llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de oportunidades. El valor Seis Sigma está relacionado con la

desviación típica estándar de la distribución normal y equivale a una tasa de eficiencia del 99,99966%.

Desde un punto de vista práctico, el Seis Sigma consiste en una aplicación de técnicas estadísticas y principios de calidad, con el objetivo de aumentar la eficiencia de todo el proceso. La implementación de esta metodología se basa en el modelo DMAIC, que consta de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

La principal diferencia con el resto de técnicas Lean es que, en vez de actuar sobre los desperdicios del proceso productivo, Seis Sigma analiza las causas para evitar que se repitan. Estos programas exigen una gran dedicación y suelen ser llevados a cabo por expertos, ya que exigen estudios de viabilidad económica, técnicas de recogida y análisis de datos y un gran compromiso de la dirección.

Para una correcta implantación de Seis Sigma, es fundamental tener en cuenta los seis principios básicos en los que se basa:

1. Enfoque en el cliente.
2. Dirección basada en datos.
3. Orientación a los procesos.
4. Dirección proactiva.
5. Colaboración integral.
6. Búsqueda de la perfección.

Ciclo PDCA

El análisis mediante el Ciclo PDCA, conocido como círculo de Deming, es considerado una de las técnicas fundamentales a la hora de identificar y corregir defectos.

Las siglas PDCA o PHVA en español, hacen referencia a los pasos necesarios para mejorar una actividad: Planear, hacer, verificar y actuar.

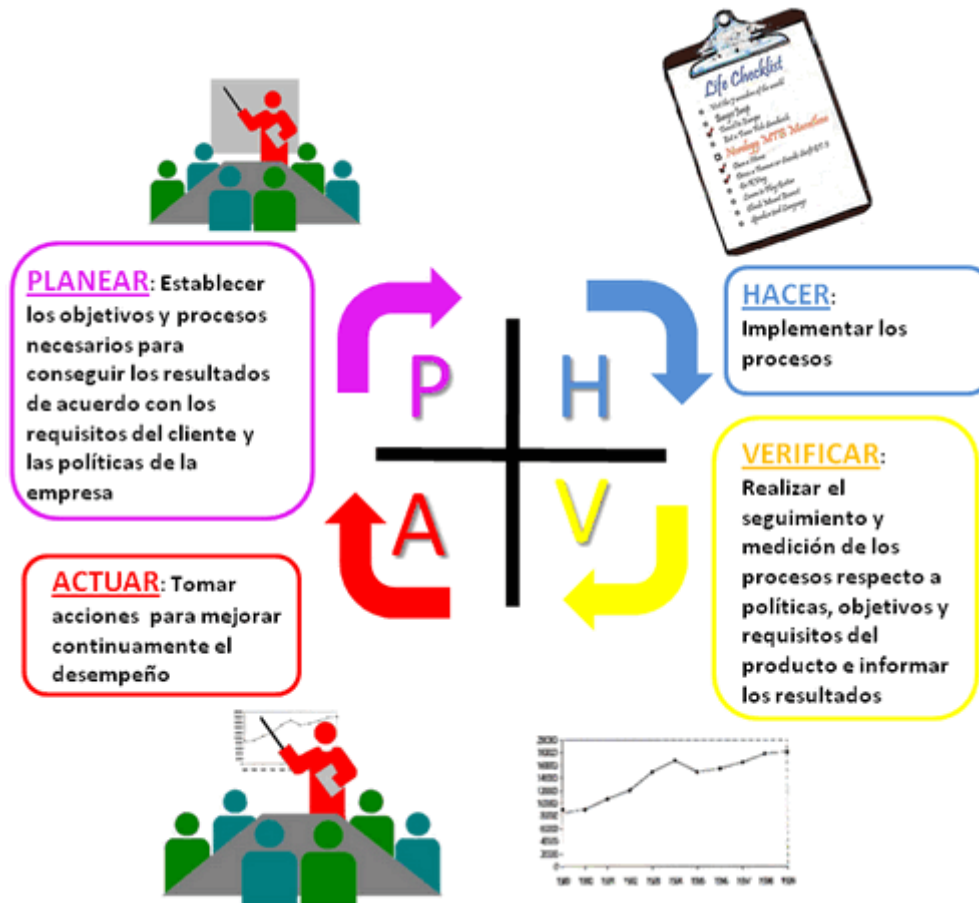


Figura 8. Ciclo PDCA. Fuente: <http://gestion88.blogspot.com/>

1. Planear: Una vez se identifica la actividad que debemos mejorar, se analiza la situación para encontrar las causas del problema. Una vez identificadas se desarrollan los planes de mejora y se fijan los objetivos que queremos alcanzar.
2. Hacer: La dirección debe formar a los trabajadores para que realicen las actividades elegidas para cumplir los objetivos. Antes de implementar las mejoras, se realizan pruebas para ver los efectos que tienen.
3. Verificar: Se comprueba si las mejoras implantadas han tenido el efecto deseado, si no es así, se modifican hasta conseguir los objetivos.
4. Actuar: En la última etapa se estudian los resultados y se compara la situación antes y después de aplicar las mejoras. Si el resultado es positivo se estandarizan e implantan las mejoras. Si no lo es, se analiza el ciclo para encontrar los errores y solucionarlos.

Implantación de planes cero defectos

El objetivo de todas las herramientas Lean es conseguir la obtención de cero defectos, teniendo en cuenta los cinco elementos clave de una empresa: operarios, materiales, máquinas, método e información (5M+1I).

Utilizando las técnicas lean vistas hasta ahora, podríamos realizar un plan de cero defectos a partir de las siguientes acciones:

- Entrenamiento básico (personas).
- Entrenamiento en habilidades múltiples (personas).
- Control visual (información).
- Inspección preventiva (materiales).
- Mecanismos anti-error (máquina).
- Mantenimiento preventivo (máquina).
- Producción en flujo (método).
- Operaciones estándares (método).
- 5S.

2.3.8 Sistemas de participación del personal

Los sistemas de participación del personal o SPP son una de las piezas fundamentales del lean manufacturing. Tienen como objetivo identificar los problemas y las posibles mejoras que se puedan realizar para posteriormente implantar herramientas que permitan resolverlos. Se componen de una serie de técnicas que permiten canalizar todas las iniciativas que puedan incrementar la competitividad de la empresa.

La implantación de estos sistemas no es sencilla, puesto que exigen darle al personal la oportunidad de expresar sus ideas respecto a muchas de las acciones desarrolladas en la empresa. Esto es algo que se consigue con un trato directo con los trabajadores y con el establecimiento de técnicas que se ocupen particularmente del individuo. Para ello se establecen las siguientes prioridades en la puesta en marcha de estas técnicas:

1. Seguridad en el trabajo.
2. Condiciones de trabajo.
3. Formación.
4. Comunicación personal.
5. Participación en la mejora.
6. Implicación de todos.

Si se dan estas condiciones los sistemas de participación mejorarán las relaciones y la comunicación entre los componentes de la empresa, se fomentará la conciencia de grupo y se incrementará la motivación de los trabajadores.

Los sistemas de participación más usados son los grupos de mejora y los sistemas de sugerencias.

Grupos de mejora

Dentro del entorno lean, los proyectos de implantación, mejora y mantenimiento del sistema se organizan a través de diferentes tipologías de grupos cuyo éxito reside en la participación activa y a las técnicas puestas a su disposición:

- Kaizen: Este concepto está formado por dos palabras, *kai*, cambio y *zen*, para mejorar. Consiste en aplicar continuamente, mediante grupos de trabajo reducidos, pequeñas mejoras hechas por todos los empleados bajo tres componentes: percepción de los problemas, desarrollo de ideas y toma de decisiones.
- Grupos autónomos de producción (GAP): Los encargados de implantar las técnicas lean son grupos de personas que trabajan en un área determinada de la empresa. Una vez implantadas, estos grupos deben mantener el sistema y la mejora continua de resultados.

Sistemas de sugerencias

Estos sistemas son los encargados de canalizar todas las sugerencias de los empleados. Estas sugerencias pueden ser modificaciones, simplificaciones o mejoras de los métodos de trabajo y deben incluir la situación previa y la mejora propuesta de manera clara y concreta. Las sugerencias deben enfocarse hacia los siguientes temas:

- Mejora de localidad y de los procesos productivos y administrativos.
- Ergonomía y seguridad de los puestos de trabajo.
- Reutilización y aprovechamiento de materiales.
- Eliminación de cualquier tipo de despilfarro.
- Ahorros de energía, horas de uso de las máquinas, gastos generales.

2.3.9 Heijunka

Esta técnica sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un breve período. Sólo será necesaria su aplicación cuando dispongamos de una gran variación de tipos de producto. Heijunka requiere un gran conocimiento de la demanda de los clientes y los efectos en la producción que esta supone y a su vez, una estricta atención a los procesos de estandarización y estabilización.

Los pedidos de los clientes pueden parecer constantes si se analizan en un gran periodo de tiempo, pero si se analizan en un rango de tiempo pequeño, son impredecibles. En el primer caso las variaciones se deben al propio proceso mientras que en el segundo caso

el tamaño unitario del lote (*one piece flow*) es el que hace que la empresa tenga que ajustarse de manera inmediata a la demanda y a todas las variaciones que supone.

Para la aplicación de Heijunka, existen una serie de herramientas que permiten obtener un sistema avanzado de producción con flujo constante, ritmo determinado y trabajo estandarizado:

- Usar células de trabajo.
- Flujo continuo pieza a pieza.
- Producir respecto al Takt time (tiempo de ritmo).
- Nivelar el mix y el volumen de producción.

2.3.10 Kanban

Kanban se basa en un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado normalmente en tarjetas. El sistema consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente lo que se ha retirado. Así se consigue sincronizar todo el flujo de materiales. Las tarjetas se adjuntan a contenedores o envases de los productos, de forma que cada uno tendrá su tarjeta.

Estas tarjetas se convierten en el mecanismo de comunicación entre las distintas unidades de trabajo. Para asegurar el correcto funcionamiento del sistema se establecen una serie de normas:

1. Se prohíbe retirar piezas sin la utilización de Kanban.
2. Se prohíbe retirar un número mayor de piezas que el número indicado en el Kanban.
3. Se prohíbe producir cantidades superiores a lo establecido en las tarjetas Kanban.
4. Un Kanban debe adherirse a un objeto físico o contenedor.
5. El proceso precedente debe fabricar en las cantidades recogidas por el proceso siguiente.
6. Los productos defectuosos no deben pasar al proceso siguiente.
7. El número de Kanban debe minimizarse.

Existen dos tipos de *Kanban*:

1. *Kanban* de producción, que se muestra en la *Figura 9*, indica qué y cuánto se debe fabricar para el proceso posterior.

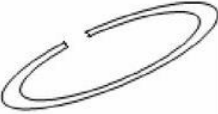
 Apariencia	Parte Nº	17643 - 22631 - 12		Proceso
	Nombre del Producto	Anillo de Pistón		Maquinado MC - 12
	Tipo de Contenedor	S 10C	Nº Emisión	
	Capacidad del Contenedor	200	2 / 5	

Figura 9. Kanban de producción.

2. Kanban de transporte, que se muestra en la Figura 10, indica qué y cuánto material se retirará del proceso anterior.

Kanban de transporte			De:
Código:			
Descripción:			
Automóvil:			A:
Cap. Caja	Tipo Caja	Kanban Nº	

Figura 10. Kanban de transporte. Fuente: Ingeniería de calidad

3. Lean Healthcare. Problemas de planificación en gestión hospitalaria.

3.1 Lean Healthcare.

La aplicación del lean manufacturing en la gestión hospitalaria, más conocido como *Lean Healthcare*, es relativamente nueva. Una de las primeras aplicaciones fue en el año 2001. Fue llevada a cabo por el Doctor Gary Kaplan, director del Virginia Mason Hospital en EEUU, quien pensó que adaptar los principios y las herramientas Lean al sector sanitario podría hacer su hospital mucho más eficiente.

En la actualidad, existen numerosos ejemplos de aplicación del modelo Lean en el sector sanitario que se ha extendido por organizaciones sanitarias de Estados Unidos Canadá y Europa. El sistema se ha utilizado en los últimos años en hospitales y otros centros sanitarios consiguiendo resultados positivos y la satisfacción de pacientes y trabajadores. Algunas de las áreas donde más se ha aplicado este método son urgencias, quirófanos, laboratorios, almacenes o servicios de diagnóstico por imagen. Así mismo se han aplicado en áreas de apoyo como cocina, mantenimiento o limpieza. Todo esto permite conseguir el correcto funcionamiento global de un hospital.

En España incluso se han realizado colaboraciones entre hospitales públicos y empresas privadas con una larga experiencia en Lean. En el año 2017 comenzó un proyecto entre la compañía aeronáutica Airbus y el Hospital de Getafe. Se aplicaron mejoras en el área quirúrgica logrando una mejor sistematización y eliminando tiempos muertos. Estas mejoras han supuesto una reducción del 13,8% en la suspensión de operaciones, una reducción del 4,8% en las prolongaciones quirúrgicas y un aumento del 2,5 % en la ocupación de los quirófanos respecto al mismo período del año anterior. RUIZ, E. (2018). EL HOSPITAL DE GETAFE MEJORA EL RENDIMIENTO QUIRÚRGICO EN COLABORACIÓN CON AIRBUS. EUROPA PRESS.

Desde ese momento las técnicas Lean se han ido implementando en numerosos hospitales de todo el mundo con el objetivo de mejorar la calidad de la atención dada a los pacientes, optimizando los recursos, a veces escasos, de los que disponen las instituciones sanitarias. El método Lean busca mejorar los aspectos que importan a los pacientes y a los trabajadores del hospital y que se interponen en el correcto funcionamiento del mismo.

3.2 Problemas en la gestión hospitalaria.

En la gestión de cualquier hospital, se presentan una serie de desperdicios que hacen necesario el uso de diferentes métodos de gestión como es el *Lean Healthcare*.

Estos desperdicios se clasifican en tres categorías, que relacionan las personas en la generación de los mismos y las razones por los que se producen. Este enfoque ayuda a organizar los desperdicios para facilitar su corrección.

Se puede considerar como desperdicios los servicios y procesos que son perjudiciales o no producen beneficios y los costes que se pueden evitar con alternativas más económicas que producen los mismos beneficios.

Las actividades que provocan despilfarros involucran a diferentes elementos del sistema sanitario y pueden ocurrir por diversas razones. Utilizando estas dos dimensiones, encontramos tres categorías de residuos. Los elementos involucrados se dividen en cuatro categorías: pacientes, personal clínico, gerentes y el sistema regulador. Estos elementos tienen diferentes objetivos, que deben ser puestos en común por el sistema organizativo para alcanzar los objetivos propuestos.

Hay cuatro razones que explican por qué los elementos de manera individual pueden contribuir a provocar despilfarros:

1. Falta de conocimiento en diferentes ámbitos o hábitos erróneos.
2. Mala organización del sistema y una débil coordinación.
3. Una mala coordinación de los incentivos económicos puede provocar que los trabajadores generen despilfarros incluso haciendo las cosas bien.
4. Puede haber despilfarros generados intencionadamente con el fin de beneficiar sus propios intereses.

Para desarrollar una correcta aplicación del método *Lean Healthcare*, es necesario identificar todas las actividades que producen despilfarros dentro de toda la estructura que compone el sector sanitario.

En la *Figura 11* podemos ver las tres categorías de despilfarros que han mencionado anteriormente y que se explican con más detalle a continuación.

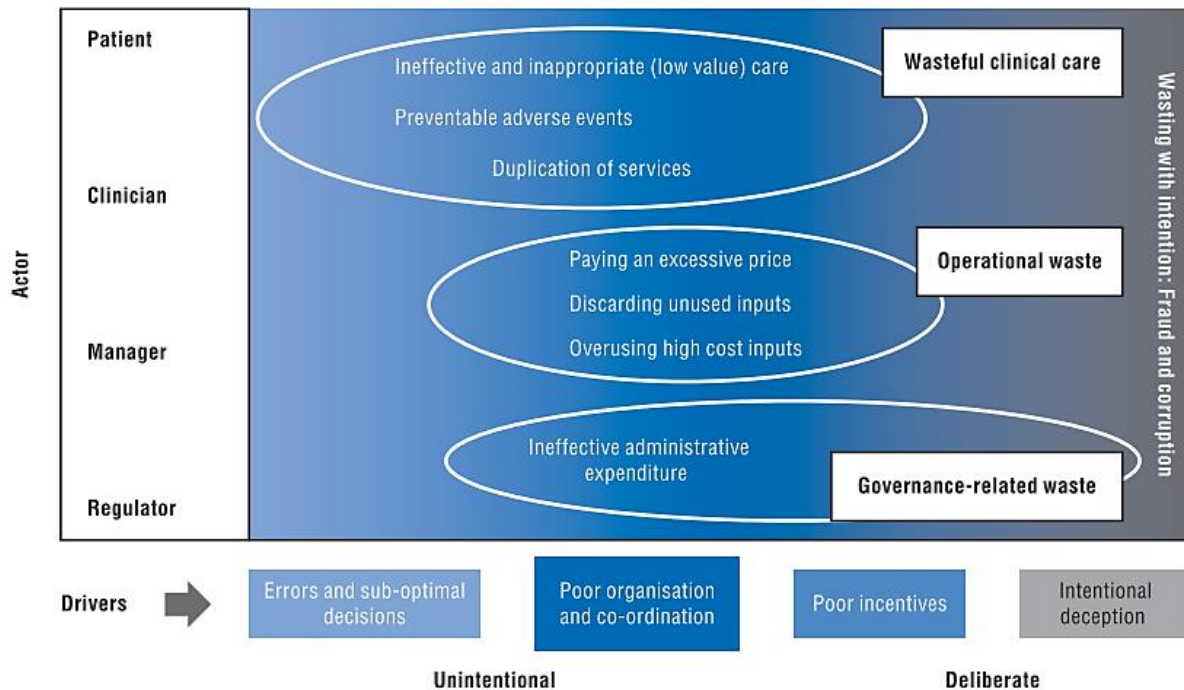


Figura 11. Principales categorías que generan despilfarro. Fuente: Tackling Wasteful Spending on Health (OECD)

1. Los despilfarros en la atención clínica se centran en las situaciones en las que los pacientes no reciben la atención adecuada. Esto se puede deber a situaciones previsibles derivadas de una mala gestión, a una mala atención clínica y a la duplicación innecesaria de servicios.
2. El despilfarro operacional se produce cuando la atención se puede realizar utilizando menos recursos y obteniendo los mismos beneficios. Este tipo de desperdicios involucra principalmente a los gestores y son síntoma de una mala organización.
3. Los despilfarros por parte de la administración se refieren al uso de recursos que no están directamente relacionados con la atención al paciente, bien porque están destinados a apoyar la gestión del sistema sanitario o porque son destinados a usos que no aportan valor al paciente.

En cuanto a los drivers se encuentran los siguientes:

1. Dentro de los errores inintencionados se encuentran las decisiones tomadas de manera incorrecta y los fallos de organización y coordinación.
2. En los errores deliberados se encuentran la falta de incentivos y posibles errores intencionados.

3.2.1 Los 7 despilfarros

Las actividades que no aportan valor al paciente y que suponen una pérdida de tiempo para los profesionales, se consideran despilfarros. Dentro del Lean Healthcare se clasifican estos despilfarros en 7 grupos.

Tiempos de espera

Las esperas son importantes en cualquier ámbito, pero especialmente en el caso de la sanidad es uno de los defectos más considerables ya sea para la asignación de una habitación, para ser atendido o para obtener suministros. Suelen ser causadas por falta de material o de información. Reducir los tiempos de espera es un objetivo fundamental para cualquier entidad sanitaria.

Sobreprocesamiento

Dentro del sobreprocesamiento, podemos considerar aquellas actividades en las que se invierten más recursos de los necesarios. Se produce debido a la repetición innecesaria de actividades o a los cambios de localización de materiales que normalmente son poco relevantes e implican una pérdida de tiempo. El sobreprocesamiento normalmente es provocado por una baja capacitación de los profesionales, una mala organización del puesto de trabajo o un método de trabajo inadecuado.

Inventario

Los inventarios son provocados por etapas de proceso que no se ajustan a la demanda o por un cálculo de almacenes poco eficiente. Tanto el espacio que ocupan los inventarios como su valor económico que no está siendo aprovechado, son recursos que podrían estar siendo utilizados para otros procesos en los que generasen valor añadido. Es otro de los procesos donde se producen más despilfarros, por exceso de material o medicación, listas de espera o pedidos en que se retrasan.

Transporte

Los transportes excesivos de medicación o suministros para el abastecimiento de los almacenes de enfermería y el transporte de muestras o pacientes, son actividades que consumen tiempo y no aportan valor añadido. Estos transportes suelen ser el reflejo de una mala organización del sistema.

Desplazamientos

Todos los desplazamientos realizados por el personal sanitario que no aportan un valor añadido son considerados despilfarros. El exceso de desplazamientos afecta especialmente a médicos y enfermeros para la búsqueda de medicamentos, historias clínicas o para la atención de pacientes ubicados en sitios muy distantes. Gran parte de estos desplazamientos están causados por una mala gestión de la información y por una distribución poco eficaz de los espacios.

Sobreproducción

La sobreproducción se ocasiona cuando se produce un producto o servicio que no ha sido demandado por el cliente, o se ha producido en un momento en el que no se requería. A menudo se produce en exceso para cubrir carencias de variabilidad y fiabilidad de los procesos. En el ámbito sanitario es ocasionada por la excesiva preparación de reactivos y medicación sin que exista una necesidad real. Este es el principal despilfarro que hay que eliminar puesto puede desencadenar otros problemas como los que hemos visto anteriormente al provocar la existencia de inventarios, esperas innecesarias y movimientos.

Errores

Causados por errores en cualquiera de las prácticas que se llevan a cabo en un hospital como una mala identificación de muestras, extracciones innecesarias para un mismo análisis, etc.

También puede considerarse un despilfarro cuando un trabajador está sobre-cualificado para la actividad que realiza, o al contrario cuando por falta de formación realiza un trabajo para el que no está cualificado.



Figura 12. Los 7 despilfarros de la gestión hospitalaria. Fuente: Lean Healthcare (Comtec)

3.3 Beneficios de la aplicación de Lean Healthcare.

Con este método se pueden conseguir beneficios en gran parte de los aspectos organizativos que encontramos en un hospital como puede ser: la gestión de los quirófanos, mejorando los tiempos de limpieza, preparación y adecuación entre intervenciones; la gestión de stocks e inventarios de medicamentos con la implantación de aprovisionamientos cíclicos; la administración de los sistemas administrativos, liberando al equipo médico y permitiendo que se centren en actividades que crean valor para el paciente.

Con la implantación del método lean se pueden destacar beneficios en los siguientes aspectos:

1. Aumenta la calidad y la seguridad para pacientes y profesionales, reduciendo accidentes, fallos y errores.
2. Mejora en el servicio permitiendo que los procesos sean más eficientes.
3. Ser más ágiles a la hora de adaptarse a los constantes cambios que se pueden producir.
4. Organización del tiempo que permite reducir esperas y optimizar las estancias de los pacientes sin afectar a la atención recibida.
5. Mejora constante, mediante un entorno de trabajo estable con procedimientos claros y estandarizados.
6. Implicar a los profesionales sanitarios en la resolución de problemas de forma eficiente y proactiva
7. Mejora de la moral personal, para David Fillingham, director ejecutivo del Bolton NHS Trust, "Lo que hace a Lean tan poderoso es que capta el entusiasmo del personal de primera línea".

A medio plazo se consigue liberar capacidad y por lo tanto permite dar más servicios y más valor utilizando los mismos recursos.

3.4 Dificultades en la aplicación de Lean Healthcare.

A la hora de implementar el Lean Healthcare se pueden dar ciertos desafíos a los que se debe hacer frente para asegurar el correcto funcionamiento del sistema:

1. Dar a conocer a los trabajadores el sistema Lean y los beneficios de su aplicación.
2. Evitar precipitarse al tomar decisiones. Se debe dejar un tiempo prudente para el aprendizaje de la metodología.
3. Es necesario un liderazgo claro que garantice una correcta aplicación y mantenimiento del Lean Healthcare.

- Para concienciar a la gente de la necesidad de adaptarse a este enfoque es importante mostrar los despilfarros que se quieren corregir.

4. Aplicación de Lean Manufacturing en gestión hospitalaria

4.1 Virginia Mason Medical Center.

Virginia Mason Medical Center es un hospital de Seattle (EE.UU) que cuenta con más de 5000 trabajadores y alrededor de 340 camas. En 2002, como consecuencia de la crisis económica, la dirección del hospital decidió hacer un cambio radical en la organización. Basándose en el Sistema de Producción de Toyota (TPS) y partiendo de la idea de que la gestión hospitalaria es similar a la industria automovilística japonesa (en cuanto a calidad, seguridad, satisfacción de clientes y trabajadores y rentabilidad), el Virginia Mason Medical Center creó su propio *Virginia Mason Production System* (VMPS) que podemos ver en la *Figura 13*.

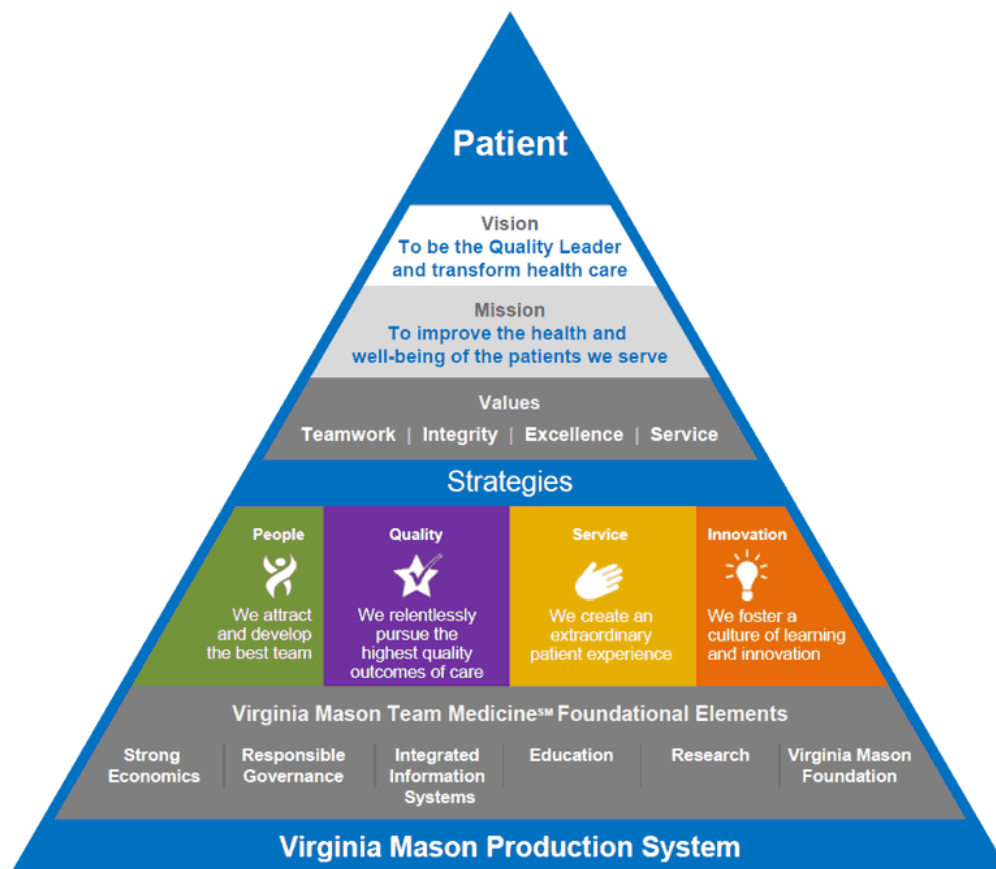


Figura 13. Virginia Mason Production System (VMPS). Fuente: Virginia Mason Medical Center

El VMPS se puede representar como la casa del TPS, donde en la parte superior se situaría el paciente, soportado por diferentes pilares como los trabajadores, la calidad, el servicio y la innovación. Este sistema se centra en el paciente, cuya satisfacción es considerada el objetivo principal de la organización y todo el proyecto está diseñado alrededor de las necesidades del paciente.

Un ejemplo de la aplicación del concepto TPS en el Virginia Mason Medical Center fue la introducción de la *parada del principio de línea* bajo el nombre de *Sistema de Alerta de Seguridad del Paciente*. De acuerdo con esto, todos los trabajadores tienen el deber y el derecho de interrumpir la producción si se detecta o incluso se sospecha algún error. En este hospital, el sistema de alerta se ha convertido en parte de su cultura; en 2002 se notificaban 3 errores al mes, este dato se incrementó hasta los 17 errores notificados al mes en 2004. La persona que detecta un error es la encargada de ponerse en contacto con el departamento de seguridad del paciente para que el problema sea analizado inmediatamente. Gracias a este sistema se produjo un descenso del 74% en las reclamaciones de responsabilidad desde el año 2005 al 2015.

A través de la filosofía lean, el Virginia Mason Medical Center ha incrementado su productividad, reduciendo costes en más de 3 millones de dólares, consiguiendo un ahorro de 6 millones de dólares y evitando la construcción de nuevos quirófanos que gracias a la aplicación del lean management eran innecesarios. El principio de mejora continua de los procesos derivó en la eliminación de desperdicios, requiriendo menos trabajadores y menos repetición de procesos lo que consiguió mejorar de manera considerable la calidad de los servicios ofrecidos.

4.2 ThedaCare

Thedacare es un complejo médico situado en Wisconsin (EE.UU). Está compuesto por 4 hospitales, una residencia de mayores, más de 20 clínicas y diferentes centros especializados en el tratamiento de enfermedades mentales y adicciones. La implementación de la metodología Lean en este complejo empezó en el año 2004, cuando aplicaron esta metodología en la interacción con pacientes y en la organización interna. Se analizaron algunas operaciones como la programación de citas o el tiempo que se tardaba en recibir un diagnóstico que, si se realizan de una manera eficiente, son percibidas por el paciente como indicadores de calidad. El objetivo de este análisis fue identificar las actividades a las que los pacientes dan más importancia.

También se estudiaron los posibles escenarios negativos que pueden afectar a la satisfacción de los pacientes. Estos escenarios son, por ejemplo, el tiempo necesario para que se efectúe una autorización para someterse a un tratamiento clínico, los tiempos de espera de los procedimientos administrativos y la repetición de pruebas o exámenes clínicos antes de realizar un tratamiento.

En esta fase se centraron en las actividades críticas y mediante los mapas de flujo de valor se identificaron y eliminaron las actividades que generaban desperdicios para mejorar rápidamente los procesos.

Gracias a la implementación de la metodología lean, ThedaCare fue capaz de incrementar la productividad de los diferentes departamentos en más de un 30%, consiguiendo un aumento de un 24% en el beneficio bruto y un descenso del 44% en los tiempos de procesamiento.

4.3 Denver Health's Eastside Clinic

La clínica Eastside situada en Denver (EE.UU) es un centro médico especializado en cuidados prenatales y pediátricos. En un análisis de los principales problemas organizativos de este centro, observaron que un gran porcentaje de las madres faltaban a las revisiones postparto debido a las dificultades de transporte y a los largos tiempos de espera de las citas.

La atención se centró principalmente en identificar que mejoras se podían implementar para mejorar el cuidado preventivo de las madres y la atención postparto. Esta iniciativa surgió en 2015 incluyendo una serie de mejoras a corto plazo. Para empezar, se decidió vincular las revisiones postparto de las madres con las revisiones de los recién nacidos, así sería más probable que las madres asistieran a estas revisiones. Para conseguirlo, fue necesario coordinar los esfuerzos y horarios de las clínicas para mujeres y pediátricas, centrándose especialmente en el tiempo dedicado por las madres durante todo el proceso y asignando personal para el seguimiento del servicio, de modo que si un médico estaba ocupado se diera la posibilidad de esperar o ser atendido por otro médico.

Se realizó un estudio de la trayectoria de los pacientes desde que entraban al centro médico. Se vio que una espera de más de 15 minutos para ser atendido por un médico reducía considerablemente la satisfacción de los pacientes independientemente de la atención recibida después.

Además de esto, las consultas fueron equipadas adecuadamente y la logística fue mapeada con el fin de evitar movimientos excesivos y transferencia de pacientes entre diferentes consultas. Las técnicas lean aseguraban que los problemas más importantes fueran inspeccionados desde todas las perspectivas, especialmente lo que repercutía en los pacientes, por ejemplo, los pacientes percibían que tenían que gastar la mitad de su día para una visita de 20 minutos con el médico.

Los resultados después de la aplicación de la metodología lean mostraron que un aumento del 35% en las visitas postparto de las madres. En cuanto a los médicos, más de un 80% fueron calificados por los pacientes con un 9 o un 10 en una escala de 1-10. Los estudios mensuales mostraron que entre el 80% y el 94% de los pacientes

pediátricos fueron atendidos con una espera de menos de 15 minutos desde su entrada en el centro médico, comparado con el 35% anterior. Desde 2015, la clínica Eastside ha involucrado a más de 2000 trabajadores en las mejoras lean.

4.4 Ospedale Galliera di Genova

El Hospital Galliera situado en Genova (Italia) implementó en 2007 un proyecto a largo plazo para implementar el concepto de lean. El proyecto denominado G.E.N.O.V.A. (*Galliera Empowerment by New Organization and Value Analysis*) se centró en rediseñar la vía de atención a los pacientes.

El equipo de este proyecto Lean estaba compuesto por 20 miembros de diferentes departamentos, incluyendo enfermeros, médicos y administrativos de diferentes áreas dentro del hospital. Este equipo fue el encargado de elaborar el mapa de valor de los diferentes procesos divididos por enfermedades. Con el fin de garantizar la correcta implementación del método lean se impartieron diferentes programas educativos a dos tercios de la plantilla del hospital durante los cinco años que duró el análisis. Uno de los objetivos del proyecto era la mejora de los quirófanos, mediante la creación de nuevas salas de recuperación y la introducción de una nueva distribución de los pacientes. Otra de las mejoras implantadas, fue la introducción de elementos de control visual en la unidad de cuidados intensivos mediante una tabla para monitorizar el estado, el tratamiento y la evolución de los pacientes ingresados. En esta tabla, para cada uno de los pacientes, se mostraba el tratamiento planeado y el que finalmente se había aplicado. También se indicaba los días que lleva el paciente ingresado, así como las incidencias importantes o la información más relevante.

Al finalizar el año 2009, gracias a la implementación de las técnicas lean, el hospital había incrementado en un 47% las actividades diarias, el trabajo extra para los enfermeros se había reducido en un 70%, el espacio ocupado por los quirófanos se redujo en un 40%, más de 150 empleados fueron formados en la metodología lean y la productividad se incrementó en un 19%. Todo esto permitió al hospital registrar un ahorro de 3,5 millones de euros desde 2007.

4.5 Implantación de 5S en un centro médico en Senegal.

El objetivo de este proyecto es evaluar cómo la metodología 5S puede producir cambios en el espacio de trabajo y en los procesos y los resultados del entorno sanitario. También se pretende comprobar como esta técnica puede ser aplicada en un entorno donde los recursos económicos son escasos.

En este estudio se entrevistó a 21 trabajadores del centro médico 1 año después de

implantar el proyecto piloto y se les preguntó acerca de su percepción de los cambios introducidos por el programa 5S, su rutina diaria y los servicios prestados.

El centro médico donde se realizó este estudio se encuentra en la región de Tambacounda, a 462 km de Dakar, la capital de Senegal. La elección de este centro se produjo por la gran variedad de servicios que se prestaban y que por lo tanto permitían ver la aplicación de 5S en distintos ámbitos. En el momento del estudio, el centro contaba con 78 trabajadores y entre los servicios prestados se incluían consultas ambulatorias, maternidad, odontología, pediatría, laboratorios, servicios sociales, educación sanitaria, programas de nutrición, farmacia, salas de hospitalización y oficinas administrativas. El centro de salud está situado en una zona afectada por la pobreza que se caracteriza por tener servicios e indicadores sanitarios más bajos que otras zonas de Senegal. Para ver un ejemplo de estas características; el porcentaje que recibe atención prenatal de un médico especializado es de un 79% en Tambacounda, mientras que el promedio del país es de un 93%.

La implementación del método de gestión 5S fue llevada a cabo bajo la supervisión de la Agencia de Cooperación Internacional Japonesa (JICA) y contaba de tres fases en las que se planificaba el proyecto y se formaba a los trabajadores, se aplicaba en las diferentes unidades del centro médico y por último se realizaba el seguimiento de los resultados. El objetivo final era normalizar las actividades desarrolladas durante 4stas tres fases e integrarlas en el proceso administrativo del sistema de salud que sería dirigido por funcionarios a nivel regional y nacional.

Los participantes en este proyecto mencionaron que el método 5S facilitaba la identificación de elementos y, por lo tanto, reducía las pérdidas de tiempo. Con esta mejor se logró aumentar la eficiencia mediante la mejora del orden de los elementos en el entorno de trabajo. Los trabajadores también destacaron la mejora en la capacidad del personal para moverse rápidamente por el centro médico. Esta mejora se atribuyó principalmente a la reducción de elementos no deseados que anteriormente habían impedido que los funcionarios circularan sin tropiezos.

Una vez finalizado el estudio, vieron como el proyecto 5S mejoró la calidad de los servicios centrándose principalmente en tres dimensiones: eficiencia, atención al paciente y seguridad. Estas mejoras se deben a los cambios realizados en el entorno de trabajo, incluyendo menos artículos no deseados, mejor orden de los artículos y mejor etiquetado e indicadores direccionales de las unidades de servicio. También se identificó una mejora en la actitud y comportamiento del personal del centro médico. En particular, los trabajadores indicaron una mayor disposición a trabajar para mejorar el entorno laboral y un aumento de la motivación producido por los cambios llevados a cabo con la metodología 5S.

4.6. Lean Healthcare en la lucha contra el COVID-19.

Los sistemas sanitarios alrededor de todo el mundo se han visto en una situación límite a causa del Covid-19. Tanto trabajadores como gerentes han tenido que realizar grandes esfuerzos y cambiar su metodología de trabajo para adaptarla a esta nueva situación.

La sobrecarga de pacientes ha provocado que se colapsen los servicios de emergencias y se tengan que improvisar nuevas plantas de UCI para conseguir atender a todos los pacientes. Son muchos los hospitales que han decidido aplicar la metodología lean para adaptarse a esta situación.

4.6.1 Diseño del flujo del paciente.

Se han realizado proyectos destinados a evaluar la demanda y el ritmo del flujo de pacientes y poder optimizarlo. Para ello se han desarrollado varias actividades:

1. Mapear visualmente los procesos y flujos de pacientes para comprender el funcionamiento del sistema y poder mejorarlo.
2. Separar los flujos de paciente y garantizar que aquellos que estén críticos tengan acceso a recursos especializados para que no se interpongan otros pacientes. Para ello se separa a los que tienen síntomas respiratorios de los que no. Al minimizar los grupos de pacientes, se reduce la complejidad del sistema. Cada uno de los flujos tendrá un plan especializado.
3. Fomentar el *pull* con el propósito de que los pacientes lleguen a recibir la atención que necesitan lo más rápido posible. Se debe intentar mantener una cierta capacidad aguas abajo para el flujo de salida.
4. Asignar profesionales calificados para tomar decisiones clave como puede ser el triaje.

4.6.1.1 Ejemplo 1. Argentina

En un hospital de la ciudad argentina de Córdoba, se ha adaptado el centro de rehabilitación cardíaca para tratar enfermos de Covid-19 y poder separar así el flujo de pacientes con Coronavirus del de pacientes con otras afecciones. En este nuevo espacio, situado en un edificio separado, se ha mapeado el flujo de pacientes, sanitarios, materiales e información, como podemos ver en la *Figura 14* para reducir la exposición al virus. Se ha previsto también que cuando aumente la cantidad de infecciones y aumenten los casos graves se puedan trasladar al hospital. Una vez allí se separarían y aislarían diferentes áreas en tres etapas diferentes para disminuir lo máximo posible los riesgos de propagación.

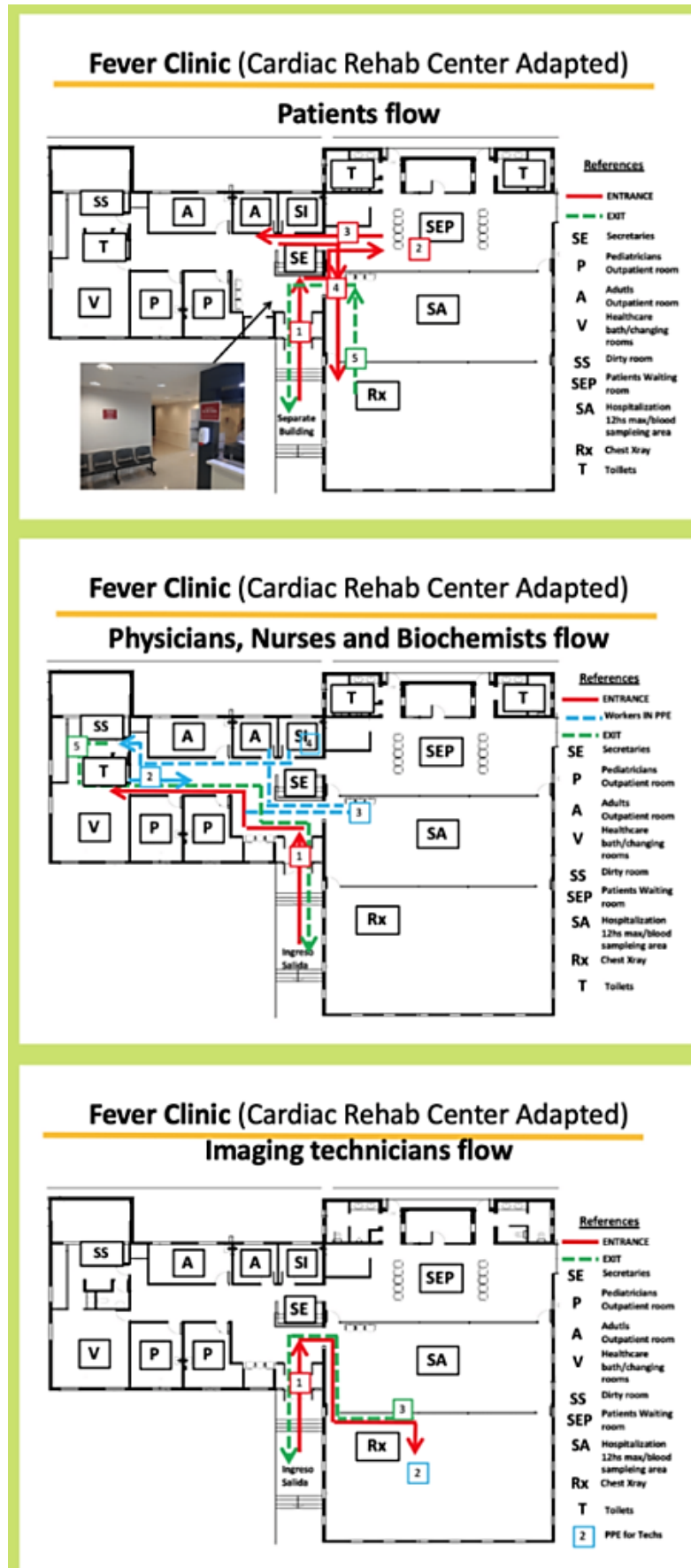


Figura 14. Flujo de pacientes y sanitarios. Fuente: Lean Institute.

4.6.1.2 Ejemplo 2. EE.UU.

Otro ejemplo de la variación del flujo de pacientes lo podemos ver en un centro de salud en Massachusetts (EE.UU) donde se han reorganizado los flujos de trabajo en diferentes lugares, como se muestra en la *Figura 15*, para reducir el riesgo de contagio de los sanitarios y los pacientes.

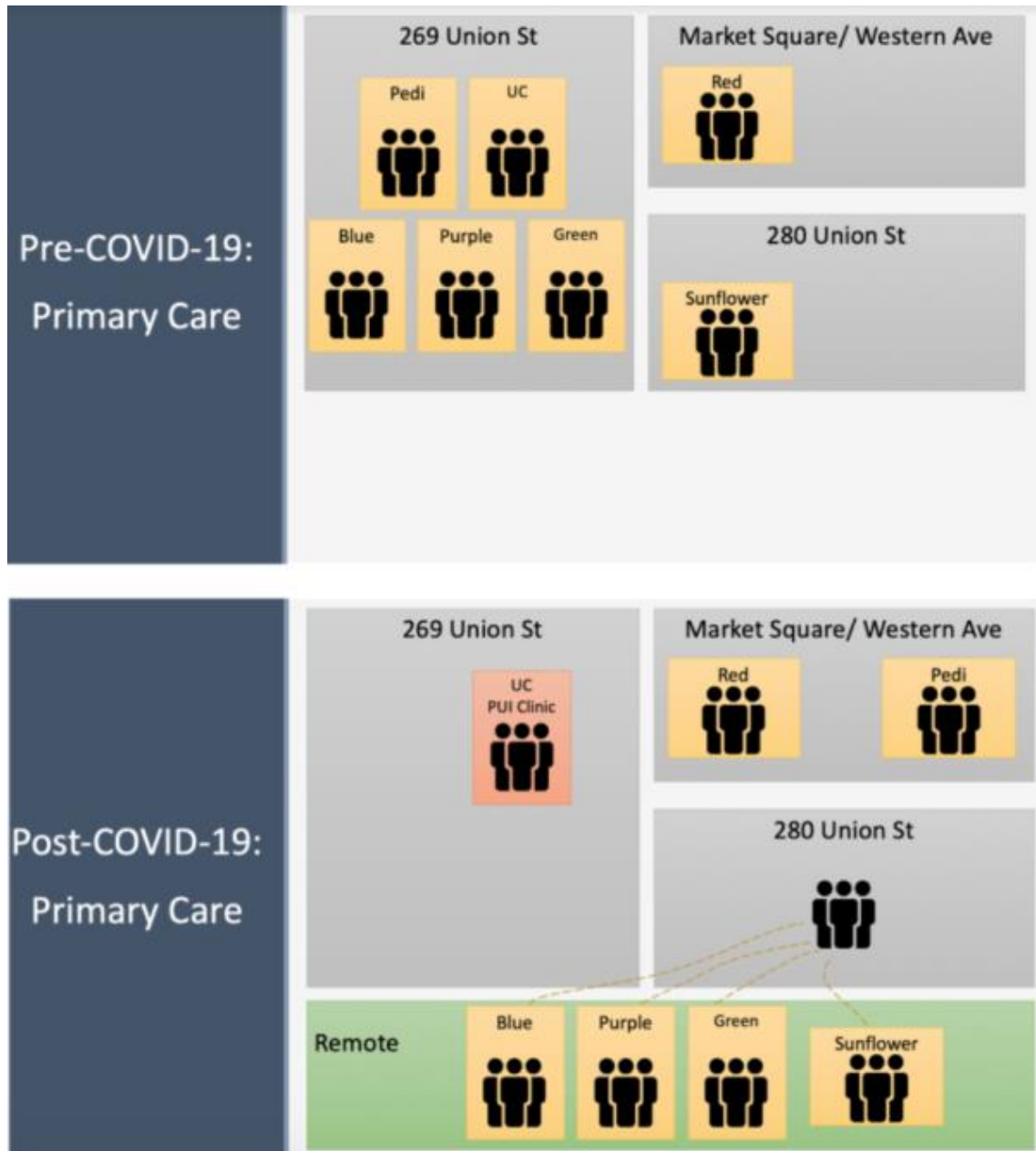


Figura 15. Reorganización del flujo de trabajo. Fuente: Lean Institute.

4.6.2 Gestión visual.

Otro aspecto importante para garantizar el correcto funcionamiento de los centros sanitarios en un momento tan exigente es la gestión visual. Para ello es recomendable seguir ciertas recomendaciones:

1. Dar instrucciones de trabajo que sean visualmente claras para que todo el personal sepa los pasos a seguir durante todo el proceso.
2. Colocar elementos visuales en las camas de los pacientes ingresados para minimizar el tiempo necesario para obtener la información necesaria.
3. Utilizar diferentes códigos de color para poder diferenciar las distintas rutas, áreas o clasificaciones que se usan como estándares según las distintas situaciones.
4. Utilizar visuales simples para capacitar rápidamente a los sanitarios.

4.6.2.1 Ejemplo1. Australia

Un ejemplo claro de la gestión visual lo podemos ver en un hospital de Australia donde se han colocado en los puntos más críticos pizarras para aumentar la transparencia de la planificación. Esto permite ver de manera inmediata los sucesos más importantes y el trabajo que está realizando el equipo. Además, todos los flujos de pacientes son mapeados y señalizados. Tanto el mapeado como los indicadores visuales son actualizados constantemente para asegurar la correcta atención de los pacientes. Otros equipos están dedicados especialmente a revisar todo el proceso y ver que pueden mejorar. Los dispositivos visuales han conseguido hacer más eficaz la conexión entre los trabajadores de primera línea y la administración.

4.6.2.2 Ejemplo 2. Inglaterra

En los centros sanitarios ingleses se han distribuido paneles informativos como el que se puede ver en la *Figura 16* sobre la correcta colocación del Equipo de Protección Integral (EPI) para informar a los sanitarios.

This is undertaken outside the patient's room.

Pre-donning instructions

- ensure healthcare worker hydrated
- tie hair back
- remove jewellery
- check PPE in the correct size is available

Perform hand hygiene before putting on PPE

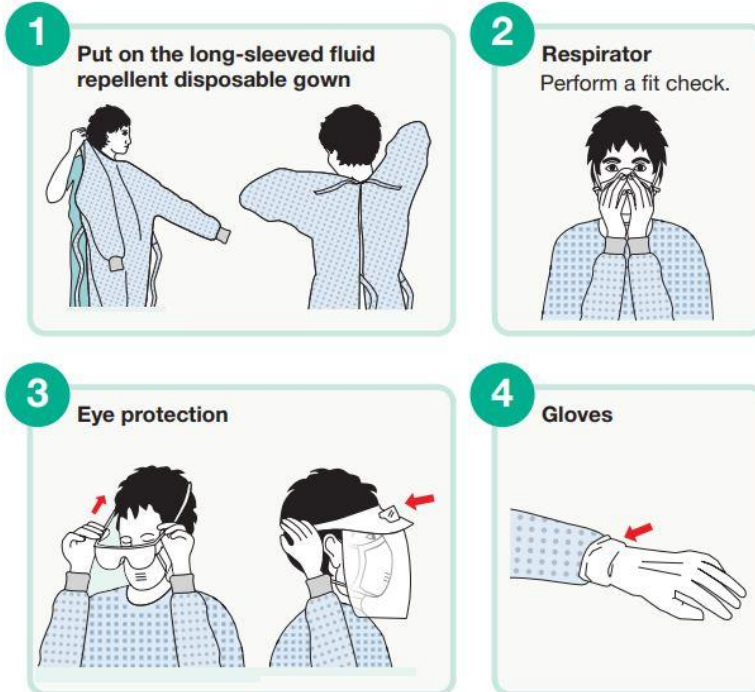


Figura 16. Instrucciones sobre la correcta colocación del EPI. Fuente: Public Health England

4.6.3 Trabajo estándar para garantizar la seguridad, calidad y eficiencia.

1. Crear estándares de trabajo y capacitar al personal para utilizar esos estándares para garantizar la seguridad y el buen desarrollo de las operaciones.
2. Observar el trabajo realizado y asegurar el cumplimiento de las normas y estándares establecidos.
3. Organizar a los trabajadores, desde personal administrativo a sanitarios, en pequeños grupos para asegurar un correcto flujo de información.
4. Limitar el movimiento del personal mediante la organización del espacio en áreas dedicadas exclusivamente para los diferentes equipos.
5. Capacitar a los líderes para identificar las necesidades y acciones prioritarias. Es recomendable crear un centro de mando para facilitar el flujo de información. Los equipos deben reunirse frecuentemente mejorar los estándares propuestos.

4.6.3.1 Ejemplo 1. España

Las etiquetas de colores que se muestran en la *Figura 18* se han utilizado en un hospital de Barcelona para indicar las diferentes áreas en las que trabaja el personal sanitario. Cuando un trabajador da positivo en Covid-19 y tiene que dejar de ir a trabajar se coloca su etiqueta en las carpetas que se muestran en la imagen. Esto permite a los demás trabajadores ver rápidamente quien necesita ser reemplazado.



Figura 18. Etiquetas identificadoras para los sanitarios. Fuente: Planet Lean.

4.6.3.2 Ejemplo 1. Estados Unidos.

En Estados Unidos y posteriormente en numerosas organizaciones sanitarias alrededor del mundo, se ha separado a los directores y gerentes de los centros sanitarios en equipos paralelos. Esto hace que se reduzca la posibilidad de contagio entre el personal administrativo preservando así la capacidad operativa.

4.6.3.3 Ejemplo 2. Argentina.

En el Hospital de Córdoba (Argentina) ha desarrollado un conjunto de directrices respecto al Covid-19 que son accesibles mediante un código URL al que los trabajadores pueden acceder de forma sencilla desde su teléfono móvil. En estas directrices se incluyen definiciones, protocolos, diagramas de flujo y estándares de procesos. Lo más destacado es que este código es dinámico, es decir, se actualiza constantemente a medida que se dispone de nueva información.

4.6.3.4 Ejemplo 3. Brazil.

En el hospital de Sao Paulo se ha organizado el material necesario para intubar a los pacientes en kits estándar como el que podemos ver en la *Figura 19* que permiten realizar este procedimiento de la forma más rápida y segura posible.



Figura 19. Kit de intubación. Fuente: Planet Lean

4.6.4 Participación en ciclos cortos y estructurados de comunicación.

Para mejorar la comunicación entre los trabajadores se pueden aplicar las siguientes medidas:

1. Implementar un sistema diario de gestión para programar reuniones periódicas, de corta duración, para preparar a los trabajadores para la situación específica de un turno o día.
2. Establecer elementos visuales que permitan tomar decisiones y anticiparse a las dificultades que variarán diariamente.
3. Animar a la gente a comunicar los problemas, dificultades y oportunidades que permitan mejorar el ambiente de trabajo.
4. Trabajar de manera colaborativa para mejorar la comunicación.

4.6.4.1 Ejemplo 1. Australia.

El *Daily Management System* (Sistema de Gestión Diaria) ha sido usado en los hospitales de Australia para garantizar que el personal de primera línea participe en la toma diaria de decisiones. De esta manera se ha aumentado la colaboración entre trabajadores con el fin de mejorar continuamente. El equipo se divide ahora en dos grupos, uno al principio del turno encargado de garantizar la seguridad y otro que cierra el ciclo de información y trata de encontrar solución a las necesidades del equipo. Estos equipos tuvieron que rediseñar la organización para mantener al personal seguro y cumplir con los requisitos de distanciamiento social.

4.6.4.2 Ejemplo 2. España.

En Barcelona se ha implementado en panel administrativo un sistema de colores que podemos ver en la *Figura 20* que permite identificar rápidamente las tareas a las que se han dedicado las diferentes áreas durante la emergencia del Covid-19. Este panel es actualizado cada vez que se produce algún cambio.

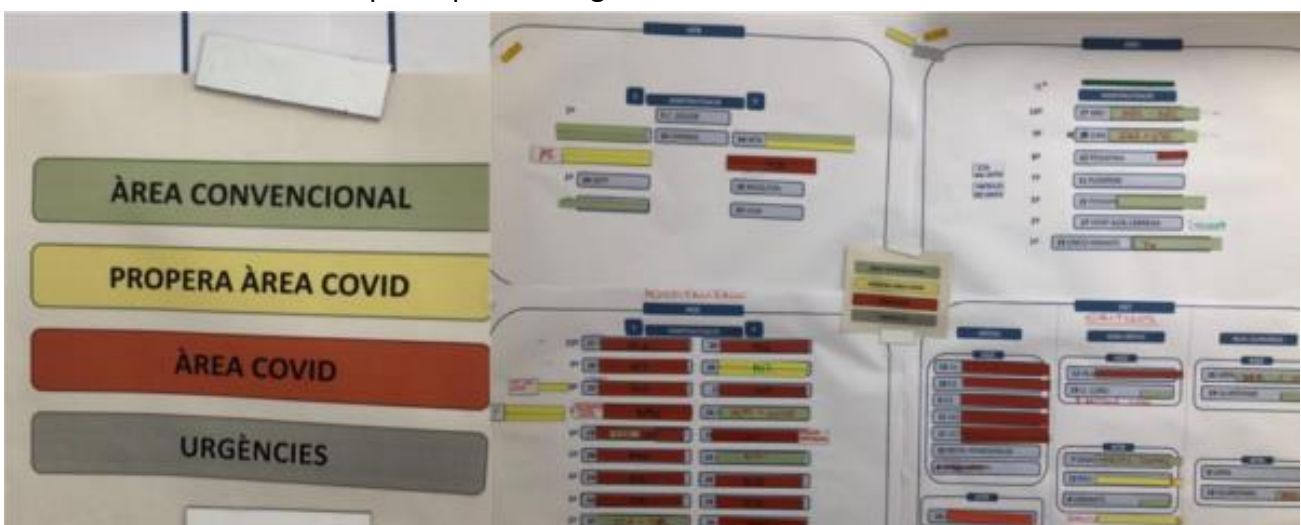


Figura 20. Sistema informativo por colores. Fuente: Planet Lean.

Otro sistema desarrollado en hospitales españoles es el que se puede ver en la *Figura 21*. Se han utilizado símbolos para identificar a los pacientes según su situación.

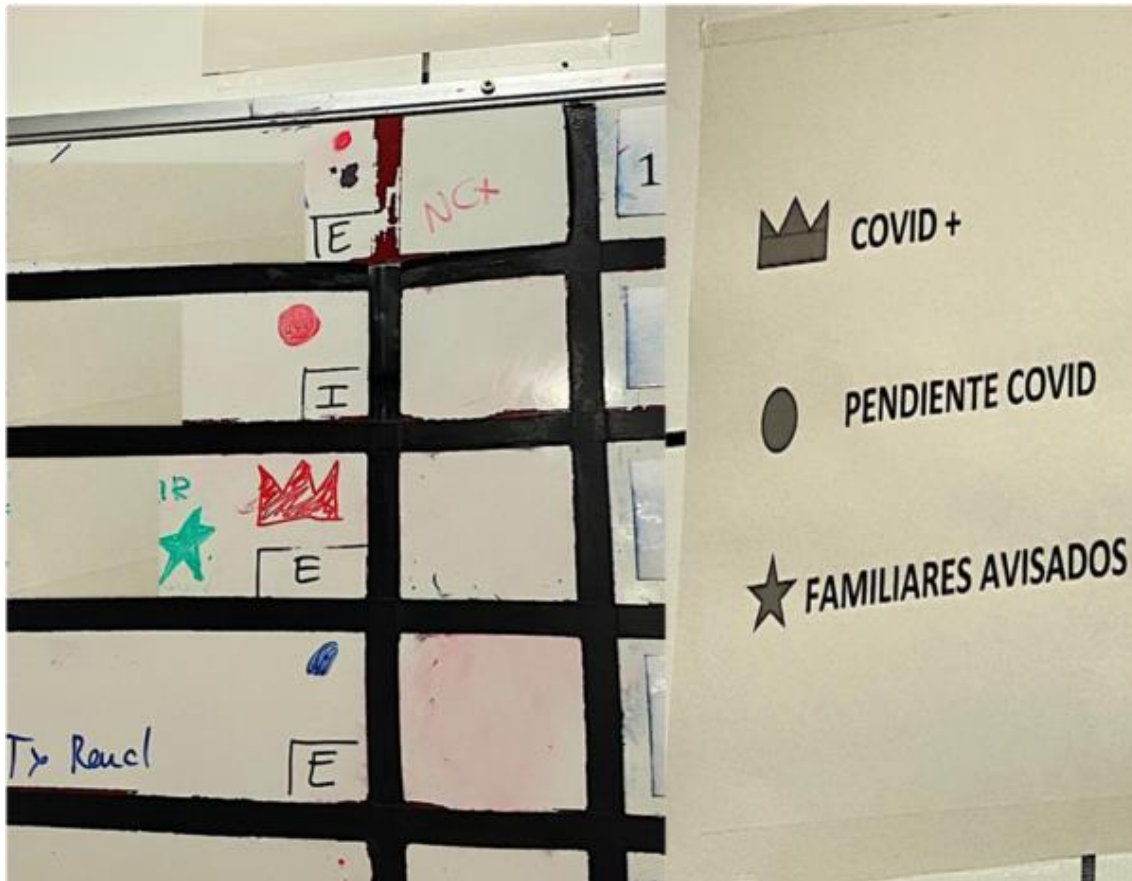


Figura 21. Sistema informativo por símbolos. Fuente: Planet Lean.

4.6.5 Creación de habilidades mediante un plan de desarrollo personal.

1. Planificar la formación de los nuevos miembros del equipo. Durante este período se han incorporado médicos jubilados o que habían dejado de trabajar en hospitales y recién graduados en medicina sin experiencia previa. Esto ha hecho que sea necesario un plan de formación para proporcionar rápidamente los conocimientos necesarios.
2. Aprovechar los estándares visuales para entrenar rápidamente al personal y realizar evaluaciones sobre el terreno para comprobar la efectividad de la formación.
3. Dar a los profesionales el conocimiento necesario, ni más ni menos. Es fundamental evitar la sobrecarga de información en momentos de tensión. Esto hace que los trabajadores tengan más claras sus responsabilidades.

4.6.5.1 Ejemplo 1. Argentina.

La investigación acerca del Covid-19 ha determinado que existe una gran variedad de síntomas dependiendo de cada paciente. Por esto mismo y dado que los resultados de los test PCR tardan 24 horas, el equipo administrativo ha desarrollado tablas de datos para registrar los síntomas en documentos en Google Drive. De esta manera se van actualizando los datos en tiempo real.

4.6.5.2 Ejemplo 2. España.

Se han utilizado elementos visuales como el que se puede ver en la *Figura 22* para informar al personal sanitario en cada una de las etapas y operaciones principales en el proceso de ventilación.

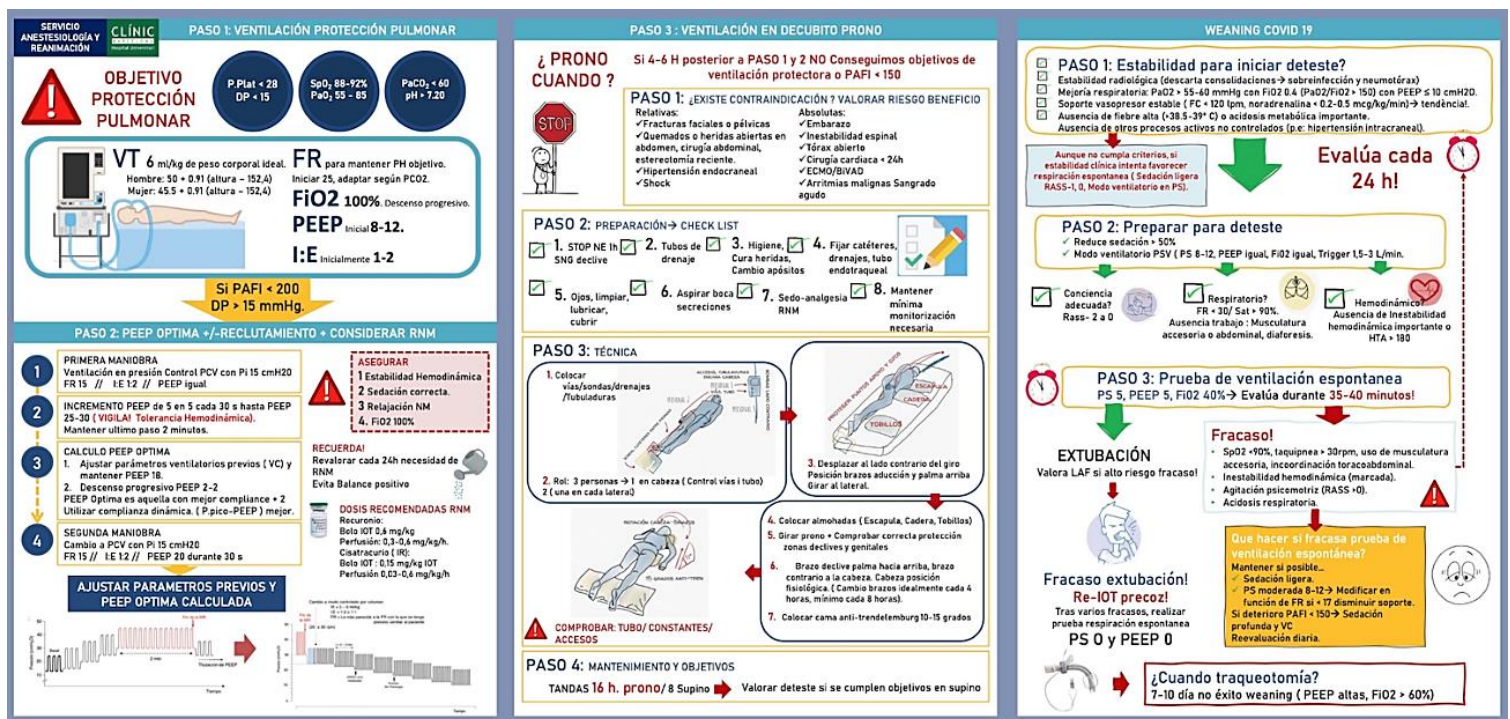


Figura 22. Instrucciones del proceso de ventilación. Fuente: Planet Lean.

4.6.6 Revisar las prioridades para asegurar la capacidad.

1. Cancelar o reprogramar todas las citas no urgentes. En los casos en los que sea posible, se llevarán a cabo consultas telemáticas.
2. Redirigir el personal hacia las áreas donde haya una situación más crítica.
3. Situar a los profesionales más jóvenes en la primera línea de interacción con los pacientes ya que el riesgo en caso de infección es menor.

4.6.6.1 Ejemplo 1. Estados Unidos.

En la ciudad estadounidense de Massachusetts se ha convertido un hospital comunitario de 160 camas en un hospital dedicado plenamente al Covid-19. Esto hace que se libere carga del resto de centros y se reduzca el riesgo de contagio. El triaje y las pruebas se realizan en un hospital de campaña situado en el exterior del hospital.

4.6.6.2 Ejemplo 2. Argentina.

Un hospital de Córdoba dedicado principalmente a enfermedades cardiovasculares, una categoría de alto riesgo de complicaciones derivadas del Covid-19, ha analizado las emergencias de los meses anteriores para hacer una estimación de lo que pueden esperar durante esta crisis.

4.6.7 Nivelado de la capacidad y protección del personal.

1. Es importante dar al personal el tiempo necesario para recuperarse. Esto evita el agotamiento y los errores que puedan derivar del mismo. Esto se puede hacer creando un plan de turnos que permita a los trabajadores estar en buen estado durante el tiempo que dure la crisis.
2. Asignar tareas al personal en función de la edad, la empatía, la energía, la fuerza mental o el conocimiento. Formar a los trabajadores en más de un área permitirá tener trabajadores capacitados para moverse donde más se les necesite.
3. Crear un plan para hacer frente a diferentes niveles de capacidad. A medida que aumente la demanda, será necesario diseñar nuevos planes para organizar máquinas, espacios y equipos. La asignación de los recursos desde el principio puede dar lugar a un aprovechamiento incorrecto de los mismos. Sin embargo, un plan progresivo permite adaptarse a la situación y utilizar los recursos de una forma más eficaz.
4. Configurar el espacio de trabajo utilizando técnicas de organización como 5S y 3P y crear estándares para cada flujo, proceso y escenario.
5. Garantizar material necesario para los profesionales cuando lo necesiten. Es clave reducir el tiempo que tarda el personal en encontrar el material. Se puede tener un responsable encargado de la reposición y que se asegure del correcto aprovechamiento del material.

4.6.7.1 Ejemplo 1. Argentina.

En el hospital de Córdoba se ha establecido un sistema de turnos por el cual los médicos no trabajan más de 12 horas seguidas y las enfermeras no más de 8 horas. Se ha dividido el personal en tres grupos: los dos primeros grupos trabajan durante cinco

días (uno de 8 AM a 8 PM y el segundo de 8 PM a 8 AM), después de eso entra el tercer grupo y si alguno del primer y segundo grupo presenta síntomas permanecerá en cuarentena domiciliaria. El grupo de día y el de noche se van alternando.

4.6.7.2 Ejemplo 2. Estados Unidos.

Una enfermera de Boston estudió cuantos Equipos de Protección Individual (EPI) utilizaron tanto ella como el resto del equipo de enfermería cuando entraban y salían de las salas de UCI para ajustar o cambiar las bombas intravenosas. Después de estudiarlo propuso y posteriormente se aprobó mover todas las bombas fuera de las habitaciones para reducir el uso de EPIs y acelerar el ritmo de trabajo.

4.6.7.3 Ejemplo 3. Brasil.

En un hospital de Brasil se ha elaborado el plan de tres niveles que podemos ver en la *Figura 23* para poder responder a la demanda que exija el Covid-19.

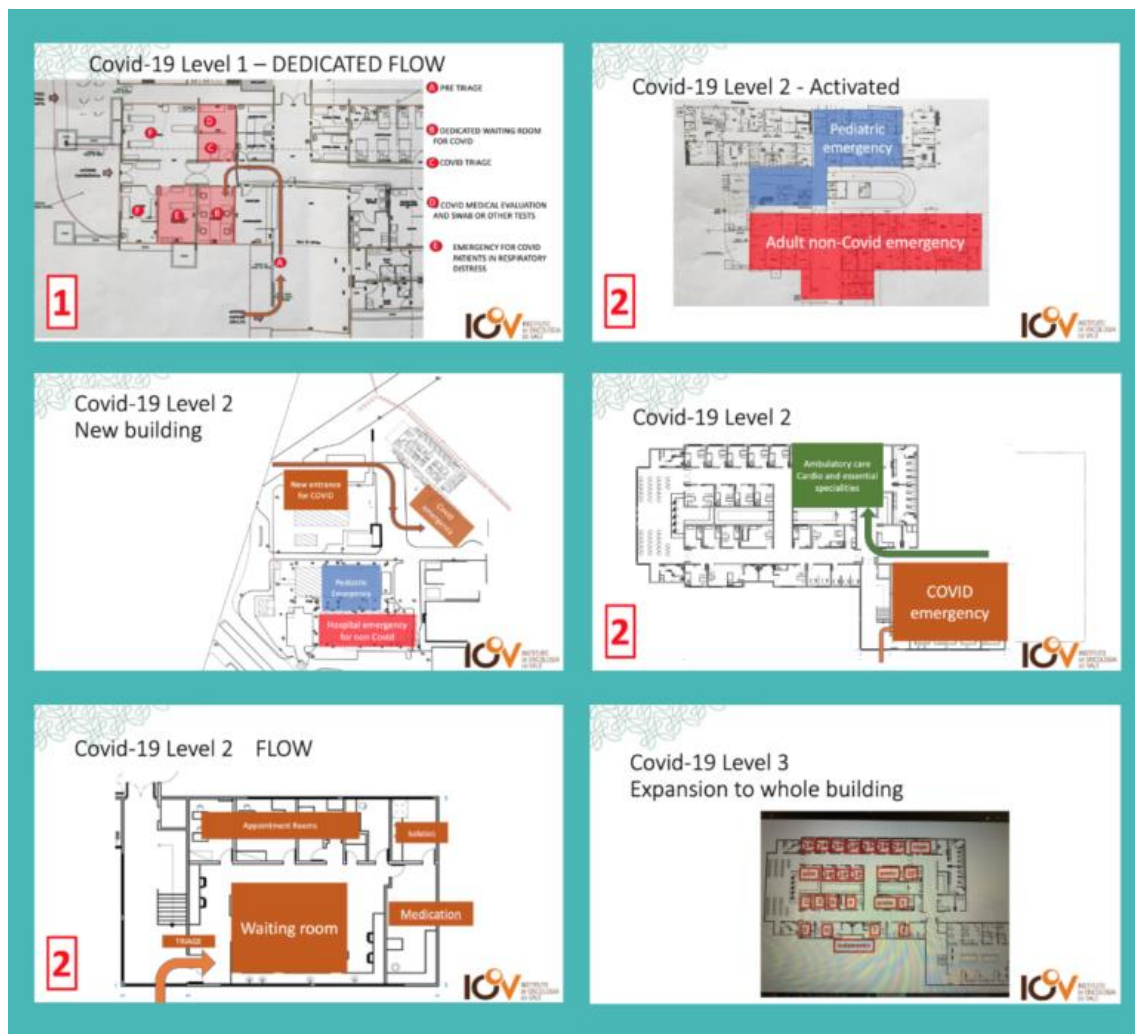


Figura 23. Plan de Organización de tres niveles. Fuente: Planet Lean.

5. Propuesta de optimización en la gestión del stock de medicamentos en el hospital de campaña de Ifema.

5.1 Hospital de campaña de Ifema.

En marzo del 2020 durante la crisis del Covid-19, el gobierno de la Comunidad de Madrid decidió instalar un hospital de campaña en el recinto de Ifema. El objetivo de este hospital era descongestionar el sistema sanitario madrileño que se estaba viendo colapsado por la cantidad de enfermos que necesitaban ser ingresados diariamente.

El recinto se acondicionó en menos de 48 horas con ayuda de la Unidad Militar de Emergencia (UME) y albergaba 5000 camas de hospitalización y 500 camas de UCI. También se creó un sistema de oxígeno de 300 metros cuadrados capaz de atender a los pacientes graves.

5.2 Organización del hospital.

Para la atención de los pacientes se habilitaron tres pabellones de Ifema. En el pabellón número 5 se ingresaron los pacientes más leves, mientras que en los pabellones 7 y 9 se encontraban desde módulos para pacientes leves hasta módulos de UCI como podemos ver en la *Figura 24*. El pabellón 9 contaba con cuatro módulos de UCI con un total de 64 camas y 15 módulos más con 50 camas convencionales cada uno. Esto hace un total de 750 camas. Por otra parte, el pabellón 7 albergaba 11 módulos con 50 camas de hospitalización cada uno y dos módulos de UCI con 26 camas cada uno. Esto hace un total de 3000 camas lo que lo convirtió en el hospital más grande de España. Además de estos pabellones se habilitó otro para personas sin hogar y otro como almacén logístico.

PABELLÓN 9

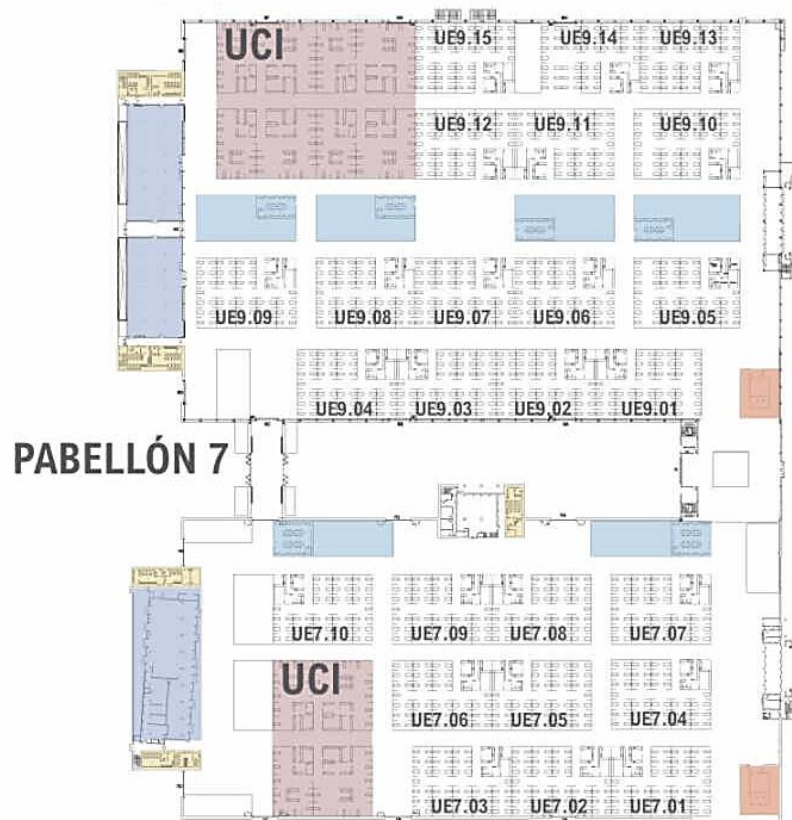


Figura 24. Distribución pabellones 7 y 9. Fuente: Comunidad de Madrid.

Todos los módulos del hospital son idénticos. Aunque albergaban 50 camas cada uno se diseñaron para albergar hasta 80 camas si fuera necesario. En cada módulo se instaló una zona de trabajo de enfermería, almacenes y zonas para llevar el control de los pacientes.

5.3 Gestión del stock

La gestión del stock del hospital de campaña de Ifema supuso ciertos problemas. A la dificultad de tener que acondicionar todo en un periodo de tiempo tan breve se le sumó la incertidumbre sobre la cantidad total de pacientes y del tiempo que iba a estar en funcionamiento el hospital.

Para garantizar la prestación farmacéutica los objetivos principales del Servicio de Farmacia fueron:

1. Conseguir una herramienta informática para gestionar todos los medicamentos y que fuera compatible con los sistemas de historia clínica.
2. Disponer de los recursos humanos suficientes: farmacéuticos, personal administrativo y celadores.

3. Obtener todo el material necesario para el almacenamiento y organización de los medicamentos.
4. Asegurar toda la medicación necesaria para atender a los pacientes que ingresaban en el hospital.

5.3.1 Estrategia desarrollada en el hospital de IFEMA.

En primer lugar, el Servicio de Farmacia se centró en garantizar el abastecimiento de medicamentos para los pacientes que ingresaban diariamente, en torno a 150-200. Durante los primeros días los pacientes que eran derivados desde otros hospitales, eran enviados con la medicación necesaria.

Basándose en la selección y cantidad de medicamentos que estaban siendo utilizados en otros hospitales, lo primero que se hizo fue solicitar medicación en concepto de préstamo a hospitales del Servicio Madrileño de Salud (SERMAS). Sin embargo, a los dos días del inicio de la actividad en el hospital de Ifema, se llegó a un acuerdo con hospitales del SERMAS para la realización de pedidos que llegaran directamente a Ifema. Para la adquisición de la medicación en situaciones urgentes o muy específicas se llegó a un acuerdo de adquisición directa a laboratorios y distribuidores de acuerdo al marco vigente en el SERMAS.

Una vez garantizado el aprovisionamiento, necesitaron buscar una herramienta informática de gestión farmacéutica. Para ello, se utilizó la información del archivo maestro de medicamentos y se implantó la aplicación de Gestión de Farmacia con la Historia Clínica a nivel de prescripción electrónica y validación farmacéutica de un hospital del SERMAS.

Durante el tiempo que estuvo abierto este hospital, hubo momentos en que la adquisición de ciertos medicamentos estuvo controlada por la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS). Esto se llevó a cabo con la intención de evitar desabastecimientos y simplificar y agilizarla gestión en momentos críticos.

Durante todo el tiempo de actividad del hospital de campaña de Ifema se realizaron 391 pedidos a proveedores con un total de 613 líneas de medicamentos.

5.3.2 Propuesta de optimización.

Es importante tener un control del *stock* del que disponemos, ya que un exceso de *stock* puede acarrear algunos problemas:

1. Se necesita un espacio lo suficientemente grande para almacenar y organizar todo el *stock*.

2. En el caso que estamos estudiando, puede haber medicamentos perecederos a corto plazo y otros que necesiten refrigeración. Esto último supondría la necesidad de más instalaciones.
3. Aumenta la dificultad para llevar el control sobre los productos que tienes almacenados y los que necesitan ser repuestos.

En la *Figura 25* podemos ver representadas las consecuencias de una mala gestión del *stock*. Al no llevar un control adecuado se realizan pedidos a destiempo lo que provoca un desabastecimiento de productos.

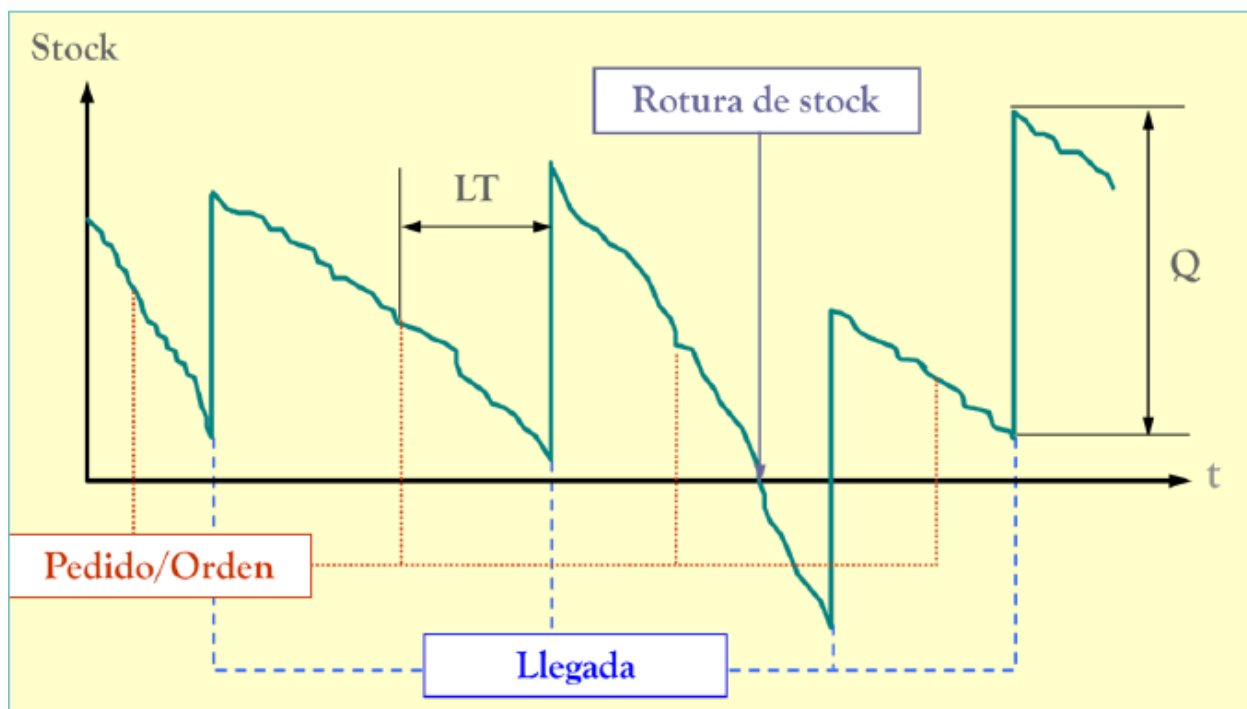


Figura 25. Consecuencias mala gestión del stock. Fuente: *Gestión de stocks* (Manuel Gutiérrez, UPM)

Para evitar que ocurra este exceso de stock, la filosofía *Lean* nos ofrece la estrategia *Pull (Just in Time)*. Este sistema se caracteriza por tener bajos costes de inventario y poco riesgo de obsolescencia del producto. Cuando se detecta una necesidad de stock se calcula la cantidad requerida y se realiza el pedido al proveedor. En *pull* todo movimiento de materiales y productos se ajusta estrictamente a la demanda

Esta estrategia nos ofrece las siguientes ventajas sobre un modelo *Push*:

1. Evita el exceso de inventario.
2. Limita los costes derivados de la gestión.
3. Evita acciones innecesarias puesto que el material llega en el momento de ser utilizado.
4. Aprovisionamiento realizado sobre necesidades reales, no sobre estimaciones.

El modelo *Pull* se basa en conseguir la máxima eficiencia y optimización adaptando la reposición de stock a la demanda. Esta estrategia puede ser especialmente eficaz en el hospital de campaña de Ifema debido a la situación que se vivía en ese momento. Durante el periodo de tiempo que estuvo en funcionamiento el hospital había escasez de ciertos medicamentos. Por lo tanto, no tendría sentido intentar tener una gran cantidad de stock ya que sería difícil conseguir tal cantidad de medicamentos debido a la escasez y a la regulación de los gobiernos en las comprar de productos. Otro factor que haría posible adoptar esta estrategia en el hospital de Ifema es la colaboración con la cooperativa farmacéutica Cofares. El hospital llegó a un acuerdo con dicha empresa para que le administre la medicación necesaria con dos repartos diarios asegurándose así todo el abastecimiento necesario.

5.4 Propuesta de almacenamiento de medicamentos utilizando la metodología Kanban perteneciente al Lean Manufacturing.

El sistema Kanban, explicado en el Capítulo 2, se basa en un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado normalmente en tarjetas. Así se consigue sincronizar todo el flujo de materiales.

5.4.1 Localización de los almacenes.

Lo primero que debemos saber es donde se localizan tanto los almacenes generales como los puestos de farmacia donde los sanitarios tienen un acceso más fácil y rápido a los medicamentos. Lo más eficiente es que estos estén situados cerca de los pacientes ingresados. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el recinto de Ifema no está diseñado como un hospital y por lo tanto habrá que optimizarlo lo máximo posible teniendo en cuenta sus limitaciones.

Para almacenar todos los materiales se habilitó un pabellón cuyo único uso era albergar materiales y otros productos. Además de esto, se situaron dos áreas de trabajo facultativo en el pabellón 7 y cuatro en el pabellón nueve. Estas áreas, representadas en la Figura 26 y la Figura 27 respectivamente señaladas en rojo, están destinadas al almacenaje de medicamentos y al trabajo de los sanitarios.

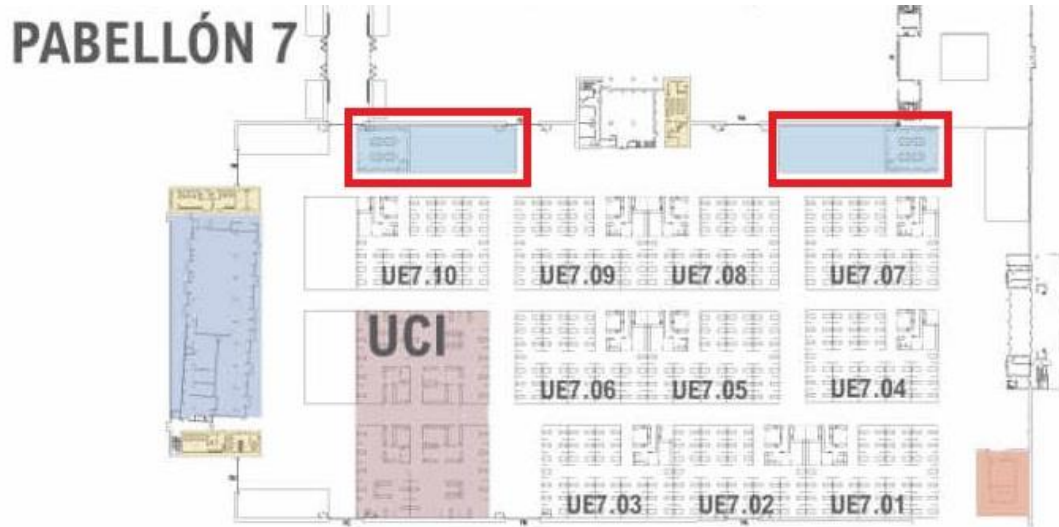


Figura 26. Áreas de trabajo facultativo pabellón 7. Fuente: Comunidad de Madrid

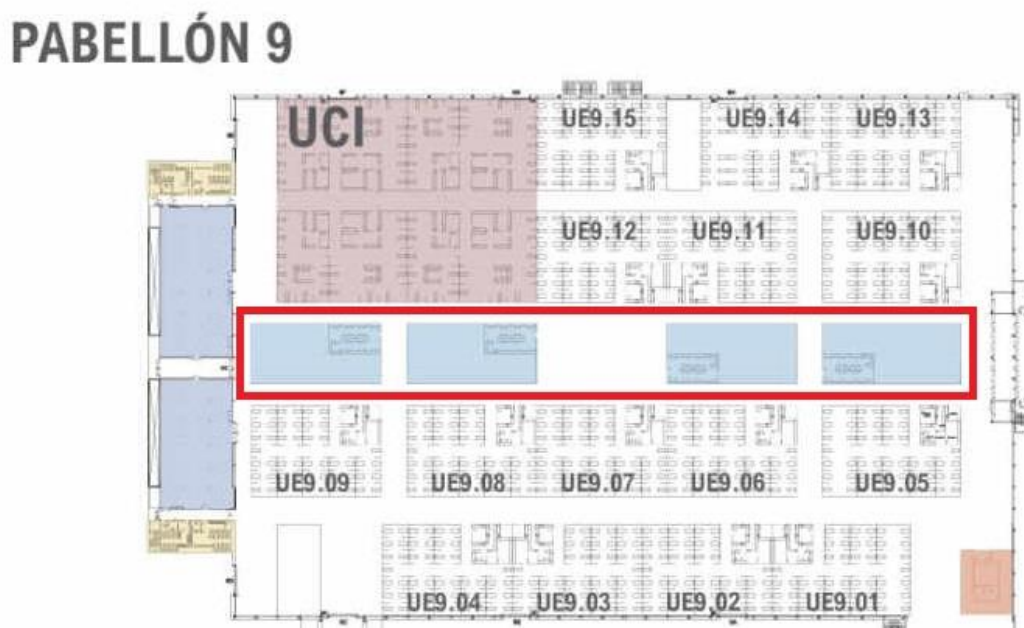


Figura 27. Áreas de trabajo facultativo pabellón 9. Fuente: Comunidad de Madrid

Cada pabellón está dividido en módulos como se puede ver en la *Figura 28*. En estos módulos se encuentran las camas para los pacientes ingresados, un puesto de control, uno de farmacia, uno de limpieza, un vestuario y un almacén.

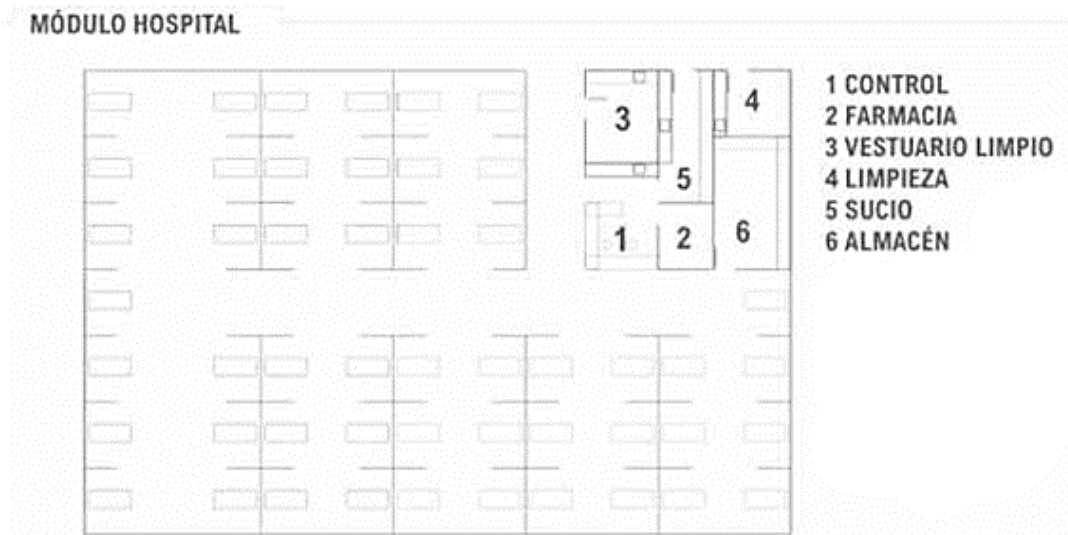


Figura 28. Organización por módulos de cada pabellón. Fuente: Comunidad de Madrid

5.4.2 Descripción del sistema Kanban aplicado al ámbito sanitario.

Cada vez es más común la aplicación de este sistema en el ámbito sanitario debido a las notables mejoras que ha provocado en los hospitales en los que se ha implantado. Este sistema es utilizado para organizar de una forma más eficiente los medicamentos permitiendo llevar un mayor control del stock. A su vez, facilita el trabajo de los sanitarios y su relación con el almacén de farmacia.

A la hora de almacenar los medicamentos se dividen en stock de uso y stock de reserva. Estos stocks tendrán la misma cantidad. Esto permite, con una buena gestión de la reposición, tener siempre disponibles los medicamentos necesarios y saber perfectamente cuando necesitan ser repuestos.

Para separar los dos tipos de stock se utiliza una tarjeta en la que se informa del medicamento correspondiente, sus características y las unidades de las que se disponen. Lo normal es que el sistema esté informatizado y en la tarjeta aparezca un código de barras para que el personal sanitario pueda introducir y ver los datos en el ordenador.

El servicio de farmacia del hospital es el encargado de reponer las unidades necesarias y evitar el desabastecimiento. Cuando el stock de consumo se agota, el de reserva pasa a la posición de consumo evitando así la caducidad de los medicamentos.

5.4.3 Objetivos

El objetivo es la implantación del sistema Kanban en los puestos de farmacia de cada uno de los módulos que hay en los pabellones 5, 9 y 7 del Ifema.

Con su aplicación se pretende mejorar la organización y distribución de los medicamentos almacenados en estos puestos. Esto permitirá a los sanitarios realizar su trabajo de una manera más cómoda y llevar un mayor control del stock.

5.4.4 Metodología

5.4.4.1 Estudio del stock necesario de cada medicamento.

El primer paso a la hora de implantar el sistema *Kanban* es calcular la cantidad de medicamentos que se van a necesitar. Para ello habrá que basarse en el consumo realizado en otros hospitales del SERMAS durante el periodo anterior a la apertura del hospital de Ifema. Con este estudio se puede obtener el consumo promedio semanal y determinar así la cantidad adecuada de cada medicamento para garantizar que siempre haya el stock adecuado.

Al seleccionar los medicamentos que se van a incluir en el almacenamiento se debe incluir una descripción del medicamento que incluya: código nacional, especialidad comercial, principio activo e indicaciones de consumo.

5.4.4.2 Estudio de las instalaciones de almacenaje.

Las instalaciones en las que vamos a centrar el estudio son los puestos de farmacia situados en cada uno de los módulos que hay en cada pabellón. Estos puestos son a los que acceden directamente los sanitarios cuando necesitan coger los medicamentos.

Este espacio debe ser acondicionado para poder almacenar todo tipo de medicamentos. Para ello se debe tener en cuenta el tamaño de los mismos y las condiciones de conservación como pueden ser luz, temperatura, humedad y refrigeración. También hay que tener en cuenta que el espacio tiene que estar distribuido de tal forma que el personal sanitario pueda trabajar adecuadamente.

A la hora de situar los distintos espacios de almacenamiento hay que tener en cuenta que medicamentos van a tener un uso más frecuente para colocarlos de manera que sean más accesibles.

5.4.4.3 Material de almacenamiento.

Para que este sistema funcione de la manera adecuada es clave elegir bien el material que se va a utilizar. En primer lugar, se va a estudiar el mobiliario necesario para los medicamentos que no necesiten condiciones especiales para su conservación.

Se van a elegir los cajetines o cestas en función del tamaño de los diferentes medicamentos. Una vez elegidos, se estudiará su disposición en un mueble o estantería. Los cajetines que se van a utilizar serán de plástico, más concretamente de Polipropileno (PP). Se ha elegido este material debido a su ligereza, coste y durabilidad.

Hay varios tipos de sistemas en los que se puede separar el stock de uso y el de reserva:

1. Sistema de cajetín único: Como se puede ver en la *Figura 29* los dos apartados están separados por una tarjeta. En la parte interior se encuentra el stock de reserva y en la exterior el de uso.
2. Sistema de cajetín doble: Un cajetín contiene el stock de reserva y otro el de consumo como se muestra en la *Figura 30*. Se sitúan juntos bien sea a izquierda y derecha o arriba y abajo. El stock de uso siempre se situará a la izquierda o arriba dependiendo de la distribución.



Figura 29. Cajetín único con dos compartimentos. Fuente: Guanyu Plastic

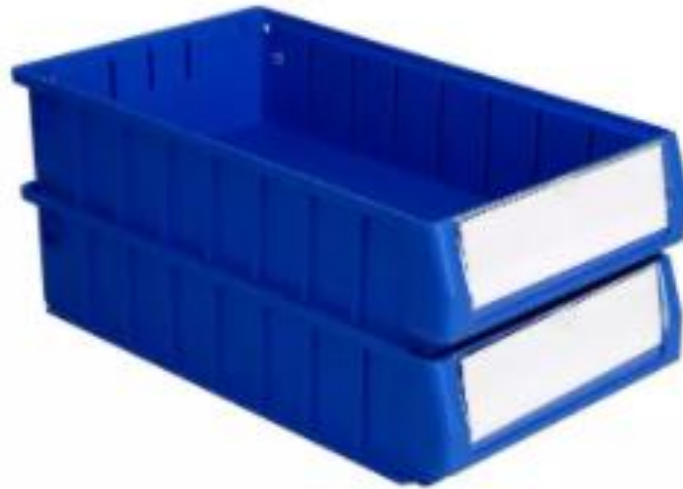


Figura 30. Sistema de doble cajetín. Fuente: Guanyu Plastic

En estos cajetines se van a almacenar los medicamentos de pequeño tamaño. Para medicamentos de mayor tamaño se usan cestas como la que se ve en la *Figura 31* en las que se diferenciarán los productos de uso y de reserva con separadores del mismo modo que en los cajetines. Se utilizan cestas en lugar de cajas debido a su ligereza.



Figura 31. Cestas para almacenamiento de medicamentos de mayor tamaño. Fuente: www.cohosa.com

Tanto los cajetines como las cestas se colocan en estanterías metálicas. Las estanterías para los cajetines serán como la que se muestra en la *Figura 32*. Cuenta con barras metálicas que actúan como separadores para los cajetines. Las baldas están inclinadas para facilitar la visualización y manipulación del contenido.



Figura 32. Estantería para cajetines. Fuente: www.manutan.es

Para las cestas se utilizará una estantería como la de la *Figura 33*. Este tipo de estantería permite almacenar cestas de distintos tipos y tamaños.



Figura 33. Estantería para cestas. Fuente: www.palexmedical.com

Para los medicamentos que necesiten refrigeración para su correcta conservación, se utilizarán frigoríficos como el que se puede ver en la *Figura 34*. Estos frigoríficos permiten utilizar cajetines y cestas al igual que se ha hecho para organizar el resto de medicamentos.



Figura 34. Frigorífico para medicamentos. Fuente: Tecnyfarma

Cada estantería irá numerada al igual que los cajetines y las cestas. De esta manera en las tarjetas que se ven a continuación aparecerá el lugar donde debe estar colocado cada medicamento. El primer número corresponderá a la estantería mientras que el segundo corresponde al cajetín o cesta.

5.4.4.4 Funcionamiento de las tarjetas identificativas.

Las tarjetas *Kanban* estarán colocadas en los cajetines y cestas. El stock de uso y el de reserva tendrán tarjetas diferenciadas. De este modo, cuando se agotan los medicamentos correspondientes al stock de uso, el personal sanitario retira la tarjeta y la introduce en el cajón destinado a este uso. De esta forma el personal encargado del almacén sabe cuándo un medicamento tiene que ser repuesto. En ese momento pasa a usarse el stock de reserva. Una vez que el personal auxiliar proporciona los medicamentos de repuesto, el personal de farmacia lo coloca de nuevo en su lugar correspondiente como stock de reserva. Esto permite la rotación de los medicamentos y evita su caducidad.

Cada tarjeta llevará incluida la siguiente información y serán tal y como se ve en la *Figura 35*:

1. Nombre del medicamento.

2. Número de referencia.
3. Ubicación en la que está almacenado.
4. Cantidad.
5. Tipo de stock (uso o reserva).

<div style="background-color: #e1eef6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Nombre</div> <div style="background-color: #e1eef6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Número de referencia</div> <div style="background-color: #e1eef6; padding: 2px;">Ubicación</div>	<div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>
<div style="background-color: #e1eef6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Cantidad</div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: #e1eef6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Tipo de stock</div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>

Figura 35. Tarjeta Kanban. Fuente: Elaboración propia.

5.5 Discusión.

En un hospital como el de Ifema donde todo ha sido planificado con urgencia y no cuenta con las comodidades de un hospital tradicional, es imprescindible que todo sea lo más eficiente posible. El método *Kanban* permite que el caos del hospital no se traslade también al servicio de almacén y farmacia. Este sistema tiene una adaptación sencilla para los sanitarios y las mejoras que conlleva han sido comprobadas en todos los hospitales en los que se ha aplicado.

Este sistema se incorporó al servicio de farmacia del Hospital Sierra Norte (Sevilla) perteneciente a la Agencia Sanitaria Bajo Guadalquivir (ASGB). Se compararon los resultados desde el mes de enero de 2013 al mes de marzo del mismo año con el mismo periodo del año anterior. Con este estudio se comprobó que con la implantación de *Kanban* se produjo una mayor salida de medicamentos, pero el gasto en unidades totales fue menor que el año anterior como se puede ver en la *Figura 36*.

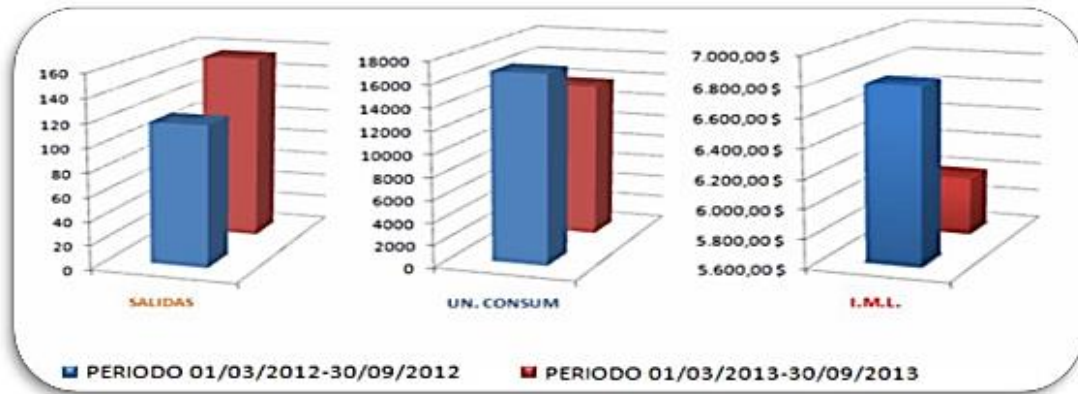


Figura 36. Comparación de resultados tras la aplicación de Kanban. Fuente: Hospital de Sierra Norte.

También se estudió el cambio en el Hospital Universitario Virgen Macarena de Sevilla. En este caso se estima que se ha liberado en un 15% la carga de trabajo de los auxiliares de enfermería. La liberación de tiempo en el caso de los supervisores asciende a un 20% ya que simplemente tienen que limitarse a retirar la etiqueta cuando se ha agotado el producto del primer cajón e informar de las posibles anomalías. También se vio una mejora en los siguientes aspectos:

1. Reducción en los costes generales del hospital.
2. Asignación de recursos y gestión del inventario.
3. Reducción de los desperdicios provocados por una medicación mal almacenada.
4. Servicio de atención a los pacientes.
5. Reducción del espacio de almacenamiento necesario.
6. Reducción del tiempo de espera en el servicio de Farmacia.

5.6 Simulación mediante BPM.

El Business Process Management (BPM) o Gestión de Procesos de Negocio se trata de una esquematización gráfica que muestra la lógica de los pasos a seguir durante un proceso. Este sistema muestra de forma clara la secuencia de procesos proporcionando un estándar de símbolos común a todas las partes involucradas. Está diseñado para identificar, diseñar, ejecutar, documentar, monitorear, controlar y medir los procesos de negocios de una organización.

La principal ventaja de esta notación es que sirve de lenguaje común para evitar los problemas que habitualmente se pueden presentar entre el diseño de los procesos de negocio y su implementación.

5.6.1 ¿Por qué modelar con BPM?

EL sistema BPM presenta numerosas ventajas a la hora de modelar los procesos de negocio:

1. Es un estándar muy extendido y aceptado por la comunidad.
2. Es independiente de cualquier metodología de modelado de procesos.
3. Permite disminuir la brecha entre el diseño de los procesos de negocio y la implantación de estos.
4. Da la posibilidad de modelar los procesos de una manera unificada y estandarizada que permite el entendimiento por parte de todos los miembros de una organización.

5.6.2 Fases para implantar el BPM.

1. Lo primero que se debe hacer antes de implementar el BPM es identificar los diferentes procesos que tienen lugar en el departamento u organización donde se va a llevar a cabo el modelado. Es importante saber cuántas personas se ven afectadas por estos procesos y cuales proporcionan mayor beneficio e impacto en la organización.
2. Una vez que se han decidido los procesos, hay que establecer los tiempos de implementación.
3. La dirección debe aportar los recursos económicos y materiales necesarios para llevar a cabo la gestión de procesos de las diferentes áreas.
4. Se deben detallar por escrito todas las actividades implicadas en el proyecto.

5.6.3 Simulación.

Para obtener una visión más real del proceso se realiza una simulación utilizando el software Bizagi. Este programa permite modelar todo el proceso desde que se detecta la necesidad de un paciente hasta que se le suministra el medicamento requerido.

5.6.3.1 *Diseño del modelo.*

Este programa proporciona diferentes elementos que se pueden utilizar para diseñar el modelo. En la *Tabla 1* se muestran los elementos utilizados para el diseño del modelo.









Nombre	Símbolo	Aplicación
Evento de inicio		Indica donde comienza el flujo del proceso
Evento de fin		Indica donde termina el flujo del proceso
Tarea		Representa una actividad incluida dentro de un proceso
Compuerta		Son ubicaciones situadas dentro de un proceso en las cuales el flujo puede tomar dos o más caminos distintos
Compuerta paralela		Se utiliza cuando dos actividades pueden realizarse simultáneamente en paralelo
Tarea de envío		Indica un envío de información dentro del proceso
Tarea de recepción		Indica una recepción de información dentro del proceso
Depósito de datos		Almacenamiento de información en una base de datos

Tabla 1. Símbolos Bizagi

Con estos elementos e introduciendo los datos que se indicarán más adelante se diseña el modelo que se muestra en la *Figura 37* y que luego será simulado para obtener los resultados.

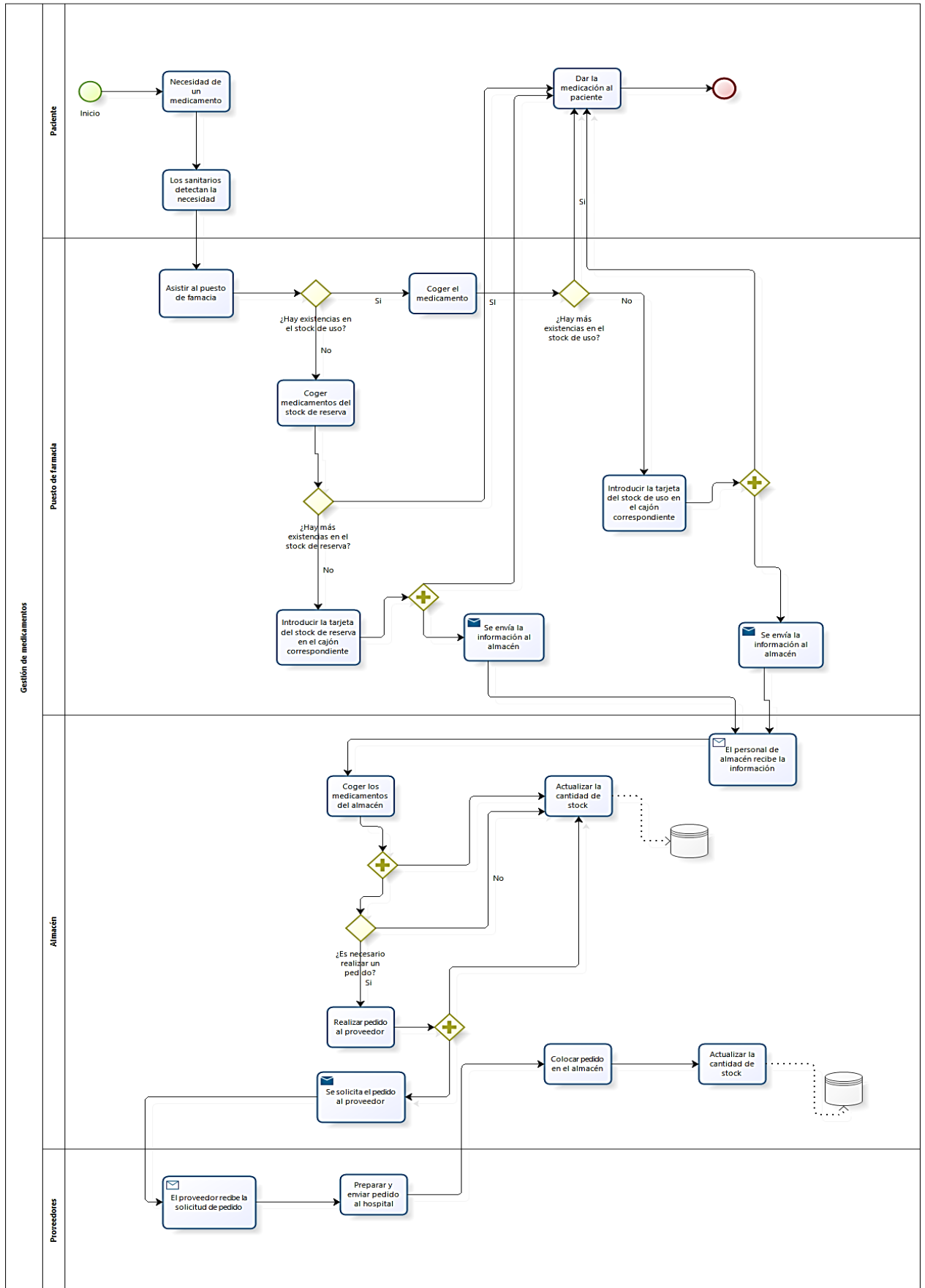


Figura 37. Diseño del modelo BPM.

En la *Figura 38* se ve con más detalle el proceso correspondiente al paciente en el que se muestra la necesidad de un medicamento, la detección por parte de los sanitarios y el suministro del mismo.

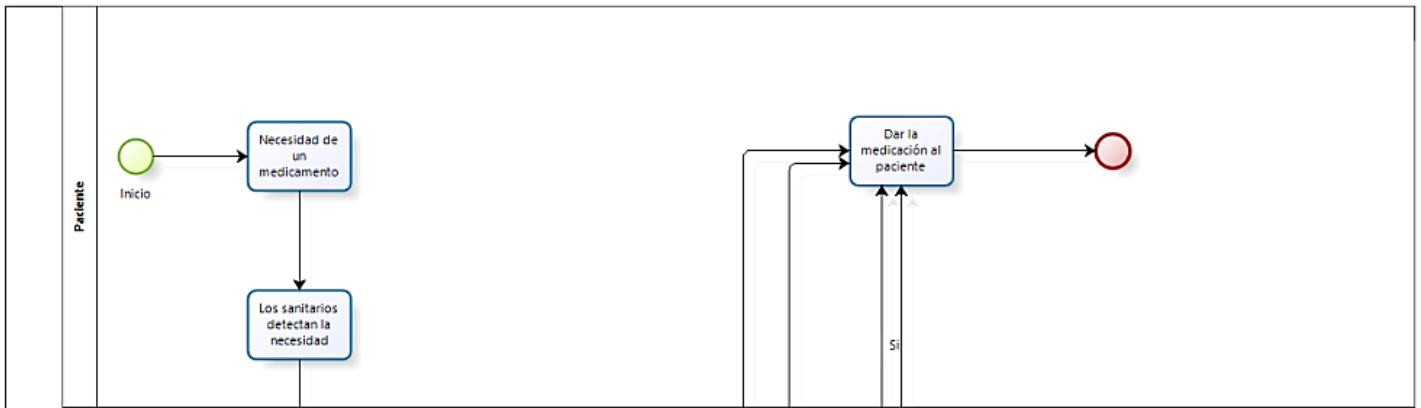


Figura 38. Diseño del modelo correspondiente al paciente.

En la *Figura 39* se muestra la parte del proceso correspondiente a los sanitarios. En esta parte se muestra el proceso seguido para coger los medicamentos del puesto de farmacia y notificar al almacén la posible falta de existencias.

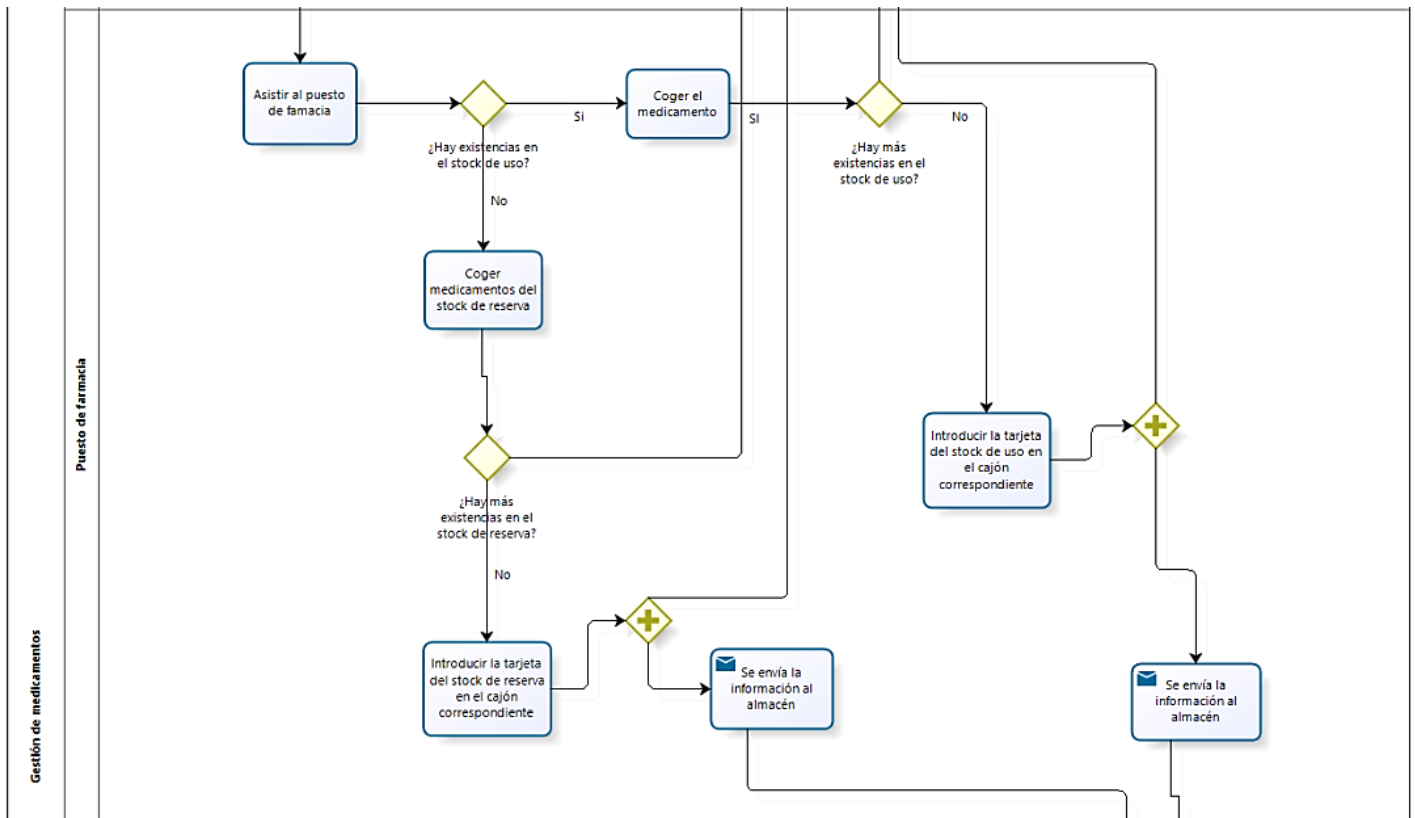


Figura 39. Diseño del modelo correspondiente al puesto de farmacia.

En la *Figura 40* se ve la parte correspondiente al almacén y proveedores. Se muestran las actividades que se llevan a cabo desde que el personal de almacén recibe el aviso de la falta de medicamentos en el puesto de farmacia hasta su reposición. También se muestra el pedido a proveedores y el suministro de estos al hospital.

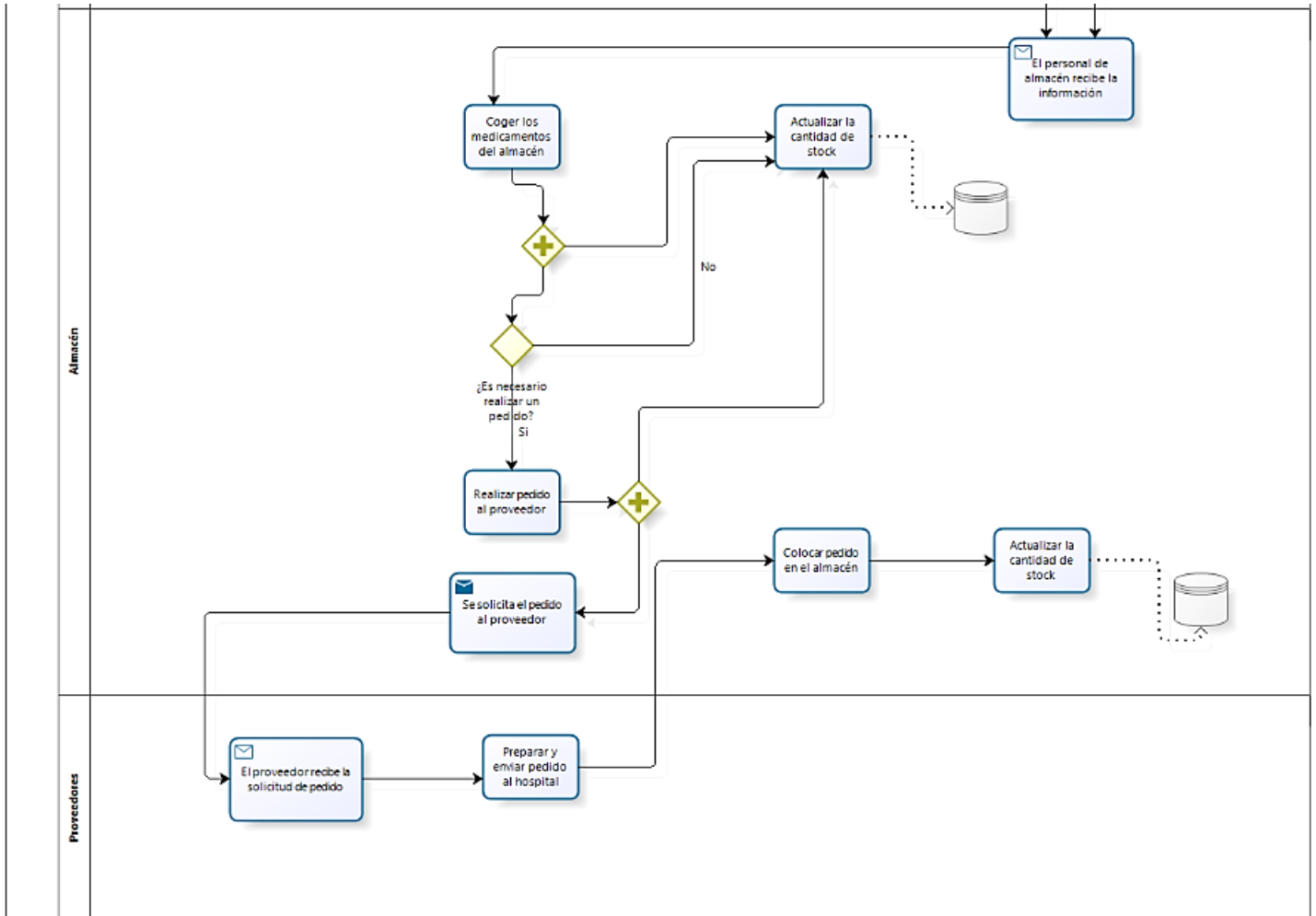


Figura 40. Diseño del modelo correspondiente al almacén y proveedores.

Una vez diseñado el modelo, el siguiente paso es insertar los datos para la simulación.

5.6.3.2 Datos correspondientes al proceso.

Antes de simular debemos indicar el porcentaje de cada opción de las compuertas exclusivas, la cantidad de recursos de los que disponemos y el tiempo en el que se va a llevar a cabo la simulación.

Para establecer los recursos se tiene en cuenta el caso más extremo, es decir, cuando el hospital esté completamente lleno:

1. El número de pacientes ingresados es 750.
2. La cantidad de sanitarios trabajando es de 500.

3. El personal de almacén son 20 trabajadores

Para el modelo se ha aplicado la metodología *Kanban* que como hemos visto anteriormente busca que siempre haya stock disponible. Los porcentajes establecidos en las compuertas exclusivas son:

1. En la compuerta “¿Hay existencias en el stock de uso?” los porcentajes establecidos son: 80% Si, 20% No.
2. En la compuerta “¿Hay más existencias en el stock de uso?” los porcentajes establecidos son: 90% Si, 10% No.
3. En la compuerta “¿Hay más existencias en el stock de reserva?” los porcentajes establecidos son: 90% Si, 10% No.

Por último, el tiempo establecido para la simulación es el correspondiente a un turno de trabajo completo, es decir 8 horas.

5.6.3.3 Simulación y resultados.

El programa hace la simulación en base a los datos que hemos proporcionado. Al realizar la simulación se obtienen los datos que se muestran en la *Tabla 2* correspondientes a las estancias iniciadas y finalizadas y al tiempo que lleva cada actividad.

Para hacer la simulación el programa toma las 750 entradas correspondientes al número de pacientes y va pasando por las diferentes actividades. En función de los recursos y tiempos asignados a cada actividad y a los porcentajes de las compuertas, el programa calcula el tiempo de cada entrada hasta llegar a la última actividad.

Nombre	Tipo	Instancias complet	Instancias inicia	Tiempo mínimo	Tiempo máximo	Tiempo promedio
Gestión de medicamentos	Proceso	750	750	795	23902.5	8493.94
Inicio	Evento de inicio	750				
Necesidad de un medicamento	Tarea	750	750	0	0	0
Los sanitarios detectan la necesidad	Tarea	750	750	5	3336	1666.21
Asistir al puesto de farmacia	Tarea	750	750	22	3334	2268.37
¿Hay existencias en el stock de uso?	Compuerta	750	750			
Coger el medicamento	Tarea	598	598	119	3333	1557.42
¿Hay más existencias en el stock de uso?	Compuerta	598	598			
Introducir la tarjeta del stock de uso en el cajón correspondiente	Tarea	56	56	1307.5	4486.5	2523.7
¿Hay más existencias en el stock de reserva?	Compuerta	152	152			
Introducir la tarjeta del stock de reserva en el cajón correspondiente	Tarea	11	11	1340.5	3904.5	2429.64
¿Es necesario realizar un pedido?	Compuerta	67	67			
Realizar pedido al proveedor	Tarea	13	13	5	15	7.31
Preparar y enviar pedido al hospital	Tarea	13	13	1440	13547.5	6495.04
Colocar pedido en el almacén	Tarea	13	13	15	22	15.54
Actualizar la cantidad de stock	Tarea	13	13	5	15	5.77
Actualizar la cantidad de stock	Tarea	134	134	5	25	11.38
Se envía la información al almacén	Tarea	56	56	0	0	0
El personal de almacén recibe la información	Tarea	67	67	0	0	0
Se solicita el pedido al proveedor	Tarea	13	13	0	0	0
El proveedor recibe la solicitud de pedido	Tarea	13	13	0	0	0
Coger medicamentos del stock de reserva	Tarea	152	152	356	3194	1534.08
Coger los medicamentos del almacén	Tarea	67	67	10	19.5	11.24
Se envía la información al almacén	Tarea	11	11	0	0	0
Dar la medicación al paciente	Tarea	750	750	560	4587	2698.14
NoneEnd	Evento de Fin	750				
ParallelGateway	Compuerta	56	56			
ParallelGateway	Compuerta	11	11			
ParallelGateway	Compuerta	13	13			
ParallelGateway	Compuerta	67	67			

Tabla 2. Resultados de la simulación.

Para analizar los resultados lo primero en lo que hay que fijarse es en las instancias iniciadas y las instancias terminadas, es decir, el número de entradas que se completan en cada tarea. Como se puede ver en la tabla todas las instancias que se inician son completadas.

El siguiente aspecto que se debe analizar son los tiempos. El tiempo promedio en el que se completa el proceso entero es de 8493,94 minutos. Este tiempo corresponde al número total de pacientes, por lo tanto, sabiendo que la simulación se ha realizado con 750 pacientes, tendríamos un tiempo promedio de 11,3 minutos. Esto representa el tiempo desde que se detecta la necesidad del paciente hasta que se le suministra un medicamento.

Con los resultados obtenidos también se puede ver que cuando más se retrasa el proceso es cuando hay falta de stock en el puesto de farmacia y es necesario notificarlo. Por otra parte, cuando hay stock disponible es cuando se optimiza el proceso. Esto deja en evidencia la importancia del sistema *Kanban* que se ha aplicado. Este sistema busca que siempre haya stock de uso o de reserva disponible. Con esto se consigue que el todo el proceso esté lo más optimizado posible y se de una correcta atención a los pacientes.

Pese a que el objetivo principal de la propuesta de mejora es optimizar los tiempos del proceso, también es importante analizar los costes. Para ello, introducimos en el software de simulación los costes de cada recurso. Como se puede ver en la *Tabla 3* a los trabajadores se les asigna un coste por hora y a los pacientes un coste fijo.

Recursos	Coste fijo (€)	Coste por hora (€/h)
Sanitarios		18
Personal de almacén		7.5
Paciente	3000	

Tabla 3. Costes de los recursos

Los costes por hora corresponden a los salarios de los sanitarios y del personal de almacén y el coste fijo del paciente corresponde al coste medio que supone el ingreso de un paciente en un hospital. Los resultados obtenidos se muestran en la *Tabla 4*.

Recurso	Costo fijo total	Costo unitario total	Costo total
Sanitario	0	144	72000
Personal de almacén	0	60	1200
Paciente	2250000	0	2250000
Proveedor	0	0	0

Tabla 4. Costes obtenidos por la simulación.

5.6.3.3.1 Variaciones en la simulación

Para comprobar la eficacia del sistema *Kanban* propuesto, se realiza una simulación en la que se utiliza un sistema de almacenamiento común como se puede ver en la *Figura 41*.

En este caso no habrá stock de uso y de reserva ni el sistema de tarjetas para controlar el stock. El almacenamiento se compone de un único stock y cuando este se acaba los sanitarios tiene que comunicárselo al almacén. Esto provoca que el tiempo que se tarda en comunicar al almacén la falta de stock aumente.

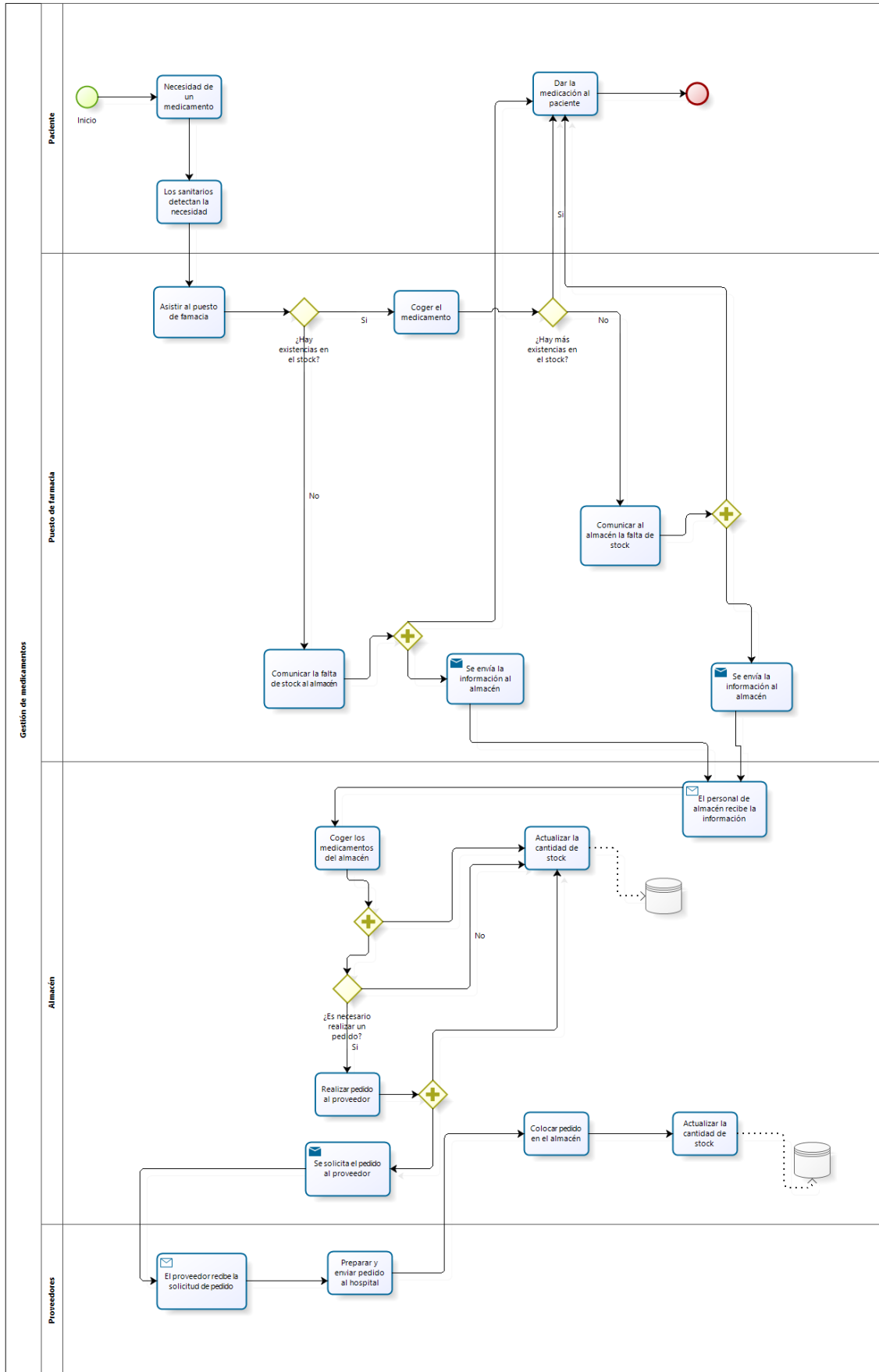


Figura 41. Diseño del modelo sin utilizar el sistema Kanban.

En este caso los porcentajes de las compuertas exclusivas es el siguiente:

1. En la compuerta “¿Hay existencias de stock?” los porcentajes establecidos son: 70% Si, 30% No.
2. En la compuerta “¿Hay existencias de stock?” los porcentajes establecidos son: 60% Si, 40% No.

El porcentaje del “Si” en este caso es más bajo ya que no se dispone de un sistema que garantice la existencia de stock, sino que una vez que se acaba no hay un stock de reserva y por lo tanto hay que esperar a que sea repuesto por el almacén.

Al realizar la simulación, se obtiene un tiempo promedio en el que se completa el proceso entero de 10297,03 minutos. Este tiempo corresponde al número total de pacientes, por lo tanto, sabiendo que la simulación se ha realizado con 750 pacientes, tendríamos un tiempo promedio de 13,73 minutos. Esto representa el tiempo desde que se detecta la necesidad del paciente hasta que se le suministra un medicamento y supone que el suministro de medicamentos a los pacientes sería un 21,5 % más lento.

6. Conclusiones

El objetivo de este trabajo fin de grado ha sido la realización de una propuesta de mejora para el almacenamiento de medicamentos en los puestos de farmacia de los hospitales. Más concretamente en el hospital de campaña de Ifema utilizado durante los meses de marzo y abril del año 2020 para hacer frente a la crisis del Covid-19. Para realizar esta propuesta se ha utilizado el sistema Kanban perteneciente a la filosofía Lean.

Para el fin propuesto, se ha realizado una revisión bibliográfica con la finalidad de entender la metodología Lean Manufacturing, sus distintas estrategias y su aplicación en el ámbito sanitario. Tras el estudio de los diferentes libros y artículos, se ha observado la gran importancia que tienen estos sistemas en empresas de todos los ámbitos y tamaños, desde empresas productivas a empresas de servicios y desde grandes multinacionales a pymes. Pese al gran beneficio que ha demostrado la metodología Lean, esta no había sido implementada en el ámbito sanitario hasta principios de la década de los 2000. En la actualidad, cada vez son más los hospitales que deciden implementar el Lean en diversas áreas consiguiendo grandes avances en la mejora de la atención a los pacientes.

A la hora de realizar la propuesta de mejora lo primero que se ha realizado ha sido un análisis de las diferentes estrategias Lean y de las áreas y actividades de un hospital donde se pueden implementar. Una vez analizado se vio que la gestión del stock en general y del almacenamiento de medicamentos en particular es una de las áreas con más posibilidad de mejora. Dentro de los sistemas Lean el que más se ajusta a la mejora del almacenamiento es Kanban, ya que su objetivo es asegurar la existencia de stock y reducir el tiempo que tardan en este caso los sanitarios en coger los medicamentos y si es necesario en notificar la falta de stock.

Mediante el método Kanban se ha diseñado un espacio de almacenamiento de los medicamentos optimizado y simple teniendo en cuenta que al ser un hospital de campaña la curva de aprendizaje debe ser pequeña. Con el fin de comprobar la eficacia de este sistema se ha realizado una simulación mediante *Business Process Management* (BPM). La simulación ha sido hecha para un sistema de almacenamiento Kanban y uno ordinario. Mediante el software Bizagi se ha modelado todo el proceso de gestión y suministro de medicamentos teniendo en cuenta ambos sistemas. Al comparar ambos resultados se ha visto como el sistema Kanban ofrece resultados muy positivos con respecto al sistema convencional. Analizando los resultados se observa que con el sistema Kanban se consigue reducir el tiempo del proceso y por lo tanto proporcionar una mejor atención a los pacientes.

Índice de figuras.

Figura 1. Beneficios del Lean Manufacturing. Fuente: Estudio 300 empresas Aberdeen Group, 2004.....	4
Figura 2. Toyota Production System. Fuente: Project Engineer.	5
Figura 3. Principios de la metodología 5S. Fuente: 3C Tecnología (Edición 20)	6
Figura 4. Tarjeta roja para la aplicación de Seiri. Fuente: J.Cruz (2010). Manual para la implementación sostenible de las 5S.....	7
Figura 5. Círculo de frecuencia de uso (Seiton). Fuente: 3C Tecnología (Edición 20).....	8
Figura 6. Pilares del TPM. Fuente: Calidad Total.....	12
Figura 7. Matriz de Autocalidad. Fuente:Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación.	15
Figura 8. Ciclo PDCA. Fuente: http://gestion88.blogspot.com/	17
Figura 9. Kanban de producción.....	21
Figura 10. Kanban de transporte. Fuente: Ingeniería de calidad.....	21
Figura 11. Principales categorías que generan despilfarro. Fuente:Tackling Wasteful Spending on Health (OECD)	24
Figura 12. Los 7 despilfarros de la gestión hospitalaria. Fuente: Lean Healthcare (Comtec).....	26
Figura 13. Virginia Mason Production System (VMPS). Fuente: Virginia Mason Medical Center	28
Figura 14. Flujo de pacientes y sanitarios. Fuente: Lean Institute.....	34
Figura 15. Reorganización del flujo de trabajo. Fuente: Lean Institute.	35
Figura 16. Instrucciones sobre la correcta colocación del EPI. Fuente: Public Health England ..	37
Figura 17. Check list Covid-19. Fuente: Hospital Clinic Barcelona.	38
Figura 18. Etiquetas identificadoras para los sanitarios. Fuente: Planet Lean.	39
Figura 19. Kit de intubación. Fuente: Planet Lean	40
Figura 20. Sistema informativo por colores. Fuente: Planet Lean.	41
Figura 21. Sistema informativo por símbolos. Fuente: Planet Lean.	42
Figura 22. Instrucciones del proceso de ventilación. Fuente: Planet Lean.....	43
Figura 23. Plan de Organización de tres niveles. Fuente: Planet Lean.....	45
Figura 24. Distribución pabellones 7 y 9. Fuente: Comunidad de Madrid.....	47
Figura 25. Consecuencias mala gestión del stock. Fuente: Gestión de stocks (Manuel Gutiérrez, UPM)	49
Figura 26. Áreas de trabajo facultativo pabellón 7. Fuente: Comunidad de Madrid.....	51
Figura 27. Áreas de trabajo facultativo pabellón 9. Fuente: Comunidad de Madrid.....	51
Figura 28. Organización por módulos de cada pabellón. Fuente: Comunidad de Madrid	52
Figura 29. Cajetín único con dos compartimentos. Fuente: Guanyu Plastic.....	54
Figura 30. Sistema de doble cajetín. Fuente: Guanyu Plastic	55
Figura 31. Cestas para almacenamiento de medicamentos de mayor tamaño. Fuente: www.cohosa.com	55
Figura 32. Estantería para cajetines. Fuente: www.manutan.es	56
Figura 33. Estantería para cestas. Fuente: www.palexmedical.com	57
Figura 34. Frigorífico para medicamentos. Fuente: Tecnyfarma	58
Figura 35. Tarjeta Kanban. Fuente: Elaboración propia.....	59
Figura 36. Comparación de resultados tras la aplicación de Kanban. Fuente: Hospital de Sierra Norte.	60

Figura 37. Diseño del modelo BPM.	63
Figura 38. Diseño del modelo correspondiente al paciente.	64
Figura 39. Diseño del modelo correspondiente al puesto de farmacia.	64
Figura 40. Diseño del modelo correspondiente al almacén y proveedores.	65
Figura 41. Diseño del modelo sin utilizar el sistema Kanban.	70

Índice de tablas.

Tabla 1. Símbolos Bizagi	62
Tabla 2. Resultados de la simulación.	67
Tabla 3. Costes de los recursos	68
Tabla 4. Costes obtenidos por la simulación.....	68

Bibliografía

- Jody Crane y Chuck Noon. (n.d.). *El papel del pensamiento Lean healthcare en la mejora de las operaciones del sector emergencias*.
- Zidel, T. G. (2006). *A Lean guide to transforming healthcare*.
- Font Noguera, I., Fernández Megía, M. J., Ferrer Riquelme, A. J., Balasch I Parisi, S., Edo Solsona, M. D., & Poveda Andres, J. L. (2013). Mejora del proceso farmacoterapéutico del paciente hospitalizado mediante la metodología Lean Seis Sigma. *Revista de Calidad Asistencial*, 28(6), 370–380.
<https://doi.org/10.1016/j.cali.2013.04.003>
- Ruíz, A. A. B. (2015). *Standar Work for Lean Healthcare* (Vol. 3, Issue 2).
<http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>
- Jones, D., & Mitchell, A. (2006). Lean Thinking en el Sector Sanitario. *Management*.
- OECD. (2017). Tackling Wasteful Spending on Health. In *Tackling Wasteful Spending on Health*. <https://doi.org/10.1787/9789264266414-en>
- Cogesa. (2018). Metodología LEAN aplicada al sector sanitario. *21 Feb 2018*, 1.
<https://www.cogesasl.com/2018/02/21/lean-healthcare/>
- Prats, G., & Lean, E. L. P. (2019). *Cómo el lean ayuda al sector de la sanidad*.
- Rojas Jauregui, Angela. Gisbert Soler, V. (2017). *Lean Manufacturing: Herramienta para mejorar la productividad en las empresas*.
- Gisbert Soler, V. (2015). Lean manufacturing. Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación más usuales. *3C Tecnología*.

- Hernández Matías, Juan Carlos. Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean C manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación* (Asociación Española para la Calidad & Asociación Española para la Calidad Comité de Automoción (eds.))
- Manzano Ramírez, M., & Gisbert Soler, V. (2016). Lean Manufacturing: implantación 5S. *3C Tecnología_Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 5(4), 16–26. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>
- Progressa lean. (2015). Lean Healthcare: Principios Lean En El Sector Sanitario. 2015. <https://www.progressalean.com/lean-healthcare-principios-lean-para-el-sector-sanitario/>
- Palomar-Fernández, C., & Álvarez-Díaz, A. (2020). El servicio de farmacia frente a la logística de adquisición de medicamentos. *Farmacia Hospitalaria: Órgano Oficial de Expresión Científica de La Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria*, 44(7), 17–20. <https://doi.org/10.7399/fh.11489>
- Salud Madrid. (2020). Protocolo Covid Hospital Ifema. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Toyota. (n.d.). *Mapeo De Flujos Y Procesos*.
- Fuden. (2020). *Protocolo IFEMA COVID19*.
- Ministerio de Salud. (2011). *Guía para el almacenamiento de medicamentos*. 11.
- Amaya, C. A., Beaulieu, M., Landry, S., Rebolledo, C., & Velasco, N. (2010). Potenciando la contribución de la logística hospitalaria: tres casos, tres trayectorias. *Management International*, 14(4), 85–98. <https://doi.org/10.7202/044661ar>
- Aranguren-Oyarábal, A., Segura-Bedmar, M., & Calvo-Alcántara, M. J. (2020). Modelo hospital de IFEMA. Implantación y puesta en marcha de su Servicio de Farmacia. <https://doi.org/10.7399/fh.11491>
- Gutiérrez, M. (n.d.). Gestión de stocks. *Unidad de Organización de La Producción Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (UPM)*.
- Ruiz, E. (2017). *El Hospital de Getafe mejora el rendimiento quirúrgico en colaboración con Airbus, eliminando los tiempos muertos*.
- Rosa, A., Calixto, J., Luis, P., & Martínez, V. (2020). *New Evidence of Lean Leadership in Healthcare Institutions Introducción*. 1–16.
- Cristina Adalid Fontcuberta, Flávio Battaglia, Denise Bennett, Oriol Cuatrecasas, Alice Lee, D. C. F. P. and D. J. S. M. (2020). Fighting Covid-19 with lean healthcare. *Planet Lean*. <https://planet-lean.com/lean-healthcare-covid-19/>



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Lean manufacturing en gestión hospitalaria.

MEMORIA PRESENTADA POR:
Gonzalo Domínguez Casals

GRADO DE [*Ingeniería Mecánica*]

Convocatoria de defensa: [*noviembre, 2020*]



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Resumen

Para comenzar este trabajo se realiza una revisión bibliográfica con el fin de analizar la metodología Lean Manufacturing. Se analiza el origen de esta filosofía, las diferentes estrategias y su aplicación en el ámbito sanitario para mejorar la atención a los pacientes. El objetivo de este estudio es llevar la teoría a un caso práctico, el hospital de campaña de Ifema instalado en Madrid para hacer frente a la crisis del Covid-19. La propuesta de mejora se centra en la optimización del almacenamiento y suministro de medicamentos mediante técnicas Lean. Para probar su eficacia se realiza una simulación mediante Business Process Management (BPM).

Summary

To start with this Project, a bibliographic reviews carried out in order to study the Lean Manufacturing methodology. The origin of this philosophy, the different strategies and their application in the health field to improve patient care are analysed. The aim of this study is to theory into practice with the case of Ifema field hospital installed in Madrid to face the Covid-19 crisis. The proposal for improvement focuses on optimizing the storage and supply of medicines using Lean techniques. A simulation using Business Process Management (BPM) is used to test its effectiveness.

Palabras clave

Lean Manufacturing
Lean Healthcare
Kanban
Almacenamiento
Hospital de Ifema