



Universidad  
Internacional  
de Andalucía

## TÍTULO

ROBOTIZACIÓN INTEGRAL DEL ALMACENAMIENTO Y LA  
DISPENSACIÓN DE MEDICAMENTOS EN UN SERVICIO DE FARMACIA

## AUTOR

David Suárez del Olmo

|                 |                                                                                     |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | Esta edición electrónica ha sido realizada en 2025                                  |
| Director        | Dr. Gonzalo Ramos Jiménez                                                           |
| Institución     | Universidad Internacional de Andalucía                                              |
| Curso           | <i>Diploma de Especialización en Digitalización e Innovación en Salud (2022-23)</i> |
| ©               | David Suárez del Olmo                                                               |
| ©               | De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía                             |
| Fecha documento | 2023                                                                                |



Universidad  
Internacional  
de Andalucía



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas  
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>



---

# ROBOTIZACIÓN INTEGRAL DEL ALMACENAMIENTO Y LA DISPENSACIÓN DE MEDICAMENTOS EN UN SERVICIO DE FARMACIA

---

## TRABAJO FINAL DEL DIPLOMA UNIVERSITARIO DE DIGITALIZACIÓN E INNOVACIÓN EN SALUD

Autor: David Suárez del Olmo

Director: Gonzalo Ramos Jiménez

Junio de 2023

# ÍNDICE

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.- RESUMEN DEL PROYECTO.....                                                                                            | 3  |
| 2.- PALABRAS CLAVE.....                                                                                                  | 4  |
| 3.- ANTECEDENTES/JUSTIFICACIÓN.....                                                                                      | 4  |
| 4.- OBJETIVOS.....                                                                                                       | 5  |
| 5.- DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES DESARROLLADAS.....                                                                    | 6  |
| 5.1.- Análisis de las necesidades y elaboración de una memoria descriptiva de la<br>situación en el momento inicial..... | 9  |
| 5.2.- Recopilación de información de las diferentes soluciones de robotización que<br>existen en el mercado.....         | 10 |
| 5.3.- Mapeado de todas las referencias almacenadas en el Servicio de Farmacia.....                                       | 12 |
| 5.4.- Publicación de concurso público.....                                                                               | 18 |
| 5.5.- Desarrollo del <i>layout</i> .....                                                                                 | 19 |
| 5.6.- Cálculo de indicadores.....                                                                                        | 21 |
| 6.- RESULTADOS ESPERADOS Y APLICABILIDAD.....                                                                            | 30 |
| 7.- BIBLIOGRAFÍA.....                                                                                                    | 31 |

## 1. RESUMEN DEL PROYECTO

Desde la creación del primer Servicio de Farmacia Hospitalaria (SFH), el proceso de gestión logística del medicamento, que comienza con su entrada en el hospital y termina con su administración al paciente, ha supuesto un importante reto para los profesionales sanitarios implicados en él. Este reto ha evolucionado a lo largo de los años hasta convertirse en un modelo de gestión más eficiente y, en definitiva, una mayor calidad asistencial.

La seguridad del paciente es una prioridad para las organizaciones sanitarias, los profesionales que trabajan en ellas y para los pacientes y cuidadores. Su consolidación debe ir de la mano del desarrollo tecnológico que se está produciendo en los hospitales. La robotización en este ámbito hospitalario tiene muchas utilidades que son ya una realidad, como por ejemplo, para establecer el diagnóstico de algunas enfermedades, para las intervenciones quirúrgicas y para los sistemas de dispensación y almacenamiento de medicamentos, entre otras.

Dentro de este contexto, el Servicio Madrileño de Salud (SERMAS) está verdaderamente implicado en el desarrollo tecnológico y en la innovación de procesos orientada a mejorar la atención que se brinda a los pacientes en todos los niveles asistenciales. Por ello, desde la Subdirección General de Farmacia y Productos Sanitarios se ha promovido el Proyecto de Innovación Tecnológica para los Servicios de Farmacia del SERMAS.

En este marco se ha diseñado un innovador proyecto de robotización integral del almacenamiento y la dispensación de medicamentos en el Servicio de Farmacia del Hospital Universitario Severo Ochoa (HUSO).

Since the creation of the first hospital pharmacy service (HPS), the process of managing the logistics of medicines, from their arrival at the hospital to their administration to the patient, has been a major challenge for the healthcare professionals involved. Over the years, this challenge has evolved into a more efficient management model and, ultimately, a higher quality of care.

Patient safety is a priority for healthcare organisations, the professionals who work in them, and for patients and carers. Its consolidation must go hand in hand with the technological development taking place in hospitals. The use of robots in the hospital sector has many benefits that are already a reality, such as the diagnosis of some diseases, surgical interventions and medication dispensing and storage systems, among others.

In this context, the Madrid Health Service (SERMAS) is truly committed to technological development and process innovation in order to improve patient care at all levels. For this reason, the Subdirectorate General of Pharmacy and Health Products has promoted the Technological Innovation Project for the SERMAS Pharmacy Services.

Within this framework, an innovative project has been designed for the integral roboticisation of the storage and dispensing of medicines in the Pharmacy Service of the Severo Ochoa University Hospital (HUSO).

## **2. PALABRAS CLAVE**

*Servicio de Farmacia Hospitalaria, robotización, seguridad, reingeniería de procesos, calidad percibida.*

*Hospital Pharmacy Service, robotisation, safety, process re-engineering, perceived quality.*

## **3. ANTECEDENTES/JUSTIFICACIÓN**

En España, los servicios de farmacia hospitalaria tienen sus raíces en el siglo XIX, cuando los hospitales comenzaron a contar con profesionales farmacéuticos para gestionar los medicamentos y brindar un apoyo especializado en el tratamiento de los pacientes. En sus primeras etapas, la función principal de la farmacia hospitalaria era garantizar el suministro adecuado de medicamentos y controlar su almacenamiento y distribución.

Con el tiempo, los servicios de farmacia hospitalaria fueron adquiriendo un papel más activo en la atención médica, colaborando estrechamente con el equipo clínico para garantizar la eficacia y seguridad de los tratamientos farmacológicos. Se implementaron prácticas como la validación de prescripciones médicas, el seguimiento de la farmacoterapia y la provisión de información farmacológica a los profesionales de la salud.

En las últimas décadas, la farmacia hospitalaria ha experimentado una transformación significativa debido a los avances tecnológicos y científicos. La incorporación de sistemas informáticos y tecnología de automatización ha permitido agilizar los procesos de dispensación y garantizar un mayor control en la gestión de inventarios y la trazabilidad de los medicamentos.

Además, se ha fortalecido la labor asistencial y clínica de la farmacia hospitalaria, participando en comités de terapéutica y seguridad, y colaborando en la elaboración de protocolos y guías de práctica clínica relacionados con el uso racional de los medicamentos.

En la actualidad, los servicios de farmacia hospitalaria desempeñan un papel fundamental en la mejora de la calidad asistencial y la seguridad del paciente. Se han implementado sistemas de validación electrónica de prescripciones y programas de farmacovigilancia, que permiten detectar y prevenir interacciones medicamentosas, reacciones adversas y errores de medicación.

En conclusión, la historia de los servicios de farmacia hospitalaria en España ha sido un proceso de adaptación y mejora constante para garantizar una atención farmacéutica integral y segura. Desde sus inicios como meros proveedores de medicamentos hasta su actual participación activa en la toma de decisiones terapéuticas, la farmacia hospitalaria ha demostrado ser un pilar fundamental en el cuidado de los pacientes y la optimización de los resultados de la farmacoterapia, experimentando transformaciones significativas, adaptándose a los avances científicos, tecnológicos y a las necesidades cambiantes de los pacientes.

#### **4. OBJETIVOS:**

La seguridad del paciente es una prioridad para el Hospital Universitario Severo Ochoa (HUSO) y la gestión del medicamento en todos sus niveles es un factor determinante en la misma. El Servicio de Farmacia ha desarrollado sus líneas estratégicas en base a este ello y se ha diseñado un plan que prioriza la seguridad y la eficiencia, para lo que se apoyará en la automatización de procesos como herramienta para llevarlo a cabo.

Las líneas estratégicas del Servicio de Farmacia son:

- Implementar cambios organizativos y tecnológicos que permitan mejorar la calidad de la atención a los pacientes.
- Desarrollar e implantar actuaciones dirigidas a mejorar la seguridad del sistema de utilización de los medicamentos dispensados desde el Servicio de Farmacia.
- Optimizar la atención farmacéutica de los pacientes con la finalidad de obtener el máximo beneficio clínico.
- Instaurar procedimientos que permitan una reducción del inventario de medicamentos de pacientes de forma segura, permitiendo un mejor control del stock disponible.

Los beneficios de esta implantación tecnológica repercutirán en el resto del hospital debido a que se mejorarán los procesos de dispensación, se optimizará la gestión del almacén de medicamentos, reduciendo el inventario y teniendo un mayor control de las caducidades y se producirá un incremento de la seguridad del paciente, aumentando de este modo la calidad percibida por los pacientes.

Partiendo de estas líneas estratégicas, se han definido los siguientes objetivos:

- Optimizar los recursos disponibles en el servicio de farmacia, tanto materiales como humanos, tras la robotización del almacén central de medicamentos del Servicio de Farmacia.
- Incrementar el control de las existencias y, mediante el análisis de los datos que se generen, realizar las predicciones de los pedidos que se deben realizar para garantizar el stock disponible.
- Registrar la trazabilidad de los medicamentos, desde que llegan al hospital y hasta que son administrados, para incrementar la seguridad.
- Dotar a determinados pacientes externos, previamente seleccionados, de autonomía y flexibilidad en el momento de recoger su medicación, lo que repercutirá en una mejora de la calidad percibida por los mismos.

## **5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES DESARROLLADAS**

La correcta gestión del medicamento es una prioridad para las organizaciones sanitarias, los profesionales sanitarios y para la sociedad en general, debido al elevado consumo de recursos económicos que supone, tanto materiales como humanos, por lo que es imprescindible realizar una gestión racional y responsable. La automatización se está convirtiendo en la herramienta principal y se abre camino en cada vez más áreas de la sanitarias. La robótica es ya una realidad para establecer el diagnóstico de algunas enfermedades, para las intervenciones quirúrgicas y, por supuesto, para los sistemas de dispensación y almacenamiento de medicamentos. Los medicamentos suponen un factor determinante en la seguridad clínica y, por lo tanto, los SFH no pueden quedar al margen de esta tendencia emergente.

La robotización de procesos logísticos se ha convertido en una parte fundamental de la Inteligencia Artificial (IA), revolucionando la forma en que se gestionan y optimizan las operaciones en la cadena de suministro. En este trabajo, se describe en detalle cómo la robotización provoca una necesaria reingeniería de los procesos logísticos del SFH, impulsando la productividad y la eficiencia.

En el ámbito de la farmacia hospitalaria, la robotización de procesos logísticos se refiere al uso de robots y sistemas automatizados para llevar a cabo tareas y actividades relacionadas con la gestión y el transporte de medicamentos, desde su entrada en el hospital hasta su administración a los pacientes. Estos robots pueden ser físicos, como vehículos autónomos o brazos robóticos, o programas de software que automatizan tareas y decisiones.

Uno de sus principales beneficios es la mejora de la eficiencia operativa, ya que los robots pueden realizar tareas repetitivas de manera más rápida y precisa que los humanos, lo que reduce los tiempos de espera y aumenta la velocidad de ejecución. Los robots pueden funcionar 24 horas al día durante los 7 días de la semana, sin necesidad de descansos o pausas, lo que se traduce en una mayor productividad.

También pueden ayudar a minimizar los errores y mejorar la precisión, ya que están programados para seguir instrucciones precisas de manera consistente, lo que reduce la probabilidad de errores humanos. Esto es especialmente importante en las actividades relacionadas con medicamentos, donde la precisión es fundamental para evitar errores potencialmente graves para la salud del paciente.

Por otro lado, la robotización contribuye a la optimización de gestión de inventarios. Se pueden monitorizar en tiempo real los niveles de stock, identificar productos caducados o en riesgo de caducar próximamente y realizar pedidos de reposición de manera correcta. Esto ayuda a evitar problemas de inventario, como exceso de stock o falta de productos, optimizando así la cadena de suministro y mejorando la calidad del proceso.

La integración de la robotización en la logística implica también el uso de sistemas de IA. Los robots pueden estar equipados con capacidades de aprendizaje automático, lo que les permite adaptarse y mejorar continuamente el desempeño medida que interactúan con los datos y el entorno. Por ejemplo, los robots aprenden a optimizar los tiempos de entrega en función de la rotación de cada medicamento, almacenándolo en la ubicación más favorable para reducir los tiempos de dispensación.

También supone un impacto positivo en la seguridad, tanto de los trabajadores como de los pacientes. Pueden asumir tareas peligrosas, como la manipulación de medicamentos citostáticos, u otras que implican levantar objetos pesados en el almacén de medicamentos, reduciendo el riesgo de lesiones del personal sanitario. Esto no solo mejora las condiciones laborales, sino que también reduce los costos asociados con los accidentes laborales y las reclamaciones por lesiones.

La prevalencia de errores en la dispensación de medicamentos es generalmente baja en comparación con la tasa de errores asociados a la prescripción médica o a la administración. Sin embargo, el elevado volumen de medicamentos que se dispensan desde un SFH hace que esta baja tasa de error pueda traducirse en un elevado número de errores. La implantación de sistemas de dispensación robotizada es una medida realmente efectiva para minimizarlos.

Los SFH del SERMAS están implicados en el desarrollo tecnológico y en la innovación de procesos orientada a mejorar la atención farmacéutica. En las últimas décadas han ido progresivamente incorporando tecnología para automatizar los procesos relacionados con la utilización de medicamentos.

El informe AIREF-2020 “Gasto hospitalario del SNS: farmacia e inversión en bienes de equipo” incluye entre sus propuestas para mejorar la eficiencia la automatización del almacenamiento y dispensación de medicamentos tanto en pacientes ingresados como externos. El informe evalúa el impacto de estas medidas, que considera de evidencia contrastada, y calcula ahorros anuales del orden de millones de euros.

En el marco del “Programa de desarrollo de medidas para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad del Sistema Nacional de Salud” la Subdirección General de Farmacia y Productos Sanitarios de la Comunidad de Madrid, ha impulsado un proyecto de innovación para los SFH, con el objetivo de modernizar estructuras, equipamientos y tecnología de los centros sanitarios y sociosanitarios y de desarrollar medidas para la mejora de la atención farmacéutica, incluyendo la inversión para la robotización de los servicios.

Para ello, se constituyó un grupo de trabajo formado por farmacéuticos especialistas en Farmacia Hospitalaria con experiencia en nuevas tecnologías y coordinado por la citada Subdirección. La metodología ha consistido en realizar un análisis inicial de la situación, con el objetivo de detectar los problemas e identificar las necesidades, para posteriormente priorizar objetivos y definir el plan concreto de actuación, el modelo de seguimiento y la evaluación.

En este trabajo se realiza una descripción de las actuaciones desarrolladas para la implantación de un innovador proyecto de robotización integral del almacenamiento y la dispensación de medicamentos en el Servicio de Farmacia del Hospital Universitario Severo Ochoa (HUSO).

Se trata de un proyecto de transformación tecnológica pionero en nuestro entorno, ya que se pretende robotizar prácticamente el 100 % de los medicamentos gestionados y dispensados en el Servicio de Farmacia. Este proceso consta de varias fases:

1. Análisis de las necesidades y elaboración de una memoria descriptiva de la situación en el momento inicial.
2. Recopilación de información de las diferentes soluciones de robotización que existen en el mercado.
3. Mapeado de todas las referencias que hay almacenadas en el Servicio de Farmacia.
4. Publicación de un Concurso Público en el que los proveedores presentan sus proyectos en función de las necesidades descritas en el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT).
5. Desarrollo del layout en colaboración con el proveedor adjudicatario, así como el desarrollo de las integraciones informáticas necesarias para la viabilidad del proyecto.
6. Cálculo de indicadores PRE – POST robotización (indicadores de proceso, de seguridad, de gestión y de calidad percibida).

### **5.1.- Análisis de las necesidades y elaboración de una memoria descriptiva de la situación en el momento inicial**

Para la realización de este trabajo, en primer lugar se ha realizado un análisis de las necesidades actuales del SFH, que tiene como objetivo estudiar la viabilidad de la implantación de un sistema robotizado en el almacén general de farmacia. Para ello se han analizado:

- Los medicamentos y el número de envases para dimensionar el tamaño del sistema robotizado.
- Los medicamentos que por sus dimensiones o características no tienen cabida en el sistema robotizado.
- La adaptación de los envases a los pedidos de botiquines de planta del hospital.
- Los circuitos y flujos de trabajo relacionados con el medicamento, desde su entrada al hospital hasta su dispensación.

En este contexto, se han planteado diferentes procesos que se podrían robotizar en nuestro SFH, en función de las características de los mismos:

- Tareas repetitivas, variadas en las que es fácil equivocarse, como la dispensación de medicamentos, tanto para los pacientes ingresados en el hospital como a pacientes externos que acuden al SFH a recoger su tratamiento.

- Tareas que deben hacerse con máxima calidad desde el primer momento y que no añaden valor, como la reposición del stock o en control de inventario.

A su vez, se han planteado tanto las potenciales dificultades como los elementos facilitadores que podrían aparecer en este proyecto:

| DIFICULTADES                                                                 | ELEMENTOS FACILITADORES                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Proyecto pionero (falta de datos, dimensionamiento).                         | Ilusión y expectativas por estrenar tecnología                                    |
| Complejo proceso de implantación.                                            | Disposición de un equipo técnico <i>full time</i> en la implantación y formación. |
| Cambio cultural importante para el personal del SFH (resistencia al cambio). | Mejora continua en los procesos de integración con los sistemas robotizados.      |
| Falta de gestión de algunos medicamentos.                                    | Entrada de albaranes directamente al programa de gestión.                         |
|                                                                              | Trazabilidad del 100% de los medicamentos dispensados.                            |
|                                                                              | Integración de las salidas con el software de gestión.                            |
|                                                                              | Integración de las prescripciones médicas.                                        |

## 5.2.- Recopilación de información de las diferentes soluciones de robotización que existen en el mercado

En los meses previos al estudio se ha recogido información acerca de los sistemas robotizados de almacenamiento y dispensación de medicamentos disponibles en el mercado con el objeto de conocer las principales características de cada uno de ellos y la posterior elaboración de un Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT) ajustado a las necesidades de nuestro hospital, para que los proveedores pudieran presentar sus propuestas en un concurso público.

A continuación, se exponen las principales características de los mismos:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Proveedor: ALGALASA Tecnología y Salud</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Equipo: MT.XL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Descripción: se trata de un sistema compuesto por dos sistemas robotizados sincronizados, con capacidad conjunta de 79.944 envases de tamaño medio estándar (10,2 x 4,4 x 2,7 cm), y de dos módulos externos de carga automática MT.OPTIMAT PLUS con cinta tolva de carga con capacidad para unas 2.000 envases simultáneamente. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Proveedor: KANBANLOG</b>                                                                                                                                                                                                                                             |
| Equipo: APOSTORE DUPLO A1000E                                                                                                                                                                                                                                           |
| Descripción: sistema robotizado con sistema de recepción por carga automática y sistema automático de autolimpieza (ApoClean). Dos sistemas robotizados dispuestos en paralelo, uno de ellos dentro de una cámara frigorífica para almacenar medicamentos termolábiles. |

|                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Proveedor: GRIFOLS MOVACO</b>                                                                                                                                                                                        |
| Equipo: RIEDL PHASYS (PHarmacy Automation SYStem)                                                                                                                                                                       |
| Descripción: sistema de automatización de distribución de medicamentos que se compone de un sistema robotizado a temperatura ambiente y otro dentro de una cámara refrigerada para almacenar medicamentos termolábiles. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Proveedor: BECTON DICKINSON</b>                                                                                                                                                                                                                                        |
| Equipo: ROWA Vmax 160                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Descripción: sistema de robotización de almacenamiento y dispensación de medicamentos que se compone de un sistema robotizado y un sistema de carga automática. Una cámara frigorífica aísla la parte del robot destinada al almacenamiento de medicamentos termolábiles. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Proveedor: PALEX MEDICAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Equipo: OMNICELL MEDIMAT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Descripción: sistema de robotización de almacenamiento y dispensación de medicamentos que se compone de tres brazos robóticos, uno de los cuales se ubica en el interior de una cámara refrigerada para almacenar medicamentos termolábiles, cada uno de ellos provisto de un sistema de carga automática Fill-in-Box y de un sistema de carga semi-automática Fill-in-Door. |

### **5.3.- Mapeado de todas las referencias almacenadas en el SFH**

Se ha realizado un mapeado de las aproximadamente 1500 referencias que se tienen almacenadas en el SFH, registrando las siguientes variables: código nacional, descripción, ubicación actual, unidades por envase, dimensiones del envase (longitud, anchura y altura), tipo de acondicionamiento primario, tipo de acondicionamiento secundario, unidades por blíster (si lo hubiera), presentación envasada en dosis unitaria, consumo en los últimos 12 meses y observaciones, como puede observarse en la Figura 1.

En base a estos datos se ha realizado un adecuado dimensionamiento del almacén y una precisa reingeniería de procesos.

Los medicamentos se reciben en el SFH y el albarán se introduce en el programa de gestión FARHOS, que se integrará con el software del sistema robotizado. Una vez se ha dado entrada al albarán se procederá a almacenar el medicamento en la ubicación preestablecida:

#### **5.3.1.- MEDICAMENTOS ALMACENADOS EN EL SISTEMA ROBOTIZADO**

Dentro del sistema robotizados se encontrarán ubicados la mayoría de los medicamentos. Se podrán realizar dispensaciones directamente a la unidad de día, a Hospital de Día, a Pacientes Externos, al servicio de Urgencias y a las plantas de hospitalización.

#### **5.3.2.- MEDICAMENTOS ALMACENADOS FUERA DEL SISTEMA ROBOTIZADO**

Debido a las limitaciones de almacenamiento del sistema robotizado (dimensión máxima de los envases, forma del acondicionamiento primario, etc.), los medicamentos que no se puedan almacenar en el mismo, se ubicarán en una zona destinada para ellos en el SFH. Estos medicamentos son los siguientes:

- Nutriciones enterales
- Sueroterapia
- Antisépticos
- Paracetamol IV
- Medicamentos No Guía
- Estupefacientes

<

*Figura 1.- Registro del dimensionamiento de las referencias almacenadas en el almacén del SFH.*

El stock disponible de estos medicamentos estará controlado por el software del sistema robotizado a pesar de estar ubicados fuera del mismo.

Los medicamentos estupefacientes se almacenarán en el armario electrónico Omnicell que se encuentra en el cuarto de estupefacientes y desde allí se realizarán las dispensaciones a los armarios Omnicell periféricos que se encuentran en las diferentes plantas.

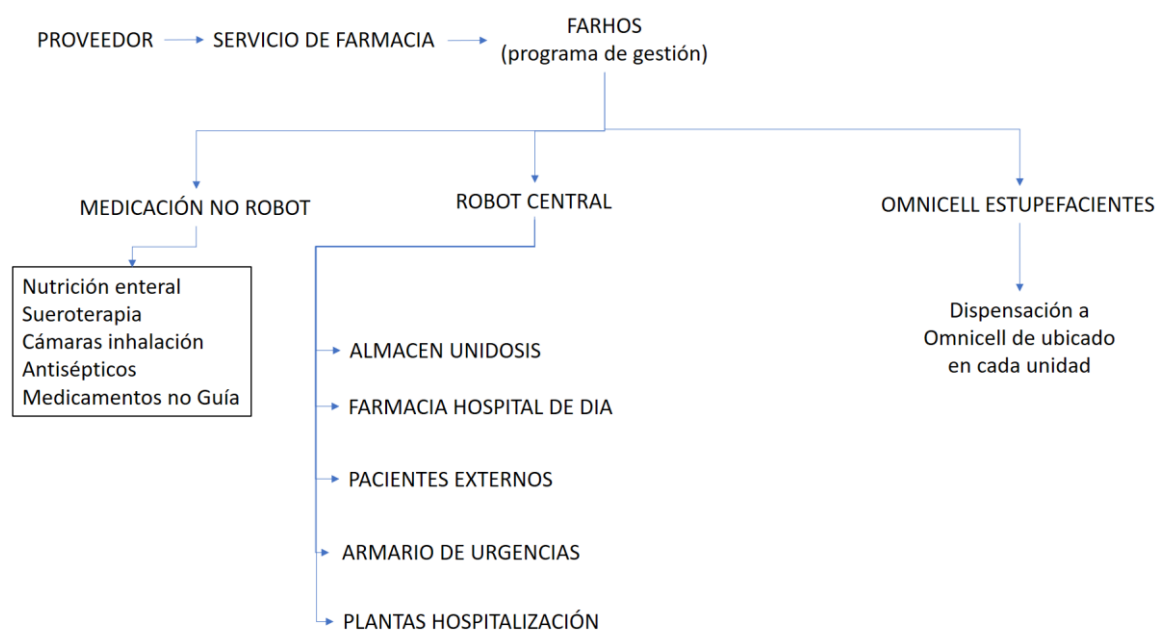


Figura 2.- Circuitos de distribución de medicamentos en el HUSO.

### 5.3.3.- DISEÑO DE NUEVOS CIRCUITOS

#### 5.3.3.1- Gestión de sólidos orales

Cuando se recibe un medicamento cuya forma farmacéutica es un sólido oral (comprimidos, cápsulas, sobres...) puede ser un envase normal o un envase clínico (>100 ud.).

Si se trata de un envase clínico la forma farmacéutica se presentará en formato unidosis. Será necesario realizar un fraccionamiento del envase y reacondicionar en envases más pequeños con un número preestablecido de unidades. Posteriormente se procederá al etiquetado de dichos envases y a introducirlos en el sistema robotizado.

En el caso de ser **envases normales** existen dos opciones:

- Dosis unitarias: los envases se introducen directamente en el sistema robotizado.
- No dosis unitarias: se realizará un reenvasado en dosis unitarias y a continuación se reacondicionará en envases con un número preestablecido de unidades. Posteriormente se procederá al etiquetado de dichos envases y a introducirlos en el sistema robotizado.

## Gestión de sólidos orales

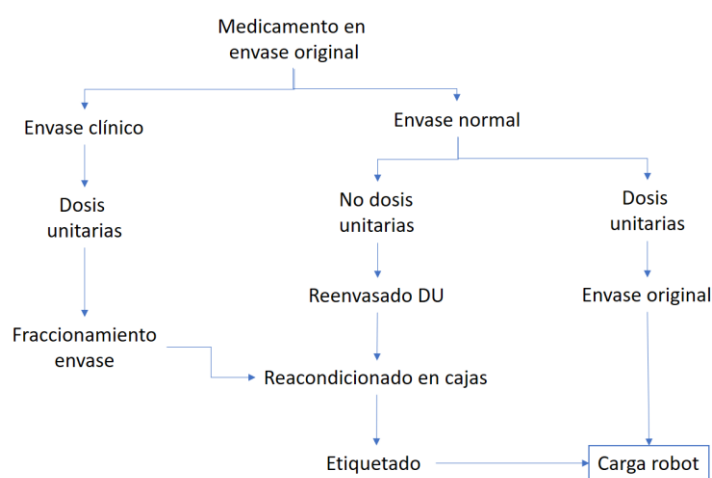


Figura 3.- Circuitos de distribución de sólidos orales.

### 5.3.3.2- Gestión de ampollas/viales

Cuando se recibe un medicamento cuya forma farmacéutica es una ampolla o vial se pueden dar varias situaciones:

#### Envases Clínicos (>50 uds.):

- Si se trata de un envase clínico (>50 uds.), en el que cada unidad viene con un cartonaje individual e incorpora un código de barras/QR en dicho cartonaje, se introducirá directamente en el sistema robotizado.
- Si se trata de un envase clínico (>50 uds.), en el que cada unidad viene con un cartonaje individual, pero no incorporan un código de barras/QR en dicho cartonaje individual,

se procederá a etiquetar todas las unidades con un código generado por el software del sistema robotizado y posteriormente se introducirán en el sistema robotizado.

- Si se trata de un envase clínico (>50 uds.), en el que las unidades vienen sin un cartón individual, se procederá a reacondicionar en envases con una cantidad de unidades previamente configurada, se etiquetarán estos envases con un código generado por el software del sistema robotizado y posteriormente se introducirán en el sistema robotizado.

## Gestión de ampollas/ viales

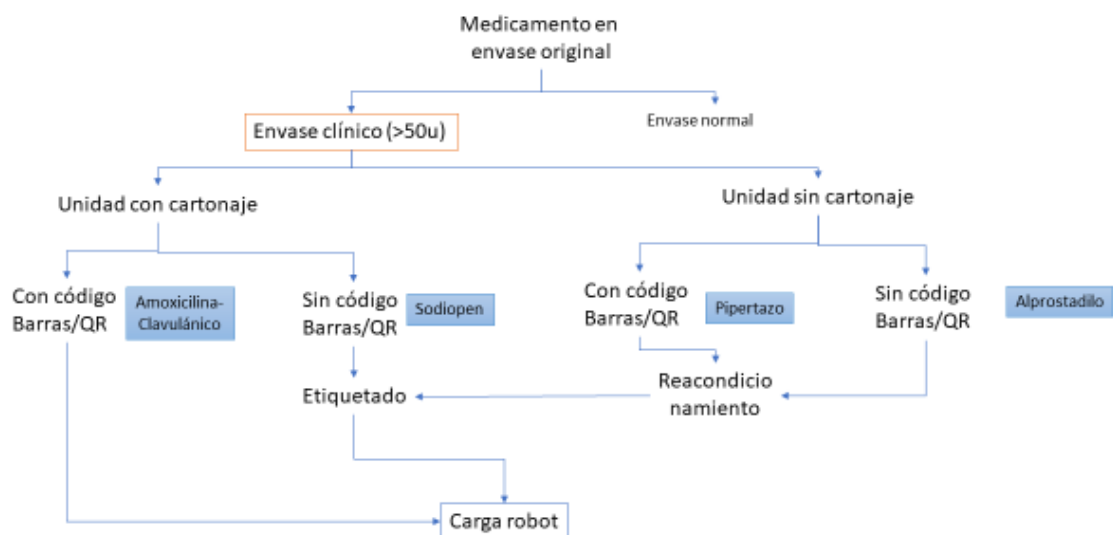


Figura 4.- Circuitos de distribución de ampollas/viales (envases clínicos).

#### Envases normales (<50 uds.):

- Si se trata de un envase unitario, con cartonaje y provisto de código de barras/QR, se introducirá directamente en el sistema robotizado.
- Si se trata de un envase con código de barras/QR, que contiene varias unidades sin cartonaje individual:
  - si son >20 unidades por envase: se procederá a reacondicionar en envases con una cantidad de unidades previamente configurada, se etiquetarán estos envases con un código generado por el software del sistema robotizado y posteriormente se introducirán en el sistema robotizado.
  - si son <20 unidades por envase: se introducirá directamente en el sistema robotizado.

## Gestión de ampollas/ viales

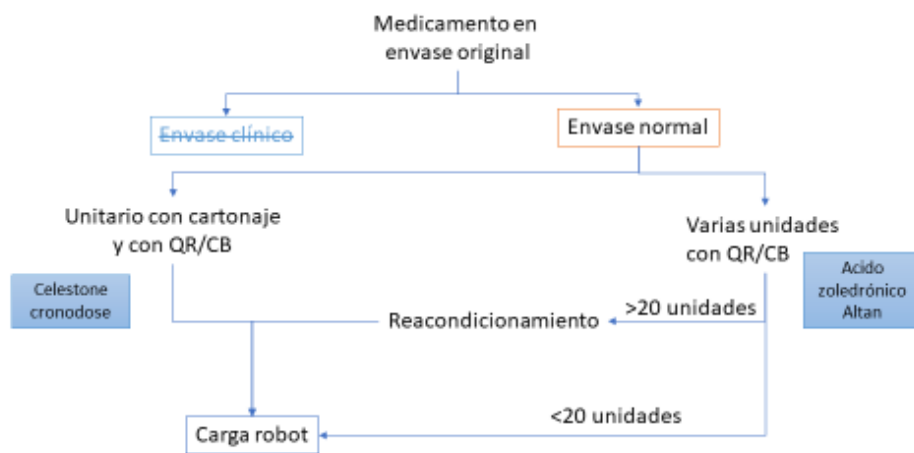


Figura 5.- Circuitos de distribución de ampollas/viales (envases normales).

### **5.3.3.3- Gestión de otras formas farmacéuticas**

Los jarabes, soluciones orales, cremas, pomadas, colirios... se presentan en formato individual con cartonaje y provistos de código de barras/QR, por lo que podrán introducirse directamente en el sistema robotizado. En caso de no cumplir dichas características se procederá a estudiar la manera más adecuada de gestionarlos.

Todos aquellos medicamentos que, debido a sus características (forma del envase, dimensiones...), no puedan almacenarse dentro del sistema robotizado, serán almacenados fuera del mismo en una ubicación predeterminada, pero siempre se gestionarán desde el software del sistema robotizado.

## **5.4.- Publicación de un concurso público**

Se convocó un concurso público para la instalación y puesta en marche del sistema robotizado de almacenamiento y dispensación de medicamentos. Las diferentes propuestas presentadas se evaluaron mediante criterios objetivos en función de las necesidades descritas en el PPT.

Los cuatro proveedores que concurrieron fueron:

- Kanbanlog
- Palex Medical
- Grifols Movaco
- Becton Dickinson

Finalmente, el proveedor adjudicatario fue PALEX MEDICAL, S.L.

### **5.5.- Desarrollo del *layout***

En función de la estructura del SFH y teniendo en cuenta los requerimientos técnicos de la implantación del equipo, se ha desarrollado el *layout* del proyecto. En él han participado, además del SFH y el proveedor del equipo, el Servicio de Riesgos Laborales y el equipo de ingeniería y mantenimiento del hospital. Esta colaboración multidisciplinar ha desembocado en un diseño óptimo y totalmente adaptado a las necesidades planteadas, como puede observarse en las figuras 6 y 7, en las que se detalla el diseño a medida que se ha desarrollado para este sistema robotizado.

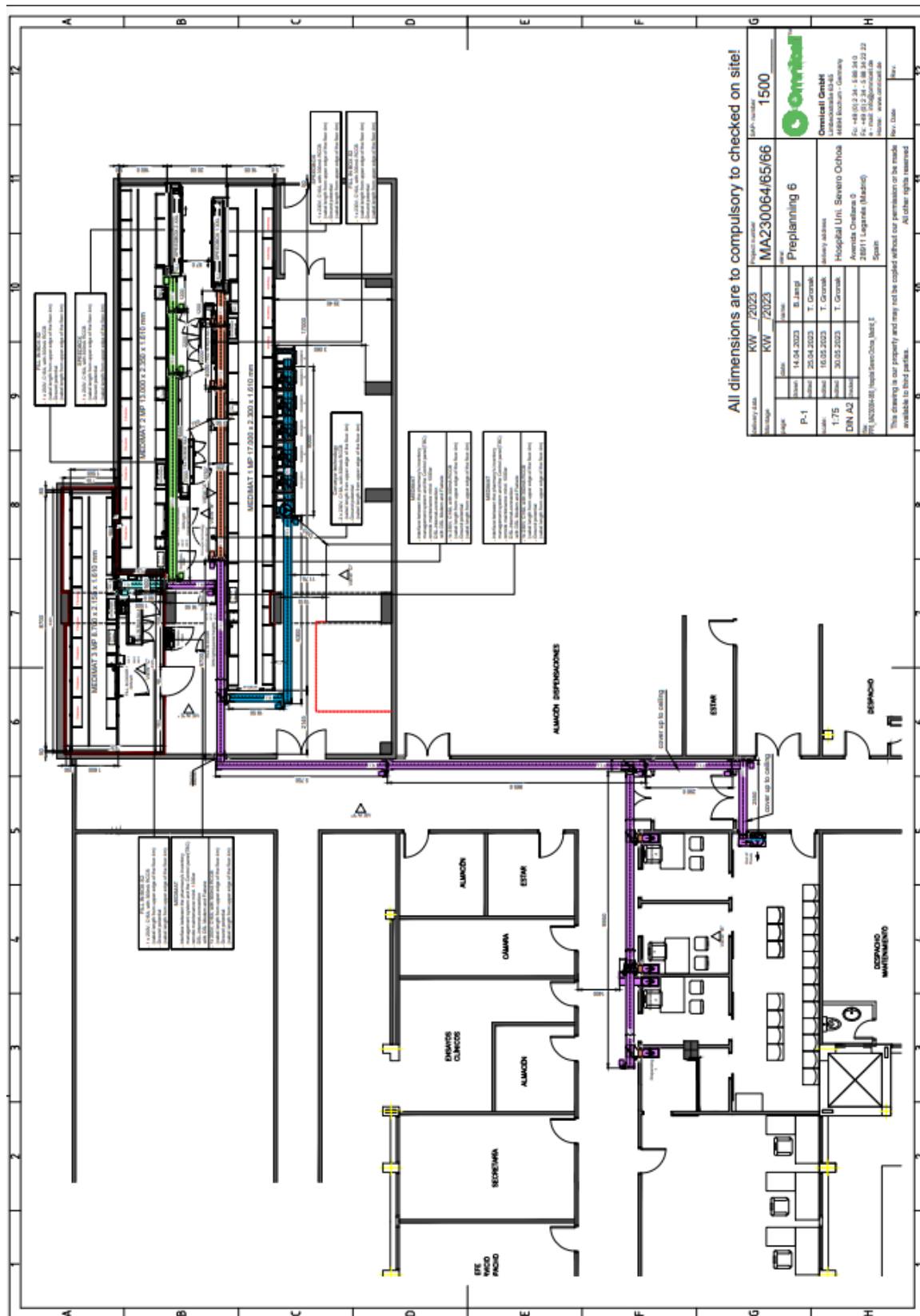


Figura 6.- Layout propuesto (planta)



## **5.6.- Cálculo de indicadores**

Se diseña un estudio observacional en el Hospital Universitario Severo Ochoa, con el objetivo de valorar el efecto de la implantación de un Sistema Robotizado de Almacenamiento en el almacén general de medicamentos del SFH. Se trata de un estudio del tipo antes y después (PRE-POST), con una duración de 4 meses en cada fase. La medición del efecto se realiza con indicadores previamente elaborados por un grupo de trabajo de farmacéuticos.

Se han considerado cinco grupos de indicadores: de proceso, de seguridad, de gestión, de calidad percibida y económicos. Para cada indicador se ha definido el fundamento teórico, la hoja de registro con las variables a recoger y la ficha resumen donde se describen los aspectos prácticos para realizar las mediciones. Como indicador principal del estudio se ha elegido el Retorno de la Inversión (ROI) en años y en unidades monetarias, que se calculará teniendo en cuenta la inversión realizada y los ahorros generados por el sistema en relación con las tres principales dimensiones del estudio: la dimensión de procesos, la de seguridad y la de gestión. La mejora en la utilización de recursos humanos, en la gestión de medicamentos y en coste por resultados negativos de la medicación (RNM) evitados, serán los tres elementos de beneficio que van a formar parte del ROI. El resto de los indicadores servirán para evaluar el impacto que tiene el sistema sobre la organización del SFH.

Por último, se realizarán encuestas a pacientes y profesionales con objeto de valorar la percepción de la calidad y la experiencia de uso tras la implantación. Para la elaboración de las encuestas se han seguido las recomendaciones de la Subdirección General de Calidad Asistencial y Cooperación Sanitaria de la Comunidad de Madrid.

Se espera que el sistema instalado tenga un impacto económico-asistencial favorable y que la metodología empleada sirva como instrumento para la toma de decisiones futuras sobre la inversión en estas u otras tecnologías de almacenamiento y dispensación de medicamentos.

### **6.1.- PERÍODOS DEL ESTUDIO**

El estudio tendrá una duración de cuatro meses en la fase de PRE - implantación y de otros cuatro meses en la fase POST - implantación del sistema robotizado.

El estudio POST - implantación comenzará al menos 3 meses después de la puesta en marcha del sistema robotizado.

Se desarrollará durante los días laborables en el turno de mañana y/o de tarde.

## 6.2.- MEDICAMENTOS EXCLUIDOS DEL ESTUDIO

En la fase POST se excluirán del cálculo aquellos medicamentos que no puedan ser gestionados por el sistema robotizado debido a que no cumplen el estándar definido, principalmente por la forma o por el tamaño del envase. Quedan excluidos también los medicamentos de ensayo clínico.

## 6.3.- TAMAÑO MUESTRAL

El cálculo del tamaño muestral se realizará de acuerdo con la metodología utilizada en la investigación clínica y epidemiológica (*Marrugat y col, 1988*). Para ello, se utilizará la calculadora GRANMO. Como se va a estudiar el acontecimiento antes y después de la intervención (robotización) en un mismo grupo de individuos, se utilizará la comparación de dos medias apareadas cuando la variable sea cuantitativa y la comparación de proporciones apareadas cuando la variable sea cualitativa. El tamaño muestral de la encuesta de satisfacción a los pacientes se calculará con la estimación poblacional de medias.

## 6.4.- INDICADORES DEL ESTUDIO

Para la evaluación de la tecnología implantada se han elaborado los indicadores del estudio relacionados con el almacenamiento y la dispensación de medicamentos. Estos indicadores se han dividido en: indicadores de proceso, de seguridad, de gestión, de calidad percibida, tanto por los pacientes como por los profesionales sanitarios, y económicos. Para su confección se han consultado los trabajos de *Negro y col (2017)* y *Rabuñal y col (2014)*.

| Proceso                                                                                                                                                                                                            | Seguridad                                                                                                                                              | Gestión                                                                                                                                                                                                                                                                          | Calidad percibida                                                                                                           | Económicos                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Calidad en la dispensación</li><li>• Tiempo de reposición</li><li>• Tiempo de dispensación</li><li>• Almacenaje correcto</li><li>• Tiempo de gestión del almacén</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Resultados negativos de medicación (RNM) evitados</li><li>• Incidencia de RNM</li><li>• Coste de RNM</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Rotación de stock</li><li>• Valor contable inventario</li><li>• Rotura de stock</li><li>• Concordancia del stock</li><li>• Pérdidas de inventario</li><li>• Control de caducidades</li><li>• Pérdidas económicas por caducidad</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Satisfacción de los profesionales</li><li>• Satisfacción de los pacientes</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Retorno de la inversión (ROI)</li></ul> |

Tabla 1. Indicadores del estudio

Para cada indicador se han definido tres apartados: Fundamento (donde se justifica su inclusión), Hoja de registro (que contiene los campos que se incorporarán al fichero de recogida de datos) y la Ficha del indicador (que resume sus características principales). *Anexos*

#### **6.4.1.- INDICADORES DE PROCESO**

Los procesos de adquisición, recepción, almacenamiento y dispensación de medicamentos son elementos clave en los SFH. De hecho, el almacenamiento y la dispensación de medicamentos representan el mayor porcentaje de la producción de un SFH medida en Unidades Relativas de Valor (URV). Por ello, resulta esencial disponer de nuevos sistemas que agilicen estos procesos y poder cuantificar su impacto tras su implantación.

##### **6.4.1.1.- Calidad en la dispensación de medicamentos a pacientes externos:**

La dispensación de medicamentos debe ser un proceso desprovisto de errores. La mayoría de los estudios demuestran que gran parte de los errores de dispensación no producen daño en el paciente, y por ello se denominan *cuasi* errores, pero ocasionan un uso inapropiado del medicamento, inquietud en el profesional sanitario, malestar e incomodidades en el paciente, incluido la pérdida de confianza en el sistema sanitario, reclamaciones, quejas en redes sociales, etc. Por eso, un sistema de dispensación a través de una tecnología que disminuya este tipo de errores tiene muy buena aceptación en el entorno hospitalario. Los errores sin daño, al requerir trabajo adicional para corregirlos, ocasionan pérdida de tiempo, y repercuten de este modo en el gasto.

##### **6.4.1.2.- Tiempo de reposición:**

La reposición de los medicamentos que entran en el almacén de la UPE es, junto con la gestión de stock, una de las tareas que realizan los técnicos de farmacia y que puede automatizarse con los sistemas robotizados. Esto puede traducirse en una mayor disponibilidad del personal técnico para la atención de los pacientes y disminuir el tiempo de espera de estos. No hay estudios que contabilicen de forma aislada el tiempo de reposición, pero sí el tiempo de gestión del almacén en el que se incluyen otros conceptos como la revisión del inventario o el control de caducidades. Así, en el estudio de *Rodríguez (2015)*, la mediana del tiempo diario empleado en la gestión del almacén

por el técnico de farmacia fue de 1h 36m y pasó a 39 m cuando se robotizó. La contabilidad de este tiempo es importante para la fórmula de cálculo del ROI.

#### **6.4.1.3.- Tiempo de dispensación:**

Este indicador incluye dos tiempos, el de espera a ser atendido más el tiempo de entrega de la medicación que, a su vez, puede realizarse con o sin intervención farmacéutica. Está influenciado por tres factores importantes: la cita previa, los recursos de personal y las incidencias en la dispensación. La primera y segunda influyen en el tiempo de espera y la tercera en el tiempo de entrega. Las incidencias son motivo de interrupciones en la atención al paciente y van en detrimento de la calidad del servicio, siendo una de las incidencias más destacadas la corrección de la prescripción médica. Los sistemas robotizados podrían mejorar el tiempo de dispensación habiéndose demostrado que donde más lo reducen es en el tiempo de espera del paciente. Es debido a que permite al TF/TCAE dedicar más tiempo de la jornada laboral a la atención al paciente, con lo que más puestos de dispensación están activos (*Rodríguez, 2015*). Este indicador entra directamente en el cómputo del ROI.

#### **6.4.1.4.- Almacenaje correcto:**

La adecuada disposición de los medicamentos es fundamental para una buena organización del almacén de la UPE. Se facilita el acceso a los envases, se optimiza el volumen almacenado, se reducen los tiempos de búsqueda, permite un mejor control, etc. Los sistemas tradicionales de almacenamiento basados en estanterías tienen muchas desventajas frente a los sistemas robotizados, detectándose diversos problemas como ubicaciones incorrectas, etiquetado deficiente, medicamentos caducados, poca flexibilidad para incorporar nuevos medicamentos, etc.

#### **6.4.1.5.- Tiempo de gestión del almacén:**

La adquisición de medicamentos, la revisión de stock y la comprobación de caducidades es una de las tareas que más tiempo consume a los profesionales de farmacia pero, afortunadamente, estos procesos son fácilmente automatizables mediante la robotización. Un autor ha calculado una reducción del tiempo diario en la gestión del almacén por el técnico de farmacia en aproximadamente 50 minutos (*Rodríguez, 2015*). Este indicador forma parte del cálculo del ROI.

#### **6.4.2.- INDICADORES DE SEGURIDAD**

La seguridad del paciente está íntimamente relacionada con los sistemas de uso de medicamentos que disponga el hospital, siendo la prescripción informatizada, la dispensación robotizada y la administración de medicamentos por códigos de barras y bombas inteligentes las que tiene más garantías de seguridad. En este apartado nos centraremos exclusivamente en los errores de dispensación donde existen tres grandes revisiones (*Cheung et al., 2009; James et al., 2009; Aldhwaihi et al., 2016*). Hay estudios en farmacia comunitaria y en farmacia hospitalaria y dentro de esta última se han estudiado los errores de dispensación en tres tipos de pacientes: ingresados, al alta y externos. También es importante conocer si en esos estudios, los errores detectados han producido daño al paciente o, por el contrario, son errores que no han llegado al paciente o que han llegado sin producir daño. En este indicador nos centraremos en los errores con daño y que se conocen también como Resultados Negativos de la Medicación (RNM). Los acontecimientos adversos potenciales y los errores de medicación sin daño ya se han recogido en indicadores de proceso.

##### **6.4.1.- Incidencia de RNM:**

Poco se conoce sobre la incidencia de los errores de dispensación que producen daño al paciente. Los estudios realizados en los 80 y 90 daban valores de 12,5% de errores sin daño y de 1,5% con daño en pacientes externos (8 veces inferior), pero su incidencia no es fiable ya que en esa época no estaba tan arraigada la cultura de seguridad. En estudios más recientes, las incidencias son mucho menores observando una incidencia de 2,1 a 2,9 % los errores totales, siendo un 0,3% los errores con daño (*Cina et al, 2006; Bohand et al, 2009*). Los sistemas robotizados han demostrado que pueden disminuir los errores de dispensación sin daño entre un 40-60% en relación con los sistemas manuales de dispensación. Es de suponer que los errores con daño disminuirán de forma paralela.

##### **6.4.2.- RNM evitados:**

Al ser la robotización una intervención protectora sobre los RNM, tiene interés estimar las medidas de impacto como la reducción absoluta del riesgo (RAR) o la reducción relativa del riesgo (RRR).

#### **6.4.3.- Coste total evitado por disminución de los RNM:**

El poder cuantificar el coste asociado a los RNM se hace con el objetivo de justificar parte del gasto de la puesta en marcha de estrategias de reducción de errores, como es el caso de los sistemas robotizados. La cuantificación de los RNM en términos monetarios es todo un reto. En primer lugar, porque parece que tiene una muy baja incidencia. En segundo lugar, por la complejidad de valorar económicamente los efectos adversos médicos asociados incluido si hay un desenlace fatal. En tercer lugar, estas cantidades habría que actualizarlas a precios del año 2022. Algunos autores han realizado diversos cálculos, así el RNM ocurrido durante la hospitalización se atribuye un coste de 2.162 dólares por paciente, pero si RNM causa la hospitalización el coste completo asciende a 6.685 dólares o incluso alcanzar los 12.797 dólares. En nuestro entorno, se ha calculado que el coste de un RNM es de 4.128 euros (MSC, 2008) y actualizado al valor de hoy de 4.449 euros.

#### **6.4.3.- INDICADORES DE GESTIÓN:**

Es muy útil medir la calidad en la gestión de stocks disponiéndose de diversos indicadores que facilitan la comparación entre sistemas manuales y robotizados y también entre hospitales, y que permiten además vigilar la evolución temporal de los resultados.

##### **6.4.3.1.- Valor contable de inventario:**

La robotización garantiza que el pedido al proveedor se realice cuando el stock se encuentra por debajo del punto de pedido, evitando acumulación innecesaria de existencias por lo que se espera una reducción del valor contable del inventario en el periodo POST. *García y col (2012)* comunican una reducción del 58% después de la robotización. Otros autores establecen un porcentaje de mejora del 26,4% obtenido por entrevistas a los jefes de farmacia.

##### **6.4.3.2.- Rotación del stock:**

Cuanto mayor rotación de existencias exista, mayor optimización de los stocks, ya que nos está indicando que los medicamentos están poco tiempo en el almacén y que evitaríamos costes de almacenamiento y las pérdidas indeseables derivadas de la caducidad o deterioro por sobrestocaje.

Con los sistemas robotizados, el índice de rotación de stock es previsible que aumente ya que hace más efectivo, rentable y productivo el trabajo en el almacén.

#### **6.4.3.3.- Rotura de stock:**

La robotización reducirá el índice de rotura de stock (RS) porque disminuirán los errores en la gestión del inventario, así en el estudio de *Rodríguez* pasó de 0,85% en la fase PRE de almacenamiento manual al 0,17% en la fase POST de robotización con una reducción relativa del riesgo (RRR) del 80.5% (49.5-82.5).

#### **6.4.3.4.- Concordancia del stock:**

A veces las discrepancias en los inventarios son inevitables, pero su número no debe ser excesivo ni aumentar con el tiempo. Son un buen elemento de valoración de la calidad en el funcionamiento del almacén de medicamentos y de la gestión de stocks.

#### **6.4.3.5.- Pérdidas de inventario:**

La conciliación de inventario puede ser importante en los sistemas no robotizados y tiene un coste que deberá computarse como pérdida de inventario. Puede deberse a confusiones entre medicamentos similares, a ubicaciones diferentes de almacenamiento, a errores de recuento, a sustracciones internas o externas, errores informáticos al confundir p.ej., unidades por cajas, etc.

#### **6.4.3.6.- Control de caducidades:**

Una gestión eficiente de los stocks incluye llevar un buen control de las caducidades de medicamentos. En el hospital no deberá hallarse en circulación ningún medicamento caducado y estos estarán claramente separados del resto de las existencias y señalados hasta su destrucción. Además, debe existir información documentada del lote y fecha de caducidad de los medicamentos recibidos. Muchas de estas acciones se realizan de forma manual por lo que un sistema robotizado puede mejorar la gestión de los medicamentos caducados y de los que están próximos a caducar.

#### **6.4.3.7.- Pérdidas económicas por caducidad:**

La medicación caducada se debe, en la mayoría de los casos, a una deficiente previsión del consumo, a errores en los pedidos, a devoluciones de planta o a una mala colocación de los lotes en las estanterías. La robotización puede disminuir el inventario de los medicamentos caducados al seguir de forma estricta la norma FEFO (*First Expired First Out*) y reordenar las devoluciones de forma automatizada. Puede derivarse un menor número de bajas de medicamentos por caducidad cuando se gestionan con sistemas robotizados.

#### **6.4.4.- INDICADORES DE CALIDAD PERCIBIDA**

Se han dividido en dos grupos que valoran tanto la satisfacción de los profesionales que trabajan con los sistemas robotizados como la de los pacientes.

##### **6.4.4.1.- Satisfacción de los profesionales:**

El indicador de satisfacción de los profesionales se fundamenta en la valoración de la experiencia de estos en la utilización de los sistemas robotizados instalados en los SFH. Este indicador incluye la experiencia de todos los profesionales implicados en la dispensación a pacientes no ingresados, tanto farmacéuticos como TF/TCAE.

##### **6.4.4.2.- Satisfacción de los pacientes:**

La satisfacción de los pacientes es un indicador importante de la calidad de los hospitales. El indicador de calidad percibida por los pacientes se fundamenta en la necesidad de valorar la atención que reciben los pacientes externos atendidos tanto en la fase PRE-implantación como en la fase POST-implantación del sistema robotizado.

#### **6.4.5.- INDICADORES ECONÓMICOS. RETORNO DE LA INVERSIÓN.**

El retorno de la inversión (*“Return of investment o ROI”*) es el valor que mide el rendimiento económico que se obtiene al realizar una inversión. En nuestro caso, tratamos de averiguar el ROI de la implantación del sistema robotizado en el hospital. Algunos autores, mediante un estudio bibliográfico, calcularon este ROI en función del tamaño del hospital (300, 600, 900 y 1200 camas)

obteniendo un retorno de más de 10, 7, 6 y 5 años respectivamente. Las partidas más importantes asociadas al impacto económico y beneficio corresponden al inventario y a los recursos humanos (Giménez y col, 2019).

El ROI se calculará con la siguiente fórmula:

$$\text{ROI} = (\text{Inversión/Ahorro})$$

Donde inversión es el capital invertido en la robotización y ahorro son los beneficios obtenidos durante el período de tiempo del estudio. El resultado nos dará el número de años en el que se retorna la inversión. Los ahorros se calcularán teniendo en cuenta tres dimensiones analizadas mediante los indicadores planteados:

- Dimensión de procesos
- Dimensión de seguridad
- Dimensión de gestión

## **6. RESULTADOS ESPERADOS Y APLICABILIDAD**

Una vez finalizado el estudio, se espera que la instalación y puesta en marcha de un sistema robotizado de almacenamiento y dispensación de medicamentos en el SFH del HUSO suponga un importante avance en la optimización de los procesos relacionados con los medicamentos dentro del hospital.

Además, se espera un aumento de la seguridad para los pacientes, un incremento de la calidad percibida, tanto por el personal sanitario como por los pacientes, y una utilización más eficiente de los recursos humanos y económicos disponibles.

En este sentido, la realización de este estudio piloto permitirá conocer la viabilidad de este sistema robotizado, y los resultados obtenidos podrían aplicarse a otros hospitales, tanto a nivel nacional como internacional.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Aldhwaihi K, Schifano F, Pezzolesi C, Umaru N. **A systematic review of the nature of dispensing errors in hospital pharmacies.** Integr Pharm Res Pract. 2016 Jan 12; 5:1-10

Bohand X, Simon L, Perrier E, Mullot H, Lefeuvre L, Plotton C. **Frequency, types, and potential clinical significance of medication-dispensing errors.** Clinics 2009; 64: 11–6

Cheung KC, Bouvy ML, De Smet PA. **Medication errors: the importance of safe dispensing.** Br J Clin Pharmacol. 2009; 67: 676-80

Cina JL, Gandhi TK, Churchill W, Fanikos J, McCrea M, Mitton P, Rothschild JM, Featherstone E, Keohane C, Bates DW, Poon EG. **How many hospital pharmacy medication dispensing errors go undetected?** Jt Comm J Qual Patient Saf 2006; 32: 73–80

García Collado C, Madrid Paredes A, Jiménez Morales A, Calleja Hernández MÁ. **Improvement of the outpatient clinics after the implementation of an automated robot for delivery.** Farm Hosp. 2012;36(6):525-30

García-García JA, Reding-Bernal A, López-Alvarenga JC. **Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica.** Inv Ed Med 2013;2(8):217-224

Giménez E, Reynolds J, Espallargues M. **Evaluación del impacto económico, organizativo y de la seguridad de la dispensación robotizada de fármacos en hospitales en España.** Barcelona: Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya. Departament de Salut. Generalitat de Catalunya; 2019 (Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias).

Giménez E, Reig-Viader R, Espallargues M. **Sistemas automáticos de almacenamiento y dispensación de medicamentos en los Servicios de Farmacia Hospitalaria. Seguridad, efectividad y eficiencia.** Madrid: Ministerio de Sanidad. Barcelona: Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya; 2021. (Colección: Informes, estudios e investigación / Ministerio de Sanidad. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias).

James KL, Barlow D, McCartney R, Hiom S, Roberts D, Whittlesea C. **Incidence, type and causes of dispensing errors: a review of the literature.** Int J Pharm Pract. 2009 Feb;17(1):9-30

Marrugat J, Vila J, Pavesi M, Sanz F. **Estimación del tamaño de la muestra en la investigación clínica y epidemiológica.** Med Clin (Barc) 1988; 111: 267-276

Ministerio de Sanidad y Consumo. **Revisión bibliográfica sobre trabajos de costes de la “no seguridad del paciente”.** Informes, estudios e investigación 2008

Negro E, Álvarez A, Queralt M, Encinas C, De la Rubia A, Grupo TECNO de la SEFH. **Indicadores de calidad de tecnologías aplicadas a la farmacia hospitalaria.** Farmacia Hospitalaria 2017; 4: 533-542

Pastó-Cardona L et al. **Incident study of medication errors in drug use processes: prescription, transcription, validation, preparation, dispensing, and administering in the hospital environment.** Farm Hosp. 2009;33(5):257-68

M.T. Rabuñal-Álvarez, M. Calvin-Lamas, B. Feal-Cortizas, L.M. Martínez-López, I. PedreiraVázquez, M.I. Martín-Herranz. **Indicadores de calidad en el proceso de almacenamiento y dispensación de medicamentos en un Servicio de Farmacia Hospitalaria.** Rev Calid Asist 2014; 29: 214 – 211

Rodríguez-González CG. **Modelo de excelencia en la atención farmacéutica especializada al paciente crónico en el ámbito hospitalario.** Tesis Doctoral. 2015. Universidad Complutense de Madrid.

Madrid, a 24 de junio de 2023

El abajo firmante, matriculado en el Diploma Universitario de Digitalización e Innovación en Salud autoriza a las entidades coordinadoras del DUDIS a difundir y utilizar con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a sus autores el presente Trabajo Fin de Diploma, realizado durante el curso académico 2022-2023 bajo la dirección del Dr. Gonzalo Ramos Jiménez, con el objeto de incrementar la difusión, uso e impacto del trabajo y garantizar su preservación y acceso a largo plazo.

Fdo.: David Suárez del Olmo