



Universidad de la República
Facultad de Ingeniería

OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES LOGÍSTICAS EN FARMACIA HOSPITALARIA

Evaluación de sistema de dispensación automática

PROYECTO DE GRADO
INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
Julio, 2021

María Jesús Echeguía | Sebastián Farolini | María Valeria Quinelli

Tutor: Prof. Adrián Ferrari

Resumen ejecutivo

En este proyecto se aborda el estudio de las operaciones logísticas dentro de una farmacia hospitalaria en uno de los centros asistenciales de nuestro país, incursionando en temas de robótica aplicada. Este ámbito presenta un desafío interesante dado el largo camino que hay por recorrer en términos de una gestión logística automatizada. Para esto, fue necesario interiorizarse en conceptos de robótica y gestión de inventarios. Se estudiaron las características de los sistemas que son comúnmente utilizados hoy en día para poder tomar una decisión en cuanto a qué tipo de infraestructura proponer.

El caso de estudio se centró en el Despacho Ambulatorio del Hospital Pasteur. Luego de varios intercambios, se extrajo que su principal inquietud radica en los elevados tiempos de espera que experimentan los usuarios de la farmacia. Para abordar el trabajo, se realizaron diversas visitas de relevamiento y se analizaron reportes históricos de demanda. Como consecuencia del estudio, se arribó a una solución incremental que permite sentar las bases con mejoras a corto plazo, para luego escalar hacia un sistema robotizado que busca optimizar el proceso de dispensación de medicamentos.

En una primera instancia, se analiza la gestión actual de inventarios y se propone un sistema de reposición que minimice los tiempos destinados a actividades relacionadas a la recepción, control y despacho de medicamentos. Para ello, se construyó un modelo matemático en el que se tuvieron en cuenta restricciones inherentes a la disponibilidad del personal y al espacio de almacenamiento, buscando obtener una solución que garantice un alto nivel de servicio.

En una segunda instancia, se propone el diseño interior de un sistema de dispensación automática. Se busca definir los tamaños y posiciones de almacenamiento con el fin de minimizar las distancias que debe recorrer el manipulador, para así disminuir los tiempos de dispensación.

Se puede concluir que las mejoras propuestas resultan ventajosas. Con la primera solución se obtiene una disminución sustancial de los tiempos dedicados a la reposición y control de inventarios con respecto a la situación actual, liberando a los auxiliares de farmacia a efectos de lograr una mayor disponibilidad en la atención a los usuarios. En la segunda etapa, se logra diseñar un sistema adecuado a la realidad del hospital que garantiza un óptimo almacenamiento y que permite una mayor rapidez en la preparación de pedidos de medicamentos.

Se concluye que fue posible cumplir con los objetivos del proyecto, en el entendido de que se llevó a cabo un estudio detallado que brinda herramientas para la toma de decisiones en la gestión de farmacias hospitalarias. Particularmente para el Hospital Pasteur, podrá servir como hoja de ruta para emprender un plan de mejoras en su gestión logística.

Palabras clave: Gestión de inventarios, logística de farmacia, optimización, programación matemática, sistemas de dispensación automática, manipulador robótico, *picking* robotizado, toma de decisiones.

Keywords: *Inventory management, pharmacy logistics, optimization, mathematical programming, automated dispensing systems, robotic manipulator, robotic picking, decision making.*

Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a todo el equipo del Hospital Pasteur liderado por el Dr. Federico Martiarena, que nos abrió sus puertas con muy buena disposición desde el primer día. En particular, a la Dra. Alicia Ferreira por haber sido nuestro primer contacto y a las químicas farmacéuticas Laura Rüginitz y Teresita Mujico, por su tiempo y atención para con nosotros. También queremos expresar nuestra gratitud hacia los auxiliares de farmacia, quienes colaboraron desde su experiencia para responder todas nuestras consultas durante las visitas. Además, a la Dra. Eliana Leguisamo que en su pasaje por el Hospital Pasteur contribuyó con nuestro trabajo, actuando como nexo con la Dirección.

Queremos expresar nuestro agradecimiento al tutor Prof. Adrián Ferrari quien fue una persona clave que nos dedicó un gran tiempo y nos acompañó activamente durante todo el proyecto. En todo momento nos brindó motivación para sortear los distintos obstáculos que se nos presentaron, así como también sugerencias enriquecedoras.

Al Dr. Ing. Héctor Cancela y al Dr. Ing. Carlos Testuri, quienes nos proporcionaron de forma desinteresada y desde su vasto conocimiento, herramientas de modelado matemático que fueron cruciales en el desarrollo de este proyecto.

Por último pero no menos importante nos gustaría agradecerle a nuestras familias y amigos que fueron un sustento incondicional durante todo el recorrido.

Índice de contenido

1.	Introducción	19
2.	Marco teórico	21
2.1.	Farmacias hospitalarias.....	21
2.2.	Gestión de inventarios.....	22
2.2.1.	Stock de seguridad y punto de pedido.....	23
2.2.2.	Modelo Mín-Máx.....	24
2.2.3.	<i>Two-Bin</i>	24
2.2.4.	Gestión de inventarios en farmacias hospitalarias	25
2.2.5.	Clasificación ABC	26
2.3.	Robótica.....	27
2.3.1.	Robótica industrial y colaborativa	27
2.3.2.	Principales elementos de un robot industrial.....	28
2.3.2.1.	Estructura mecánica	28
2.3.2.2.	Efectores finales	31
2.3.3.	Elementos a evaluar para la selección de un robot adecuado	33
2.3.4.	AGVs: Automated Guided Vehicles	33
2.3.5.	Sistemas de dispensación automática.....	37
3.	Definición del problema.....	41
3.1.	Descripción del caso de estudio	41
3.1.1.	Acerca del Hospital Pasteur	41
3.1.2.	Alcance del estudio	42
3.1.3.	Infraestructura y recursos del Despacho Ambulatorio.....	42
3.1.4.	Descripción de procesos	45
3.1.4.1.	Preparación de pedidos y despacho por ventanilla	45
3.1.4.2.	Reposición de stock.....	46
3.1.4.3.	Balances diarios de inventario	47
3.2.	Modelado	47
3.2.1.	Etapa 1.....	47
3.2.2.	Etapa 2.....	50
3.2.2.1.	Elección del sistema automatizado	50
3.2.2.2.	Descripción del modelo.....	53
3.2.2.3.	Hipótesis asumidas.....	54
4.	Relevamiento de datos	57

4.1.	Datos a relevar	57
4.1.1.	Medicamentos	58
4.1.2.	Despachos	59
4.1.3.	SKUs.....	60
4.1.4.	SEIC.....	61
4.2.	Dificultades encontradas y consideraciones	63
5.	Etapa 1	65
5.1.	Modelado matemático	65
5.1.1.	Conjuntos	65
5.1.2.	Parámetros.....	65
5.1.3.	Variables	66
5.1.3.1.	Variables de decisión independientes	66
5.1.3.2.	Otras variables.....	66
5.1.4.	Formulación del Modelo I	67
5.2.	Procesamiento de datos.....	69
5.2.1.	Análisis ABC y método <i>Two-Bin</i>	69
5.2.2.	Demanda y punto de pedido.....	70
5.2.3.	Tiempos	71
5.2.4.	Volúmenes	73
5.2.5.	Reposiciones internas y stock en zona de ventanillas	74
5.3.	Análisis de resultados	74
5.3.1.	Resultados numéricos	75
5.3.2.	Comparativa con situación actual	79
5.4.	Análisis de sensibilidad	83
5.4.1.	Escenarios.....	83
5.4.1.1.	E1: Aumento de demanda de DA.....	84
5.4.1.2.	E2: Incorporación de demanda de SEIC	86
5.4.1.3.	E3: Aumento de <i>leadtime</i> de reposición	88
5.4.1.4.	E4: Aumento de punto de pedido	89
5.4.1.5.	E5: Ausencia del sistema <i>Two-Bin</i>	91
5.4.2.	Comparación de resultados.....	93
5.4.2.1.	Tiempos de gestión de inventario.....	93
5.4.2.2.	Parámetros de entrada	96
5.4.2.3.	Niveles de stock.....	98

6.	Etapa 2	101
6.1.	Modelo matemático	101
6.1.1.	Conjuntos	101
6.1.2.	Parámetros.....	101
6.1.3.	Variables	102
6.1.3.1.	Variables de decisión independientes	102
6.1.3.2.	Otras variables.....	102
6.1.4.	Consideraciones.....	103
6.1.5.	Formulación del Modelo II	105
6.2.	Procesamiento de datos.....	107
6.2.1.	Análisis ABC.....	107
6.2.2.	Dimensionado de la cabina	107
6.2.3.	Medidas y talles de los <i>slots</i>	113
6.3.	Análisis de resultados	117
6.4.	Análisis de sensibilidad	121
6.4.1.	E1: Incorporación de demanda de SEIC.....	122
6.4.1.1.	Modificaciones respecto al caso base	122
6.4.1.2.	Resultados obtenidos.....	123
6.4.2.	E2: Filas con altura única	125
6.4.2.1.	Modificaciones respecto al caso base	125
6.4.2.2.	Resultados obtenidos.....	126
6.4.3.	E3: Movimiento de boca de dispensación a vértice de cabina	128
6.4.3.1.	Modificaciones respecto al caso base	128
6.4.3.2.	Resultados obtenidos.....	128
6.4.4.	E4: Movimiento de boca de dispensación a pasaje entre ambientes	130
6.4.4.1.	Modificaciones respecto al caso base	130
6.4.4.2.	Resultados obtenidos.....	130
6.4.5.	E5: Menor profundidad de la cabina	132
6.4.5.1.	Modificaciones respecto al caso base	132
6.4.5.2.	Resultados obtenidos.....	132
6.4.6.	Resumen de escenarios	134
7.	Recomendaciones a la contraparte.....	135
7.1.	Fase 1: acciones a corto plazo	135
7.2.	Fase 2: acciones a mediano plazo	137

7.3. Fase 3: acciones a largo plazo	139
8. Conclusiones	141
9. Trabajos futuros	143
Bibliografía.....	145
Anexos.....	153
Anexo I: Resumen de proveedores	153
Anexo II: Trabajos relacionados	155
Anexo III: Organigrama de la farmacia del Hospital Pasteur.....	157
Anexo IV: Matriz interés-poder	159
Anexo V: Layout Hospital Pasteur	163
Anexo VI: Diagramas de flujo	165
Anexo VII: Listado de <i>SKUs</i> para la Etapa 1.....	171
Anexo VIII: Principios activos de estrecho margen terapéutico.....	179
Anexo IX: Reportes	181
Anexo X: Volumen ocupado por estantería a lo largo de la semana.....	185

Bibliografía

- [1] Decreto Ley N°15703. Ley de farmacias, 11 Enero 1985.
Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-ley/15703-1985>. [Último acceso: Abr, 2021].
- [2] Decreto N° 18/989. Información y publicidad de medicamentos, 24 Enero 1989.
Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/18-1989>. [Último acceso: Abr, 2021].
- [3] Decreto Ley N° 14294. Ley de estupefacientes. Listas I y II de la convención única de Nueva York. Lista I sobre sustancias sicotrópicas Viena. Medidas contra el comercio ilícito de drogas, 11 Noviembre 1974.
Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-ley/14294-1974>. [Último acceso: Abr, 2021].
- [4] Asociación de Química y Farmacia del Uruguay, *Estándar Nacional de Buenas Prácticas de Farmacia Hospitalaria*. Uruguay, 2019.
- [5] R. Schroeder, M. Goldstein y M. Rungtusanatham, *Administración de operaciones*. Ciudad de México: McGraw-Hill, 2011.
- [6] "Gestión de materiales e inventarios", Material de estudio, ANCAP, 2013.
Disponible en:
https://llamados.ancap.com.uy/docs_concursos/ARCHIVOS/2%20LLAMADOS%20FINALIZADOS/2013/REF%2026_2013%20%20%20OPERARIO%20DEP%C3%93SITO/MATERIAL%20DE%20ESTUDIO/5%20GESTION%20DE%20MATERIALES%20E%20INVENTARIOS.PDF. [Último acceso: May, 2021].
- [7] P. Kings, "Understanding safety stock and mastering its equations", *APICS*, 2011.
- [8] "Analítica aplicada a la planificación de la oferta y la demanda", Notas del curso, Centro de Innovación en Organización Industrial, 2020.
- [9] R. Ballou, *Logística*. Ciudad de México: Pearson Educación, 2004.
- [10] What is a 2 bin kanban system? | How it Works? | Advantages | Example [En línea].
Disponible en: <https://www.orderhive.com/two-bin-kanban-inventory-system>. [Último acceso: Feb, 2021].
- [11] How a 2 Bin Kanban System Works | Planview [En línea].
Disponible en: <https://www.planview.com/resources/articles/lkdc-2-bin-kanban-system/>. [Último acceso: Feb, 2021].

- [12] B. Denton, *Handbook of Healthcare Operations Management: Methods*. New York: Springer, 2013.
- [13] M. Gebicki *et al.*, "Evaluation of hospital medication inventory policies", *Health Care Management Science*, vol. 17, 2014.
- [14] C. Rosales, "Technology Enabled New Inventory Control Policies in Hospitals", Ph.D, University of Cincinnati, Cincinnati, OH, USA, 2011.
- [15] Decreto N° 318/002. Establecimientos farmacéuticos. Dispensación de medicamentos. Regulación en la prescripción de medicamentos. Profesionales médicos y odontólogos, 20 Agosto 2002.
Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/318-2002/1>. [Último acceso: Abr, 2021].
- [16] Ó. P. Gutiérrez. (2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios. [En línea].
Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-35922009000100009. [Último acceso: May, 2021].
- [17] *Robots and robotic devices - Vocabulary*. Norma ISO 8373:2012.
- [18] A. Barrientos *et al.*, *Fundamentos de robótica*. 2da ed. Madrid, España: McGraw-Hill, 2007.
- [19] (2021). Robots colaborativos vs robots industriales. [En línea].
Disponible en: <https://robotnik.eu/es/robots-colaborativos-vs-robots-industriales>. [Último acceso: May, 2021].
- [20] J. Torres Sánchez, "Diseño de trayectorias del efector final de un robot manipulador para la evitación de obstáculos", Proyecto de fin de carrera, Universidad politécnica de Cartagena, Murcia, España, 2015.
- [21] A. Bueno. Unidad didáctica: Control y Robótica. [En línea].
Disponible en: http://www.portaleso.com/web_robot_3/robot_indice.html. [Último acceso: Jun, 2021].
- [22] M. Groover, *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing*. 4ta ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson Education, 2015.
- [23] "Unit 6: Industrial Robotics", Material de clase, National University of Ireland Galway.
- [24] M. Mihelj *et al.*, *Robotics*, Ljubljana, Eslovenia: Springer, 2019.

- [25] "RFID Guides AGV in suspension production". [En línea].
Disponible en: <https://www.turck.de/en/rfid-guides-agv-in-suspension-production-6870.php>. [Último acceso: Ene, 2021].
- [26] (2016). "Implantación del AGV Weasel de SSI Schaefer". [En línea].
Disponible en: <https://www.revistainforetail.com/noticiadet/implantacion-del-agv-weasel-de-ssi-schaefer/6406dc47e8993525c755837abc0a8ac9>. [Último acceso: Jun, 2021].
- [27] "AGV navigation methods 2: virtual path following". [En línea].
Disponible en: <https://bluebotics.com/fr/agv-navigation-methods-virtual-path-following>. [Último acceso: Mar, 2021].
- [28] B. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería Industrial*, Ciudad de México, México: McGraw-Hill Interamericana, 2009.
- [29] (2019). "Developing Automated Guided Vehicles for Internal Factory Material Movements". [En línea].
Disponible en: <https://www.vaisala.com/en/blog/2020-06/developing-automated-guided-vehicles-internal-factory-material-movements>. [Último acceso: Dic, 2020].
- [30] K. Niechwiadowicz and Z. Khan, "Robot Based Logistics System for Hospitals - Survey", ResearchGate, 2008. [En línea].
Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/255575768_Robot_Based_Logistics_System_for_Hospitals_-_Survey. [Último acceso: May, 2021].
- [31] (2011). "Socialminister Göran Hägglund träffade roboten Kermit". [En línea].
Disponible en: <https://robotnyheter.se/2011/04/21/socialminister-goran-hagglund-traffade-roboten-kermit/>. [Último acceso: Nov, 2020].
- [32] J. Garriga Jiménez, "Sistema de almacén y dispensación robotizada de productos farmacéuticos", Proyecto de fin de carrera, Universitat de Vic, Catalunya, España, 2008.
- [33] "¿Qué es el Código EAN y para qué sirve?". [En línea].
Disponible en: <https://blog.gs1mexico.org/que-es-codigo-ean-para-que-sirve>. [Último acceso: Set, 2020].
- [34] "Consis sistemas de robots". [En línea].
Disponible en: <https://www.willach-pharmacy-solutions.com/ES/consis-sistemas-de-robots>. [Último acceso: Ene, 2021].
- [35] "Almacén automatizado farmacia". [En línea].
Disponible en: <https://www.pharmathek.com/es/almacen-automatizado-farmacia/>. [Último acceso: Ene, 2021].

- [36] "Drug dispensing goes digital", *Pharma Technology Focus*, 2021. [En línea] Disponible en: https://pharma.nridigital.com/pharma_may21/drug_dispensing_digital. [Último acceso: Ene, 2021].
- [37] (2020). "98º Aniversario del Hospital Pasteur: Centro de Referencia Nacional de ASSE en distintas especialidades". [En línea].
Disponible en: <https://www.asse.com.uy/contenido/98-Aniversario-del-Hospital-Pasteur-Centro-de-Referencia-Nacional-de-ASSE-en-distintas-especialidades-12720>. [Último acceso: Ene, 2021].
- [38] ASSE Comunica. [@ASSEcomunica], Hospital Pasteur inaugura sus nuevas y modernas instalaciones del servicio de Farmacia, con una nueva ventanilla para entrega de medicamentos, sala de espera y área de almacenamiento. Espacios más amigables, confortables y con mejor circulación, para usuarios y funcionarios, Twitter, 26 Dic. 2019 [Tuit].
Disponible en: <https://twitter.com/ASSEcomunica/status/1210218092376338432>. [Último acceso: May, 2020].
- [39] Omnicell International, "UK - Omnicell Robotic Dispensing System", *YouTube*, [Video].
Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=3Wkfn5ke3QI>. [Último acceso: Ene, 2021].
- [40] Mach4 Robots de Farmacia, "Expedy store - The smart medicine storage", *YouTube*, [Video].
Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=aFAeBe3hReQ>. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [41] "Farmacia Hospitalaria", Apuntes de clase, Talleres de actualización en Farmacia, Possum Consulting, 2018. [En línea].
Disponible en: http://www.cocemi.com.uy/docs/Farmacia_ambulatoria.pdf. [Último acceso: Jun, 2021].
- [42] M. Alsina Martí, "Design of an Automatic Dispenser of Packed Medicaments" Proyecto de fin de carrera, Universitat politècnica de Catalunya, Catalunya, España, 2014.
- [43] J. Zang, C. Yun y Z. Zhang, "The Planning of Dense Storage Input/Output Based on a Minimum Time Algorithm," International Conference on Robotics and Biomimetics, 2009.
- [44] Mach4 Robots de Farmacia, "Mach4 Omnicell", *Youtube*, [Video].
Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=9LCUao-288o>. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [45] Mach4 Robots de Farmacia, "SpeedBox Mach4", *YouTube*, [Video].
Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=ITF3I_lid7M. [Último Acceso: Ene, 2020].

- [46] (2021). "Receta Digital Nacional". [En línea].
Disponible en: <https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/node/3299>. [Último acceso: Mar, 2021].
- [47] Consis E, Willach Pharmacy Solutions, Ruppichterth, Alemania. [En línea].
Disponible en: https://www.willach-pharmacy-solutions.com/EN/pdfs/en/products/EN_Consis_E_pharmacy_robot_SF.pdf.pdf.
[Último acceso: Feb, 2021].
- [48] Consis B, Willach Pharmacy Solutions, Ruppichterth, Alemania. [En línea]
Disponible en: https://www.willach-pharmacy-solutions.com/EN/pdfs/en/products/EN_Consis_B_pharmacy_robot_SF.pdf. [Último acceso: Feb, 2021].
- [49] Pharmathek - Th. Kohl, "Euclid3D - Pharmathek", *Youtube*, [Video].
Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=SdbINp_MAM4. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [50] Omnicell International, "UK - Omnicell Robotic Dispensing System", *Youtube*, [Video].
Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=3Wkfn5ke3QI>. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [51] EXPOFARM, "Robot de farmacia Apostore 1000 de Expofarm", *Youtube*, [Video].
Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=IPxZTB15o_4. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [52] BD, "In practice: Rowa Smart in a pharmacy", *Youtube*, [Video].
Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=erayPdbMNu0&t=9s>. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [53] Kornel Firin, "EXPEDY - THE STORE", *Youtube*, [Video].
Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=ENIrcXq9Ros&t=139s>. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [54] Swisslog Healthcare Retail, "Swisslog/Tecnilab EvoTec 2017", *Youtube*, [Video].
Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=aylA3fTFRI4>. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [55] Euclid3D, Pharmatek, Barcelona, España. [En línea].
Disponible en: <https://www.pharmathek.com/wp-content/uploads/2020/02/BrochPTK19-ES.pdf>. [Último acceso: Ene, 2020]
- [56] Robotic Dispensing Machines, Omnicell, Manchester, Inglaterra. [En línea].
Disponible en: <https://www.omnicell.co.uk/UK/docs/UK%20Robotic%20Dispensing%20Systems%20Brochure.pdf>. [Último acceso: Dic, 2020].

- [57] (2015). "Omniceil Corporate Presentation", [En línea].
Disponibile en: <https://www.eocph.nhs.uk/Omniceil-Final.pdf>. [Último acceso: Ago, 2020].
- [58] Apostore A1000, Apostore, Gelsenkirchen, Alemania. [En línea].
Disponibile en: <http://www.pharmauae.com/wp-content/uploads/2013/05/Apostore-1000.pdf>. [Último acceso: Set, 2020].
- [59] "BD Rowa Smart". [En línea].
Disponibile en: <https://rowa.de/es/soluciones/almacenar-seleccionar/bd-rowa-smart/>. [Último acceso: Jul, 2021].
- [60] (2017). "AUT Series". [En línea].
Disponibile en: <http://expedy.hu/en/models/aut-series>. [Último acceso: Ene, 2021].
- [61] EvoTec, Swisslog Healthcare, Buchs, Suiza. [En línea].
Disponibile en: https://www.swisslog-healthcare.com/-/media/swisslog-healthcare/documents/products-and-services/pharmacy-automation/evotec/201026_slhc_evotec_en_digital.pdf. [Último acceso: Ene, 2021].
- [62] Swisslog Healthcare Retail, "6 MACH4 Speedbox SA Dispensing Replanishment", *Youtube*, [Video].
Disponibile en: <https://www.youtube.com/watch?v=iY1IOGTzXxw>. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [63] Willach Pharmacy Solutions, "Consis B pharmacy robot from Willach", *Youtube*, [Video].
Disponibile en: <https://www.youtube.com/watch?v=JicGVcyCCzU>. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [64] Willach Pharmacy Solutions, "Consis E robot by Willach Pharmacy Solutions", *Youtube*, [Video].
Disponibile en: <https://www.youtube.com/watch?v=MobGmJ-Wx0M&t=6s>. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [65] Fablox Robot, "FABLOX - pierwszy polski robot apteczny", *Youtube*, [Video].
Disponibile en: <https://www.youtube.com/watch?v=Gp7GdabyKI4>. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [66] Mediflyer, "eXpedy Intro", *Youtube*, [Video].
Disponibile en: <https://www.youtube.com/watch?v=D3dKBPVc3PI>. [Último Acceso: Ene, 2020].
- [67] Speed-Box – Stand Alone SA, Mach4 Pharma Systems, Valencia, España. [En línea].
Disponibile en: <https://www.aporx.es/pdf/speedbox-stand-alone.pdf>. [Último acceso: Set, 2020].

- [68] "Apotheka y Mach4, las mejores soluciones para la farmacia". [En línea].
Disponible en:
https://www.imfarmacias.es/uploads/apotheka_mach4_mejores_9592_06113119.pdf.
[Último acceso: Set, 2020].
- [69] "Fablox 2.0." [En línea].
Disponible en: <https://fablox.pl/robot-apteczny/fablox-2>. [Último acceso: May, 2021].
- [70] "FL Series: Model of entrance to the world of automatics." [En línea].
Disponible en: <http://expedy.hu/en/models/fl-series>. [Último acceso: May, 2021].
- [71] R. Fitzpatrick *et al.*, "Evaluation of an automated dispensing system in a hospital pharmacy dispensary", *The Pharmaceutical Journal*, vol. 274, pp. 763-765, 2005.
- [72] L. Xiangquan *et al.*, "Design and Application for Automated Medicine Depositing and Dispensing System of Pharmacy" en International Conference on Computer Science and Information Technology, Singapur, Singapur, 2008.