

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



X Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica “COMEC 2019”

**Simulación y Dimensionamiento de un Almacenamiento Automático de
Lavanderías Industriales**

*Simulation and Dimensioning of an Automatic Warehouse of Industrial
Laundries*

**Marcel Müller¹, Lissette Concepción Maure², Tobias Reggelin³, Stephan Schmidt⁴,
Norge Isaias Coello Machado⁵**

1 - Marcel Müller. Otto von Guericke University Magdeburg. Alemania.

E-mail: marcell.mueller@ovgu.de

2 - Lissette Concepción Maure. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Facultad Ingeniería Mecánica Industrial. Cuba. E-mail: lissette@uclv.cu

3 - Tobias Reggelin. Otto von Guericke University Magdeburg. Alemania. E-mail:

tobias.reggelin@ovgu.de

4 - Stepan Schmidt. Otto von Guericke University Magdeburg. Alemania. E-mail:

stephan.schmidt@ovgu.de

5 - Norge Isaias Coello Machado. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Facultad Ingeniería Mecánica Industrial. Cuba. E-mail: norgec@uclv.edu.cu

Resumen: Los procesos en lavanderías industriales enfrentan una presión por aumentar su eficiencia debido a una concentración constante en el mercado. La industria de la lavandería en Alemania reporta un crecimiento constante en las ventas; según la asociación comercial "WIRTEX", las ventas totales de la industria de servicios textiles en Alemania aumentaron de 3 155 millones de euros en 2013 a 3 388 millones de euros en 2016. Las tasas de crecimiento anual en estos años han estado en el rango de 1,9 a 2,7 por ciento, con una disminución en el número de lavanderías y un aumento en la

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



concentración del mercado. Las empresas de servicios textiles especializadas en ropa de cama pueden tener una participación en los costos de mano de obra hasta el 50 por ciento de sus costos totales, lo que aumenta la necesidad de procesos más automatizados en este campo. Si bien muchos procesos en una lavandería industrial ya están altamente automatizados y optimizados, la preparación de pedidos todavía se realiza manualmente. A medida que la identificación por radiofrecuencia (RFID) prolifera en lavanderías industriales, los productos se pueden rastrear e identificar. Esto permite el uso efectivo de sistemas de recogida automatizados. Los sistemas de automatización en la industria de la lavandería enfrentan el desafío de los bienes flexibles. Este documento muestra cómo la planificación y dimensionamiento de un sistema automatizado de consolidación de pedidos de lavandería (LOCSys) se puede respaldar mediante el modelado de simulación.

Abstract: The processes in industrial laundries face a pressure to increase their efficiency due to a constant concentration in the market. The laundry industry in Germany reports steady growth in sales. According to the trade association "WIRTEX", the total sales of the textile services industry in Germany increased from 3,155 million euros in 2013 to 3,388 million euros in 2016. The annual growth rates in these years have been in the range from 1.9 to 2.7 percent, with a decrease in the number of laundries and an increase in market concentration. Textile services companies specializing in bedding can have a share of labor costs up to 50 percent of their total costs, which increases the need for more automated processes in this field. While many processes in an industrial laundry are already highly automated and optimized, order preparation is still done manually. As radio frequency identification (RFID) proliferates in industrial laundries, the products can be traced and identified. This allows the effective use of automated collection systems. Automation systems in the laundry industry face the challenge of flexible goods. This document shows how the planning and sizing of an automated laundry order consolidation system (LOCSys) can be supported by simulation modeling.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Palabras Clave: Modelado; Simulación; Lavandería Industrial, Preparación de Pedidos; Almacenamiento; Automatización

Keywords: Modeling; Simulation; Industrial Laundry; Order Picking; Warehousing; Automation

1. Introducción

Las cadenas de suministro de circuito cerrado surgen como un enfoque de gestión, que implica una nueva forma de abordar el reto de la sostenibilidad y satisfacer la creciente demanda de responsabilidad social corporativa. El análisis realizado por Desai y Riddlestone, (2002) plantea que los ciclos cerrados están conformados por dos cadenas de suministro: una cadena directa y una cadena inversa, mediante la cual un producto recuperado puede entrar nuevamente a la cadena tradicional. Este concepto está fuertemente influenciado por la sostenibilidad y menos por la idea de negocio o las propiedades del objeto de flujo en sí.

Según Murray et al. (2015), la economía circular representa el intento más reciente de conceptualizar la integración de la actividad económica y el bienestar ambiental de una manera sostenible. Usualmente el cliente constituye el fin del proceso, sin embargo, en una cadena de ciclo cerrado el productor tiene el objetivo de captar el valor agregado y una mayor integración de todas las actividades de la cadena de suministro. Se presenta una multietapa que aumenta el reprocesamiento de productos y en menor medida la salida de elementos sobre los cuales no es posible un reciclaje (figura 1).

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

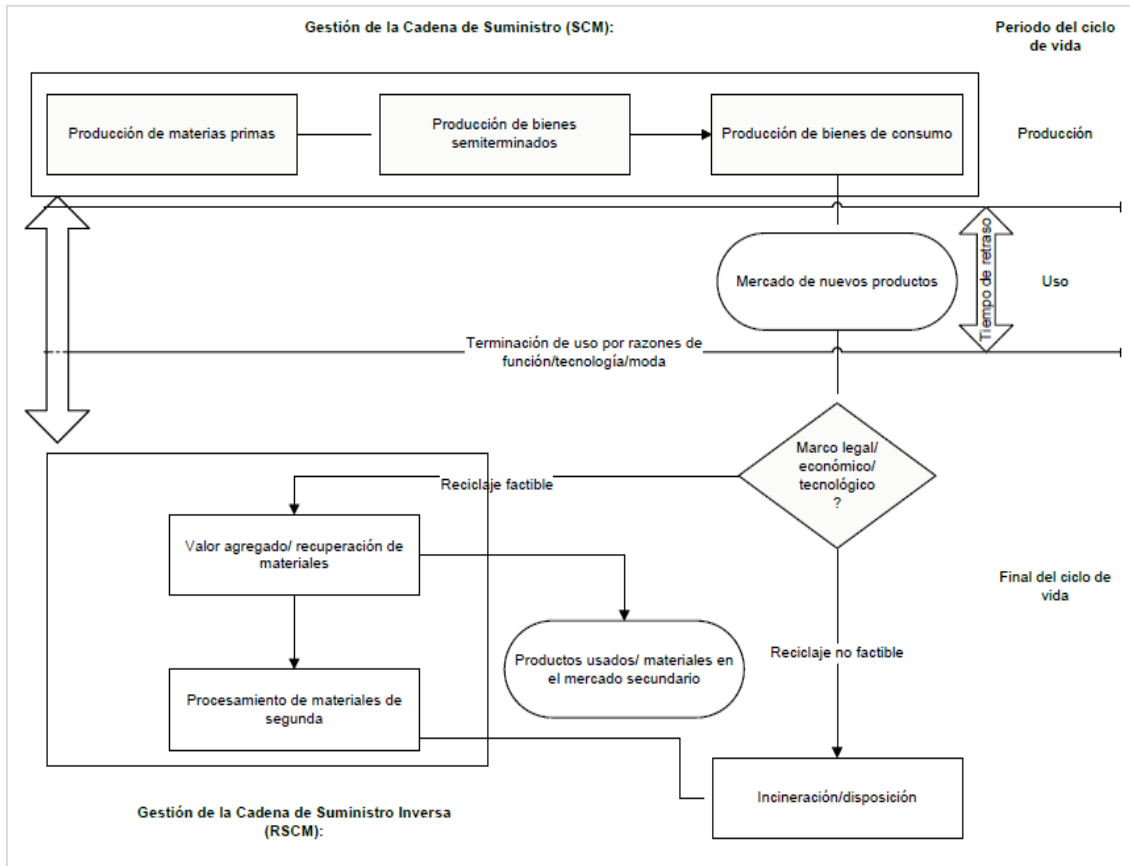


Figura 1: Economía de ciclo cerrado Fuente: Dyckhof, (2004)

La estructura del ciclo operativo en los procesos coexistentes en una lavandería es muy similar a los conceptos relacionados anteriormente, pero no es congruente con los procesos de re-manufactura, reciclaje o reparación; ya que los artículos en las lavanderías se encuentran en su estado original y, en principio, puede seguir utilizándose. El cambio de estado consiste en procesos como limpieza o descontaminación. El ciclo de lavado no es infinito, porque el material se desgasta después de un cierto tiempo y, por lo tanto, asigna al artículo de lavado una vida determinada según el material. El objetivo principal del ciclo de lavado es satisfacer la demanda de limpieza de textiles, lo que determina un flujo de material circular. Por lo general, las personas tienden a usar la ropa nuevamente en lugar de desecharla y, por lo tanto, el cliente ya impone un enfoque útil. Según Müller, Reggelin, Schmidt, y Weigert (2018), la mejor manera de describir la estructura de un sistema de lavandería es utilizar el enfoque desde la perspectiva de la cadena de

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

suministro y considerar el ciclo de lavandería como un sistema de suministro de circuito cuasi cerrado (figura 2).

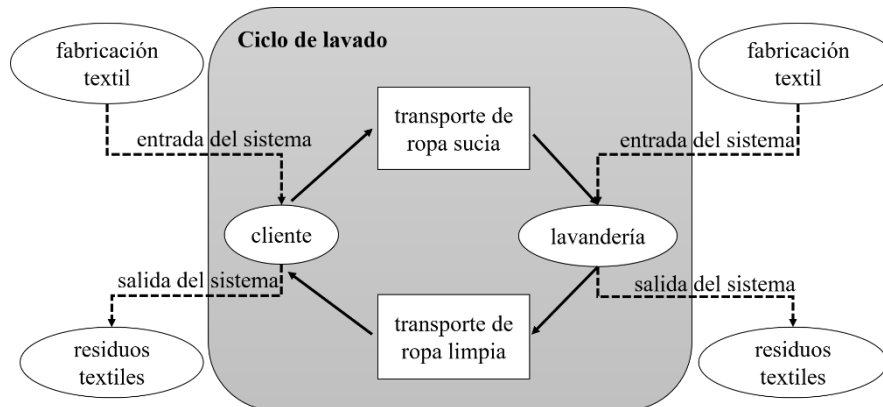


Figura 2: El ciclo general de lavado del sistema no está completamente cerrado. El flujo de entrada y salida aumenta o disminuye el número de artículos de lavandería en el sistema.

Los sistemas de automatización innovadores son una posible solución en las lavanderías industriales para contrarrestar la creciente presión competitiva. Además del proceso de lavado generalmente altamente automatizado y optimizado, todavía hay áreas de lavanderías que se caracterizan por soluciones de mano de obra intensivas y menos mecánicas. El área de recogida en lavanderías industriales es un ejemplo típico del trabajo manual.

Como parte del " Programa de Innovación Central para PYMES (ZIM por sus siglas en alemán)" del Ministerio Federal de Asuntos Económicos y Energía de Alemania, se lanzó un proyecto de investigación y desarrollo "Sistema de consolidación de pedidos de lavandería (LOCSys)" con el objetivo de encontrar una solución innovadora para automatizar el área de recogida y almacenamiento en lavanderías industriales.

La Figura 3 muestra una descripción general de los procesos típicos de una lavandería industrial con los procesos de recogida y almacenamiento justo antes del envío de la ropa limpia.

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

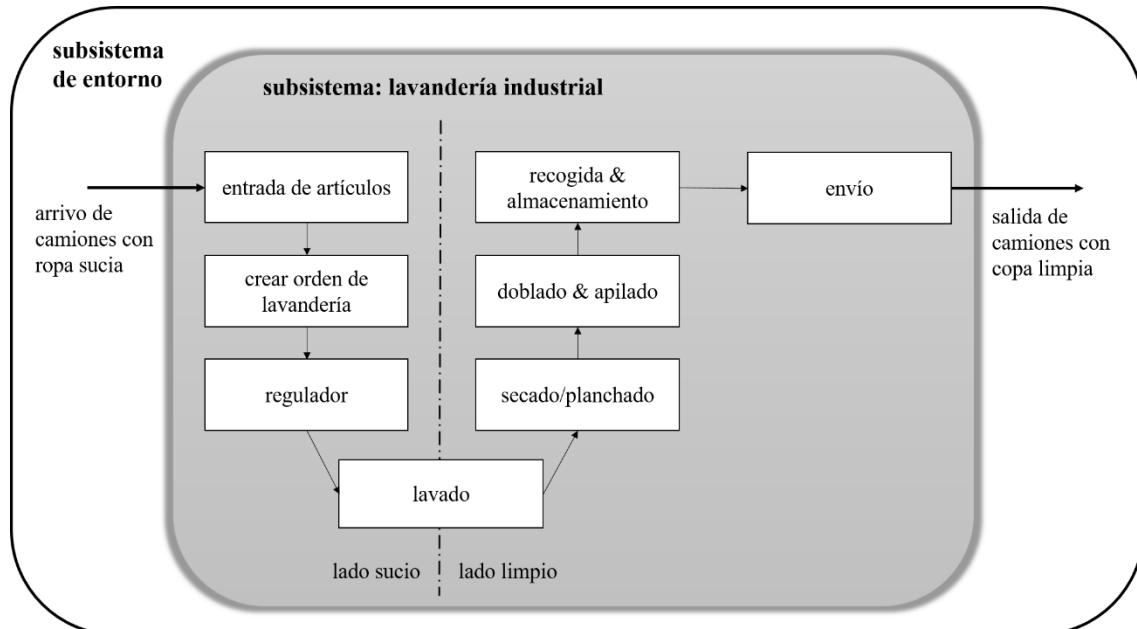


Figura 3: Procesos en una lavandería industrial con la propuesta del sistema de recogida y almacenamiento “LOCSys”.

En el presente documento se presentarán los principales resultados obtenidos en cuanto a la simulación del sistema de recogida planificado y el algoritmo antes de su implementación para encontrar errores tempranos y potenciales de optimización. Para ello en la siguiente sección se presentará la estructura del sistema y su relación con problemas similares referidos en la literatura. Luego, se mostrará una visión general del modelo conceptual y los primeros resultados en términos de robustez y sensibilidad del modelo.

2.1. Manipulación y almacenamiento de artículos de lavandería

Los artículos de lavandería son difíciles de manejar, especialmente en un estado limpio y doblado, dado que son partes flexibles y, por lo tanto, de forma inestable. En la mayoría de los casos, no es admisible el re-embalaje o el equipo de carga adicional, ya que el cliente no permite su uso o está excluido por los requisitos higiénicos generales, por ejemplo, la ropa de hospital. Esto lleva a que los sistemas de almacenamiento automatizados clásicos, definidos por Zijm y van den Berg (1999) para la selección a alta

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

velocidad de artículos pequeños o medianos no frágiles de tamaño y forma uniformes, no se utilicen en lavanderías industriales.

Los artículos de lavandería a menudo llegan al proceso de selección de pedidos como una pila sin mezclar. La cual generalmente no está lista para responder a un pedido de cliente. Por lo tanto, deben ordenarse, lo que es un problema típico de optimización en logística. Existen numerosos enfoques para resolver problemas de clasificación y para manejar sus diferentes restricciones. Rei et al. (2008) describen un enfoque basado en simulación para resolver un problema de apilamiento bajo tres estrategias diferentes:

- minimizar conflictos,
- retrasar conflictos,
- optimización flexible, para minimizar el número de movimientos.

Por otra parte, Kofler (2014) muestra en diferentes estudios de casos varios aspectos de la asignación de una ubicación en el proceso de almacenamiento. El problema de apilamiento a menudo se asocia con almacenamiento en patio, mientras que los estantes de almacén generalmente solo se consideran con la optimización de ruta de las unidades de almacenamiento y recogida. Otro aspecto es la naturaleza física de los bienes, que afectan el orden de apilamiento y las propiedades geométricas de los bienes (Bódís et al., 2017).

La automatización de la recogida en lavanderías industriales es el resultado de la combinación de los tres enfoques mencionados. Es necesario resolver el enrutamiento de la unidad de almacenamiento y recogida y la optimización del orden de apilamiento, considerando la naturaleza física especial de los artículos de lavandería.

Como se aprecia en la figura 4 la mayoría de las lavanderías industriales no cuentan con almacenes de estanterías clásicas. En su lugar, se utilizan contenedores móviles que ocupan mucho espacio, pero en realidad no se aprovecha la altura. Los estantes de almacenamiento para salas con la altura adecuada tendrían un gran potencial para aumentar el aprovechamiento del espacio de almacenamiento.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

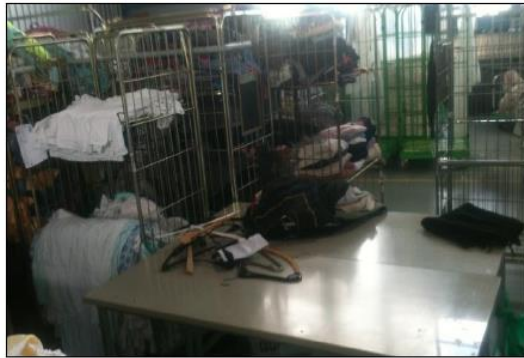


Figura 4: Estanterías utilizadas en el área de recogida y almacenamiento de lavandería limpia

2.2. Dimensiones y asignación del lugar de almacenamiento dinámico

Dado que las lavanderías industriales sufren una considerable falta de espacio, nuestro enfoque de solución debe tener un alto grado de eficiencia en el aprovechamiento del espacio de almacén. Esto se puede lograr mediante una asignación de almacenamiento dinámico, lo que significaría una asignación aleatoria. Una parte del enfoque propuesto consiste en el desarrollo de un algoritmo que se optimizará con un modelo de simulación. A través de una interfaz de programación de aplicaciones, el algoritmo dará órdenes de almacenar y recuperar la unidad del almacén bajo un modelo de simulación.

Los resultados del modelo de simulación conducirán a una nueva variación del algoritmo en el proceso de planificación. Las reglas y estrategias exactas dónde y cuándo almacenar los artículos de lavandería aún no están claras y forman parte del presente proyecto. El algoritmo puede usar elementos aleatorios, pero no será completamente aleatorio.

Como se muestra en la figura 5, las ubicaciones de almacenamiento fijas se disuelven y ahora están determinados por el ancho de las mercancías. La distancia entre las pilas de lavandería Δx está determinada por la precisión de la unidad de almacenamiento y recogida y las irregularidades en una pila. Este método implica un ahorro de espacio.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

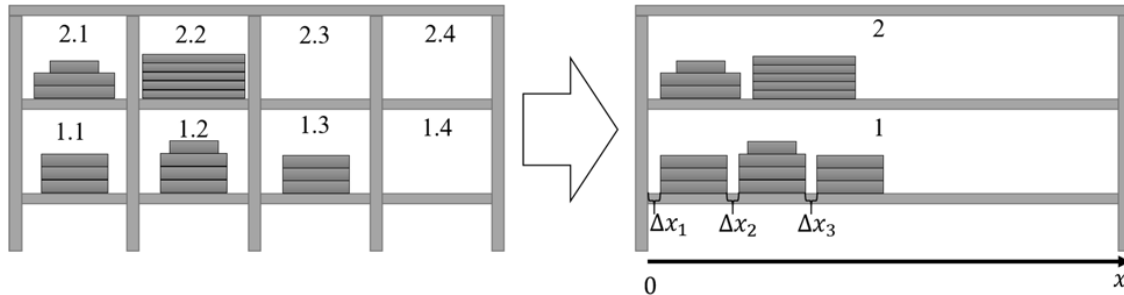


Figura 5: El lado izquierdo muestra los niveles de estantería clásicos con ubicaciones de almacenamiento determinadas. El enfoque propuesto en el lado derecho identifica la ID del nivel de estante y utiliza la coordenada x para asignar el artículo de lavandería.

La asignación de espacio de almacenamiento ya no está asignada por un ID único, sino por un punto de reserva basado en la coordenada x del nivel de estante correspondiente. Esto conduce a la circunstancia de que no solo el ancho del artículo de lavado es importante, como ya lo era antes para verificar si las dimensiones del espacio de almacenamiento eran lo suficientemente grandes. También es importante la posición de los dos extremos de los artículos de lavandería. Para este enfoque, se crea para cada nivel de estantería un sistema de coordenadas correspondiente con un solo eje x relevante. El origen del sistema de coordenadas es el extremo izquierdo (suponiendo una vista frontal) del nivel del estante. Se nombra el extremo izquierdo (con un valor menor de x) de un artículo de lavandería en un estante $x_{izquierdo}$. El extremo derecho se nombra $x_{derecho}$ y, en consecuencia, su valor x es más alto. Se define un punto de reserva $x_{reserva}$ como el centro del artículo de lavandería y se asume una simetría de las pilas de ropa. Esto conduce a la siguiente relación simple:

$$x_{reserva} = \frac{\text{ancho de los items de la lavandería}}{2}$$

Al almacenar artículos de lavandería, se comprueban dos condiciones para permitir el almacenamiento de las mercancías: si la posición de reserva de un artículo x_3 que debe almacenarse es menor que la posición de reserva del siguiente artículo de lavandería x_1 , la posición final derecha del artículo debe ser más pequeño que la posición final izquierda del artículo x_1 . Sin embargo, si la posición de reserva del artículo x_3 es mayor que la

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

posición de reserva del artículo x_1 , entonces la posición final izquierda debe ser más grande que la posición final derecha del artículo x_1 . La figura 6 visualiza el problema y muestra las consecuencias del movimiento de las pilas de ropa en los estantes. La geometría de los artículos de lavandería influye en el orden de apilamiento. Los artículos con un ancho mayor no se pueden colocar sobre un artículo de lavandería con un ancho menor. Por lo tanto, las posiciones que deben compararse están determinadas por el artículo de lavandería con el mayor ancho en la pila.

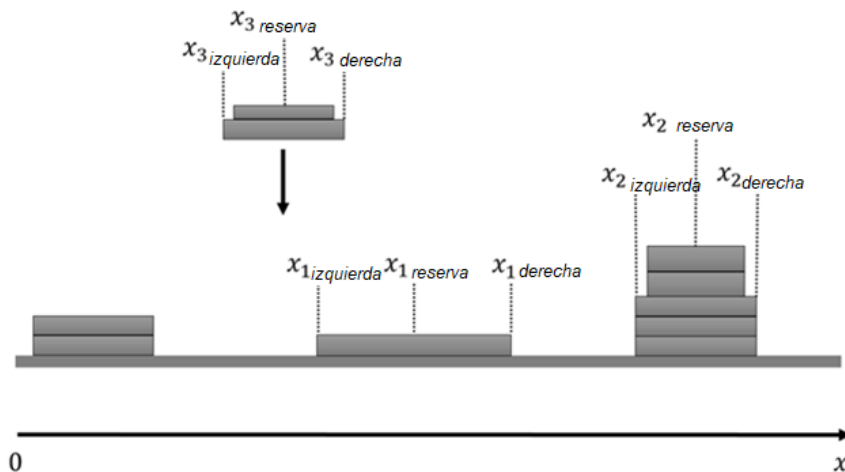


Figura 6: Este ejemplo muestra cómo se almacenan los artículos de lavandería. En este caso, el artículo tres no encajaría porque su extremo derecho se superpondría con el extremo izquierdo del artículo uno. La posición de reserva debería cambiarse.

2.3. Planificación del sistema de recogida automatizada. Simulación de eventos discretos

Un estudio realizado por Müller (2014) y Brandau et al. (2015) demuestra que la planificación del sistema de recogida automatizada que resuelva los problemas definidos en las órdenes de apilamiento específicas, requiere un modelo de simulación con un enfoque microscópico.

La tarea del modelo de simulación es probar diferentes variaciones de diseño, controles básicos y estrategias operativas detalladas, que se proporcionan mediante un algoritmo de selección especial y parámetros técnicos del sistema de selección. Se utiliza una

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

variación del modelo operacional y que acompaña al proceso para dar pronósticos a corto plazo y emular la lógica de control.

La figura 7 muestra el estado actual del modelo, que se divide en tres secciones:

- parámetros de ajuste,
- modelo creado manualmente,
- estantes creados automáticamente.

Los elementos del modelo creados manualmente representan el suministro de los artículos de lavandería e incluyen el punto de identificación. La fuente del modelo es compatible por un método para agrupar los artículos de lavandería de acuerdo al tipo de ropa en pilas. Cuando alguna pila de ropa se identifique como defectuosas, otra cinta transportadora los redirige a un proceso de apilamiento y luego las nuevas pilas se re-suministran a la cinta transportadora original para identificarlas nuevamente. La estantería creada automáticamente depende en gran medida de los parámetros de ajuste. La longitud, el ancho, la altura y el número de estantes son personalizables. El riel de elevación vertical y sus conexiones a los rieles horizontales también se generan automáticamente.

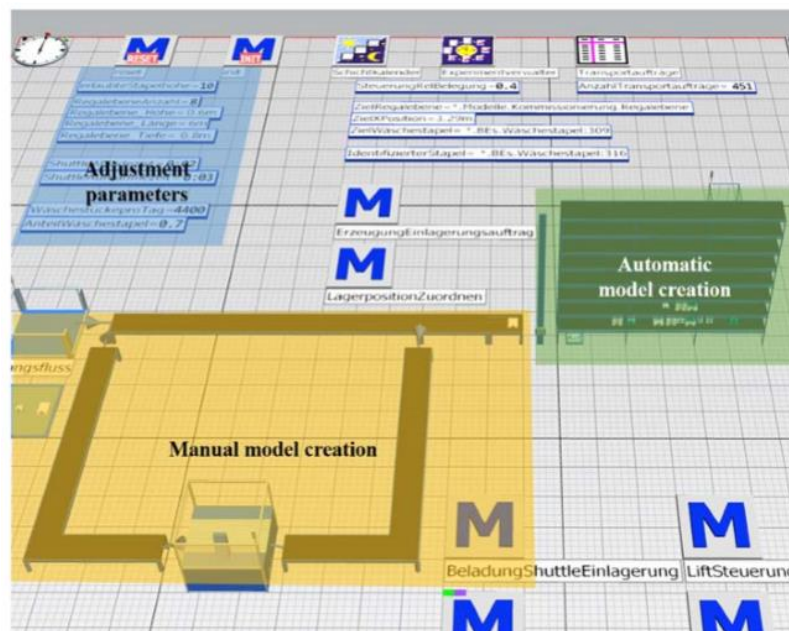


Figura 7: Estado actual del modelo de simulación, que se utiliza para ajustar los parámetros planificados y probar el algoritmo de recogida.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



Las particularidades ya mencionadas de la logística de lavandería también crean desafíos en el desarrollo del modelo de simulación. Por ejemplo, las implementaciones técnicas de las dimensiones de ubicación de almacenamiento dinámico necesitan una solución alternativa en el software de simulación, porque el software no permite trabajar con geometría dentro de una ubicación de almacenamiento. En el presente proyecto se utilizan los elementos transportadores del programa tomando como variable principal la longitud. Otro problema es la no permisión de apilar entidades en un transportador como en un objeto de almacenamiento. Para ello fueron creado equipos de carga para que los artículos de lavandería representaran las pilas de ropa. El equipo de carga permitió visualizar completamente los estantes con pilas de lavandería, sin que el observador notara que la ropa tiene equipo de carga y los estantes son en realidad cintas transportadoras, como lo muestra la figura 8.

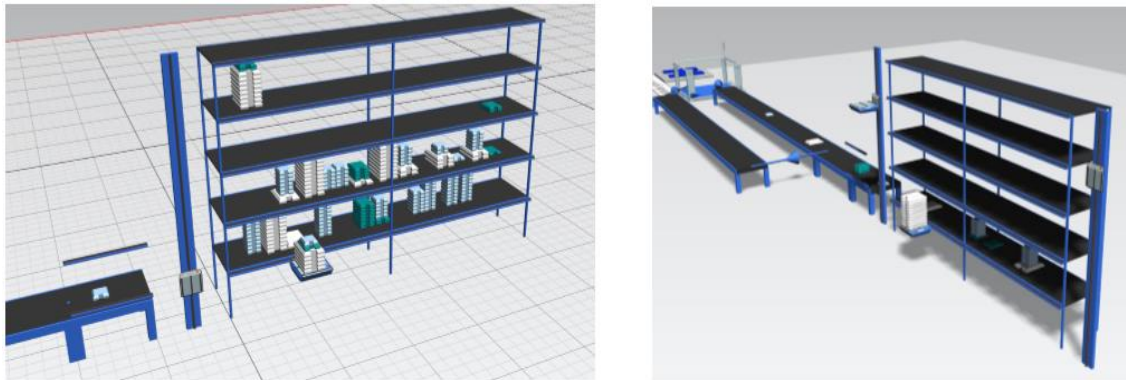


Figura 8: El modelo 3D permite verificar la funcionalidad de formar pilas de lavandería. En este caso, hay una distribución aleatoria de las pilas de ropa (tres tipos diferentes de ropa) en el estante.

La distancia Δx entre las pilas es variable, pero tiene un valor mínimo determinado por la precisión del sistema de agarre planificado. El modelo de simulación en primer lugar, considera el nivel de estante más bajo si hay una pila de ropa que coincida o si hay suficiente espacio vacío. Si este no es el caso o la ocupación relativa del nivel de estante es más alta que el parámetro de ajuste, el método busca el siguiente nivel de estantería más alto.

2.4. Robustez del modelo y resultados

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Según las hipótesis y los parámetros de construcción planificados en el modelo, el flujo de material de entrada de los artículos de lavandería se limita en primer lugar por las características de la cinta transportadora de suministro. Esto a su vez depende del ancho de los artículos de lavandería entrantes y, por lo tanto, también de la composición de los diferentes tipos de ropa. El ancho promedio de los artículos de lavandería dependiendo de nuestra composición actual es $\bar{x}_{lavandería} = 0.246m$. El mínimo de la distancia que se establece en $\Delta x = 0.5 m$ y la velocidad de la cinta transportadora es $v = 0.3m/s$. El rendimiento Q se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$Q = \bar{x}_{lavandería} * \frac{v}{\bar{x}_{lavandería} + \Delta x}$$
$$Q = 0,246m * \frac{0,3m/s}{0,246m + 0,5m}$$
$$Q = 0,0989m/s$$

También asumimos que nuestro sistema de recogida solo puede operar durante dos turnos, con 8 horas por cada turno, lo que significa que $t = 16 horas$. La cantidad de metros que pueden ser procesados en la jornada laboral (M) se calcula de la siguiente manera:

$$M = Q * t$$
$$M = \frac{0,0989m}{s} * 57600 s$$
$$M = 5 698.23 m$$

El número posible de artículos de lavandería transportados por la cinta transportadora es:

$$n = \frac{M}{\bar{x}_{lavandería}}$$
$$n = \frac{5 698,23 m}{0,246 m/artículos}$$
$$n = 23 164 artículos$$

Esta ecuación no tiene en cuenta que los artículos de lavandería pueden estar apilados. Como promedio se considera que aproximadamente la mitad de los artículos vienen en pilas que oscilan entre 5 a 10 artículos. El objetivo de nuestra propuesta es poder manejar entre 4000 y 5000 artículos de lavandería por día, pero, como muestra el cálculo,

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

podríamos aumentar considerablemente el flujo de entrada. Dependiendo de los parámetros de ajuste, el rendimiento del sistema de recogida automático puede variar. En el primer experimento, asumimos 5000 artículos de lavandería por día y cambiamos la probabilidad de entradas de las pilas de ropa de cero (Experimento 0) a 100% (Experimento 11) en una escala de 10%.

Las figuras 9 y 10 muestran los resultados para los límites del sistema. El número de entidades disminuye continuamente en la figura 8 porque hay mayor cantidad de pilas de lavandería. La Figura 9 muestra que la cantidad de pilas de ropa completadas aumenta en los primeros experimentos, pero cuando la probabilidad de apilamiento alcanza el 60%, los números se mantienen constantes.

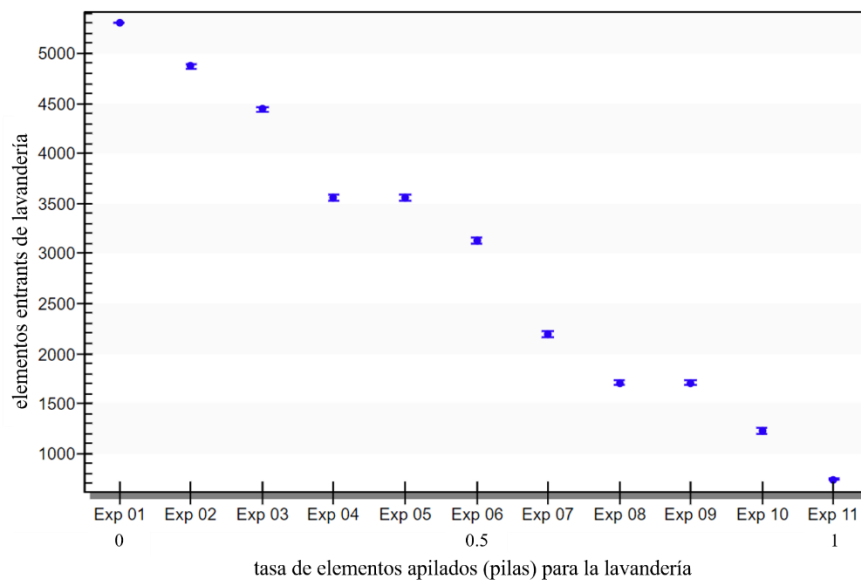


Figura 9: Intervalo de confianza y número promedio de elementos entrantes en función de la velocidad de las pilas de ropa entrantes.

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

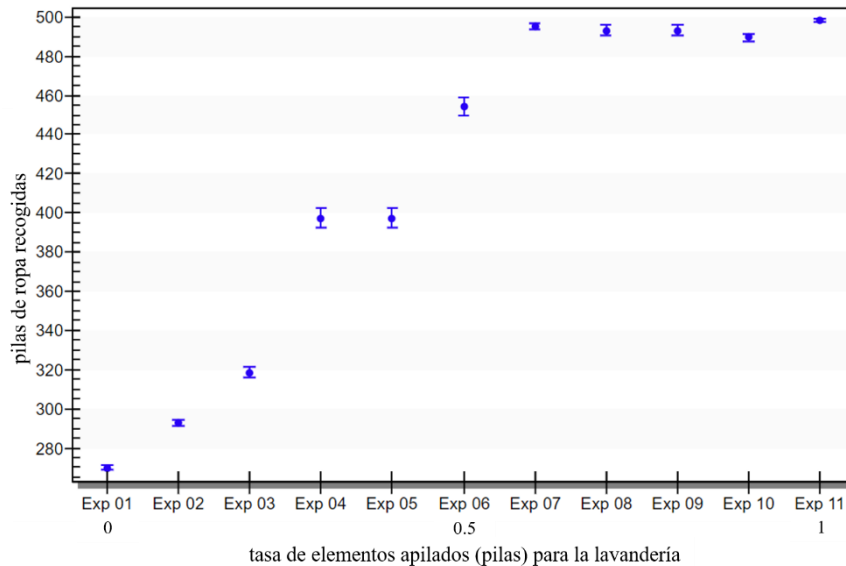


Figura 10: Intervalo de confianza y número promedio de pilas de ropa que salen del fregadero en función de la velocidad de las pilas de ropa entrantes.

El sistema de recogida no puede manejar el flujo de material cuando hay menos pilas y más artículos individuales. A una tasa del 60 por ciento de las pilas de lavandería, el sistema de recolección puede consolidar cada orden de recogida por una cantidad de 5000 artículos. El límite de rendimiento de nuestro sistema de recogida es, por lo tanto, aproximadamente 5000 artículos de lavandería, que se apilan a una tasa del 60 %.

3. Conclusiones

Los modelos de simulación pueden ayudar en las etapas iniciales de los procesos de planificación de los sistemas de selección automatizados. El enfoque microscópico nos permite con un modelo 3D visualizar y probar situaciones especiales en el futuro. Es posible modelar y simular la asignación de almacenamiento y los tamaños flexibles junto con los objetos de apilamiento.

Los cálculos iniciales han demostrado que es una necesidad desarrollar soluciones de recogida que ahorren costos debido al aumento de las peculiaridades de la logística de lavandería. La presión del costo no permite una gran cantidad de unidades de

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

almacenamiento y recuperación y, en consecuencia, el rendimiento del sistema está restringido.

La composición del flujo de material entrante, la velocidad de las pilas de ropa y el tipo de ropa (debido a las dimensiones) son decisivos para la carga real del sistema y la ocupación relativa del archivo de estantería.

4. Referencias

Bódis, T., J. Botzheim, and P. Foldesi. 2017. “Necessity and Complexity of Order Pick-ingrouting optimisation based on Palletloading Features”. *Acta Universitatis Sapientiae, Informatica* 9(2):162–194.

Brandau, A., D. Weigert, and J. Tolujew. 2015. “Anwendungen von Simulation zur Verbesserung von Prozessabläufen in Industrieräschereien”. In *Simulation in Production and Logistics*, edited by M. Rabe and U. Clausen, 289–298. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Desai, P., Riddlestone, S. 2002. *Bioregional Solutions for living on one Planet*, Schumacher Briefing No.8, Green Books Ltd, Totnes.

Dyckhoff, H., Lackes, R., Reese, J. 2004. *Supply Chain Management and Reverse Logistics*, eds H. Dyckhoff et al., Springer-Verlag, Berlin, 1-139.

Kofler, M. 2014. *Optimising the Storage Location Assignment*. Ph.D. thesis, Institute for Formal Models and Verification, Johannes Kepler University, Linz, Austria.

Müller, M. 2014. *Entwicklung eines Simulationsmodells zur Planung der Waschauftragsreihenfolge in einer Wäscherei*. Bachelor thesis, Institute of Logistics and Material Handling Systems, Otto von Guericke University, Magdeburg, Germany

Müller, Reggelin, Schmidt, y Weigert. 2018. *Simulation-based planning and dimensioning of an automatic laundry storage and retrieval unit with dynamic storage location sizes*. *Proceedings of the 2018 Winter Simulation Conference* M. Rabe, A.A. Juan, N. Mustafee, A. Skoogh, S. Jain, and B. Johansson, eds.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



- Murray, A., K. Skene, and K. Haynes. 2015. “The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration “. *Journal of Business Ethics* 140:369–380.
- Rei, R. J., M. Kubo, and J. P. Pedroso. 2008. “Simulation-Based Optimization for Steel Stacking”. In *Modelling, Computation and Optimization in Information Systems and Management Sciences*, edited by H. A. Le Thi et al., 254–263. Metz, France: Springer
- Zijm, W. H. M., and J. P. van den Berg. 1999. “Models for Warehouse Management: Classification and Examples”. *International Journal of Production Economics* 59:519–528.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu