

OPTIMIZACIÓN DE GUARDADO EN MEZZANINA BODEGA 7000

INFORME FINAL
GREGORIO CUSATO

Contenido

Resumen:	2
Abstract:	3
Contexto:	3
7000.....	7
Problema:	9
Situación actual:	12
Objetivos:	13
Metodología:	13
Medidas de desempeño:.....	13
Metodología:	14
Estado del arte:	15
Autostore:	15
Shuttle:	16
WMS:	16
Opciones de solución:	17
Funcionamiento de herramienta y puntaje de ubicaciones:	19
Desarrollo Guardado:	20
Planificación:	24
Riesgos:	24
Evaluación económica:	25
Resultados esperados:	27
Resultados:	27
Conclusiones:	30
Desarrollo Reslotting:	31
Anexos:	33

Resumen:

El presente informe tiene como objetivo documentar el proyecto realizado durante el segundo semestre del año 2023 en la pasantía de Falabella.com en el área de Logística Corporativa y Home Delivery. El proyecto tiene como objetivo mejorar la productividad de picking en mezzanina en un 20%, en la bodega 7000 de Falabella. Esto se realiza mediante una intervención en el proceso de guardado. Al momento de comenzar el proyecto, las productividades de estos procesos tenían los siguientes valores:

Área	Julio 2023	Agosto 2023
Guardado	275	280
Picking	81	82

Como se puede ver, las productividades de ambas tareas se encuentran muy alejadas. Esto se debe en parte a que el proceso de guardado no tiene una metodología establecida, por lo que se puede considerar caótico, y al tener esta naturaleza, perjudica el proceso de picking, ya que no se están utilizando todas las posiciones disponibles en su mejor forma.

La solución seleccionada consiste en analizar las mejores posiciones según su ubicación con respecto a la zona de entrega de los productos en la fase de picking. Posterior a este análisis se crea una metodología, la cual establece como se debe hacer el guardado para minimizar las distancias recorridas, y aprovechar al máximo los pasillos cercanos al tobogán final. Por último, se realiza la creación de un programa en Python, el cual tiene 2 funciones, la primera es mostrar a la operación de la bodega las posiciones disponibles, y de qué tipo son, para que se pueda tener un mayor control sobre el guardado, y se pueda densificar la mezzanina. La otra función es mostrar, según los ingresos de productos que se tendrán esa semana, su tamaño, y volumen, cuáles y cuantas posiciones serán necesarias para almacenar todo este volumen, tomando en consideración esta minimización de las distancias recorridas al momento de pickear. Posterior a la implementación del proyecto durante el mes de noviembre, se puede ver que las productividades de ambas tareas tuvieron los siguientes cambios:

Área	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Guardado Mezzanina	275	280	218	262	348
Delta Guardado%	0%	2%	-22%	20%	33%
Picking Mezzanina	81	82	63	80	93
Delta Picking%	0%	1%	-23%	27%	16%

La implementación de la metodología teórica se realiza durante la última semana de octubre, mientras que la implementación del programa comienza la primera semana de noviembre. Se puede ver que existe un aumento en la productividad efectiva de ambas tareas.

Diferencia Agosto - Noviembre	
Guardado	27%
Picking	15%

En la tabla anterior se ve el aumento en las productividades de ambas tareas, donde el proceso de guardado tuvo un aumento en productividad del 27% y el proceso de picking tuvo un aumento en un 15%, alcanzando un valor cercano al objetivo del proyecto de aumentar la productividad de picking en un 20%.

Como conclusión principal se puede apreciar que una metodología establecida para el proceso de guardado resulta en una mejora en el proceso de picking, el cual se veía directamente impactado por ella.

Sumado a esto se realiza como piloto en el tercer piso de la mezzanina una reconfiguración de las ubicaciones existentes, con el fin de adaptar las posiciones que fueron planeadas al mix actual de productos que se tienen según su tamaño

Abstract:

The purpose of this report is to document the project carried out during the second semester of 2023 in the internship at Falabella.com in the Corporate Logistics and Home Delivery area. The project aims to improve the picking productivity on the mezzanine by 20% at Falabella's 7000 warehouse. This is achieved through an intervention in the storage process. At the beginning of the project, the productivities of these processes had the following values:

Área	Julio 2023	Agosto 2023
Guardado	275	280
Picking	81	82

As you can see, the productivities of both tasks are significantly different. This is partly because the storage process lacks an established methodology, making it somewhat chaotic. Due to this nature, it affects the picking process as not all available positions are being optimally utilized.

The selected solution involves analyzing the best positions based on their proximity to the product delivery zone during the picking phase. Following this analysis, a methodology is developed to guide the storage process, minimizing distances traveled and maximizing the use of aisles near the final chute. Lastly, a

Python program is created with two functions. The first function displays available positions and their types to the warehouse operation, enabling better control over storage and densification of the mezzanine. The second function, based on the incoming products' sizes and volumes for the week, indicates which and how many positions will be necessary to store this volume, considering the minimization of distances traveled during picking.

Following the project implementation in November, the productivities of both tasks experienced the following changes:

Área	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Guardado Mezzanina	275	280	218	262	348
Delta Guardado%	0%	2%	-22%	20%	33%
Picking Mezzanina	81	82	63	80	93
Delta Picking%	0%	1%	-23%	27%	16%

The implementation of the theoretical methodology took place during the last week of October, while the implementation of the program began in the first week of November. It's evident that there's an increase in the effective productivity of both tasks.

Diferencia Agosto - Noviembre	
Guardado	27%
Picking	15%

In the previous table, the increase in the productivities of both tasks is evident, where the storage process saw a productivity increase of 27%, and the picking process experienced a 15% increase, reaching a value close to the project's goal of a 20% increase in picking productivity.

The main conclusion drawn is that having an established methodology for the storage process results in an improvement in the picking process, which was directly impacted by it.

In addition to this, a pilot reconfiguration of existing locations is carried out on the third floor of the mezzanine, aiming to adapt the planned positions to the current mix of products based on their sizes.

Contexto:

Grupo Falabella es un consorcio empresarial multinacional, con operaciones en Chile, Argentina, Brasil, Colombia, México, Perú, y Uruguay. Operando principalmente en el rubro minorista y en retail, en el cual tiene más de 65 años de experiencia. Su visión es simplificar y disfrutar más la vida de sus clientes, ofreciéndoles soluciones de calidad y conveniencia. Su misión es impulsar una transformación cultural y digital, basada en sus valores y principios corporativos. Su estrategia se enfoca en crear un ecosistema integrado por plataformas de marketplace, banca, lealtad, home delivery y retail omnicanal. Junto a su ala de retail, Falabella tiene dentro de su grupo a Mallplaza, Sodimac, Banco Falabella, IKEA, y Falabella.com, el cual se inaugura en el año 2021 junto con el boom del e-commerce en Chile.¹ En los años 2022 y 2023 se inaugura Falabella.com en Perú y Colombia respectivamente.

Falabella.com es una plataforma de comercio electrónico, la cual funciona como marketplace, donde se consolidan las distintas partes del grupo Falabella (retail, Sodimac, IKEA, etc.), y donde distintos sellers pueden ofrecer sus productos, esto se ve reflejado en su visión *“Ser el mejor punto de encuentro entre quienes compran y vendan en falabella.com”*. Falabella.com se encarga del retiro, almacenamiento, empaque, y envío de estos productos. En este momento cuentan con 3 bodegas principales en la región metropolitana. La 7002 en San Bernardo, que se encarga del almacenamiento y cross docking, de productos midi y big (productos medianos y grandes como refrigeradores, microondas, lavadoras, etc.). La bodega 7000 en Pudahuel, que almacena productos mini (productos pequeños, hasta el tamaño de una caja de zapatos aproximadamente), y la 7100 en Pudahuel, que es donde los pedidos se consolidan según su destino final (es a esta bodega donde llegan productos de las otras partes como Sodimac, mismas bodegas de F.com y Falabella retail, y otras. Se envían a centros de transporte en región, tiendas para recolectar en RM y al hogar del cliente en RM).

El área dentro de la cual se realiza el proyecto es en Logística Corporativa y Home Delivery, la cual se encarga de la logística de Falabella.com y presta ayuda a otras partes del grupo, tanto en Chile como en Perú y Colombia.² El alcance de este es en la operación de la bodega 7000.

¹ [About Us, Falabella S.A.](#)

² [¿Qué es falabella.com? | falabella.com](#)

7000

Como se mencionó anteriormente, la bodega 7000 se encarga del almacenamiento de productos mini, que tienen un tamaño máximo similar a una caja de zapatos. Dentro de esta existe el almacenamiento en mezzanina, piso, y rack en altura, para fines del proyecto el flujo relevante es aquel para productos que se almacenan en mezzanina, y su flujo es el siguiente:



Ilustración 1: Flujo bodega 7000

1. **Recepción:** El primer paso es la recepción de los bultos que fueron enviados por los sellers. Aquí se verifica que la cantidad declarada sea igual a la cantidad recibida. Existen 3 formas de recibir los productos, el primero, tren logístico, que es donde Falabella va a buscar los productos de los sellers y se encarga de transportarlos. El segundo es directo seller, que es donde el seller se encarga de agendar y enviar los bultos. Por último, está 3PL que es donde operadores logísticos externos se encargan del envío de los productos a la bodega.
2. **VAS:** Después de recibir los productos en recepción, estos deben pasar por un control de calidad, aquí se verifica que dentro de los bultos vengan los productos correctos, y que su cantidad sea la declarada, si no, se realiza un ajuste sistémico. En este paso el operario escanea el código de barras de los productos, y según las medidas, se le asigna un tipo de guardado, ya sea Micro, Pequeño, o Grande. Después de la verificación se dejan en 1 de 3 posiciones, que corresponden a cada piso de la mezzanina. Si el producto es de alto valor se deja en la posición 3, de lo contrario, en la 1 o 2. Aquí el pallet es recogido por una grúa que lo lleva al piso correspondiente.
3. **Guardado:** Una vez se encuentran los productos en el piso correcto, el operario debe tomar los productos y guardarlos en las posiciones asignadas según tamaño, esto es, al escanear el producto le dice si se debe almacenar en una posición Micro, Pequeña, o Grande. Aquí el operario no recibe mayores instrucciones, solo sabe qué tipo de posición necesita y es el quien debe ir y buscarla, teniendo la posibilidad de elegir cualquier posición (del tipo correcto) para el guardado.
4. **Picking:** El proceso de picking es cuando se envían las olas para comenzar a armar los pedidos que serán enviados, las olas son las “instrucciones” o pasos a seguir para un operario, para recolectar los productos. Estas se dividen en tareas, y los operarios tienen que ir a recoger los productos de cada tarea. Aquí los usuarios se dirigen a las ubicaciones de cada producto y deben guardarlas en

las cajas correspondientes a la tarea, para finalmente dirigirse al tobogán de entrega en un extremo de la mezzanina para enviarlo al empaquetado.

5. Packing: El empaquetado se divide en single y multi, esto es si es un SKU o más de un SKU.
 - a. Single: Si es un solo SKU este se procede a empaquetar ya sea en una bolsa o caja directamente y pasa a la paletización.
 - b. Multi: Si es multi SKU, la unidad se deja en un putwall, donde se espera a que se consoliden todas las unidades de un pedido. Después de esto el pedido pasa a ser empaquetado y paletizado.
6. Paletización: Finalmente los productos ya empacados se dejan en el pallet correspondiente a su destino, aquí se consolidan todos los productos hasta que deben ser enviados.
7. Despacho: Cuando se completa el pallet, o ya es hora de que salga el camión de despacho, los productos son cargados a los vehículos que se dirigen a sus destinos correspondientes, finalizando así el proceso de outbound de la bodega.

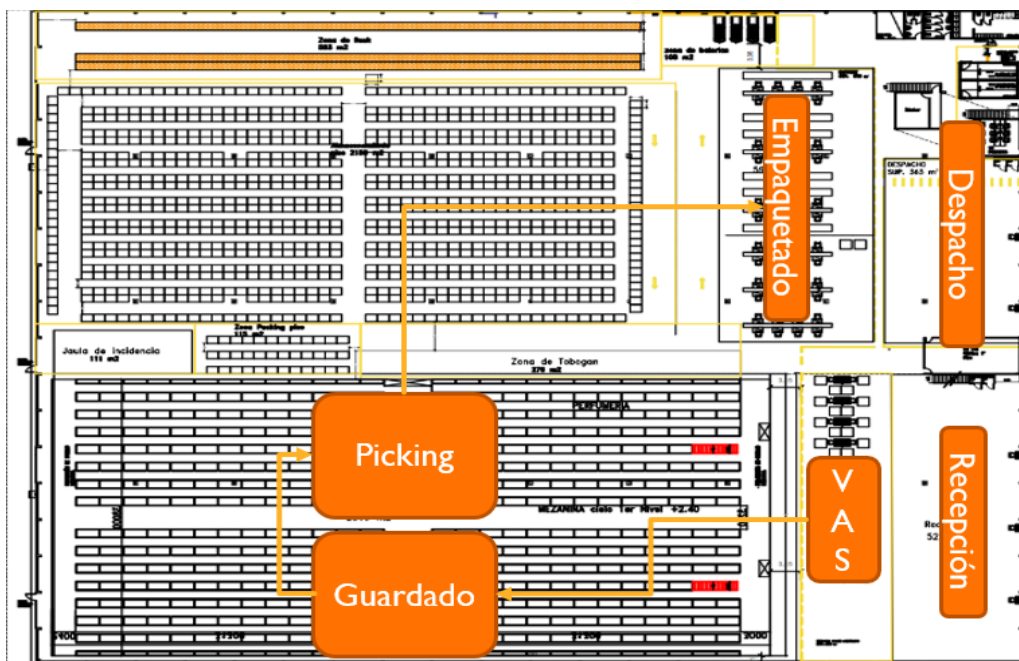


Ilustración 2: Layout y procesos bodega 7000.

Problema y Oportunidad:

En la siguiente tabla se presentan la cantidad de empleados que se tienen para cada proceso en la bodega 7000 durante un periodo promedio.

Área	Cantidad de FTEs (Full Time Employees)	% De FTEs
Recepción	2	5%
VAS	5	13%
Guardado	10	26%
Picking	6	15%
Packing	10	26%
Consolidación	3	8%
Despacho	3	8%

Es posible apreciar que 3 procesos de los 7 tienen una cantidad mayor de operarios, estos son el guardado, picking, y packing. Con respecto al último de estos, este ya ha sido altamente optimizado, y no presenta desplazamientos físicos, por lo que no existe una necesidad de realizar mejoras en su operación. En cambio, si vemos los otros 2 procesos, guardado y picking, se puede ver que existe una posibilidad de mejorar su proceso, mediante la reducción de traslados y distancias recorridas en estos.

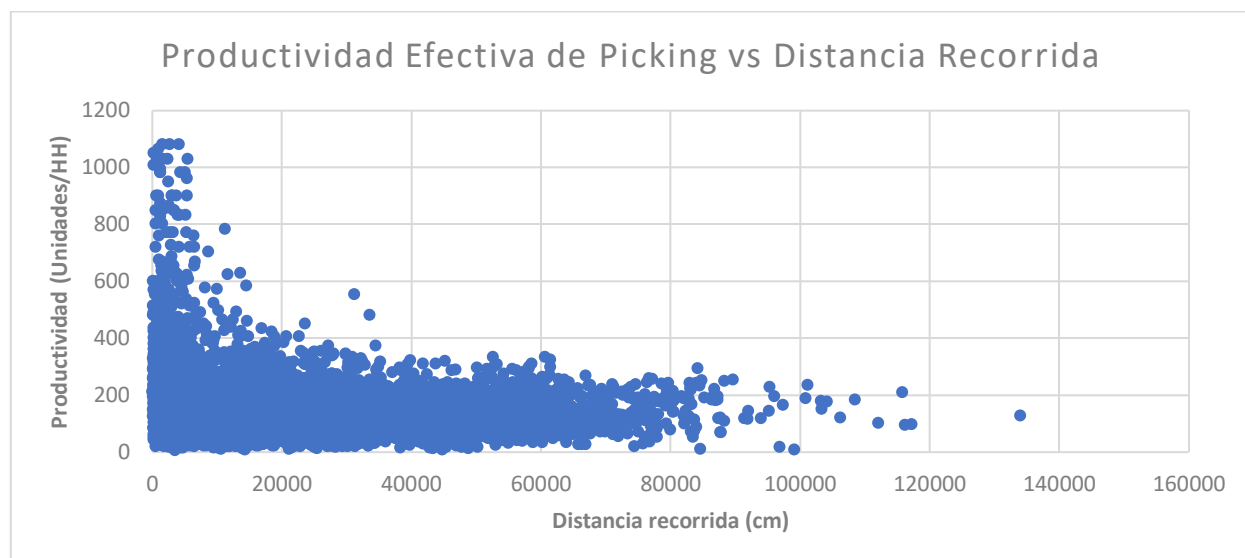


Ilustración 3: Productividad vs Distancia

Al observar el gráfico presentado anteriormente es posible observar que existe una relación directa entre la distancia recorrida en la productividad de picking y en la productividad de este, donde a medida que aumenta la distancia recorrida, disminuye la productividad de este.

Es importante considerar, ¿de qué depende la distancia que se recorre en la tarea de picking? Uno de los principales elementos que determina cuanto se moverá un usuario al momento de realizar la tarea de picking es donde están almacenados los productos, tanto unos de otros como del punto de entrega final del proceso de picking. Para esto debemos saber cómo es la tarea de guardado.

Como se mencionó anteriormente en la descripción del flujo de la bodega, el usuario que está realizando

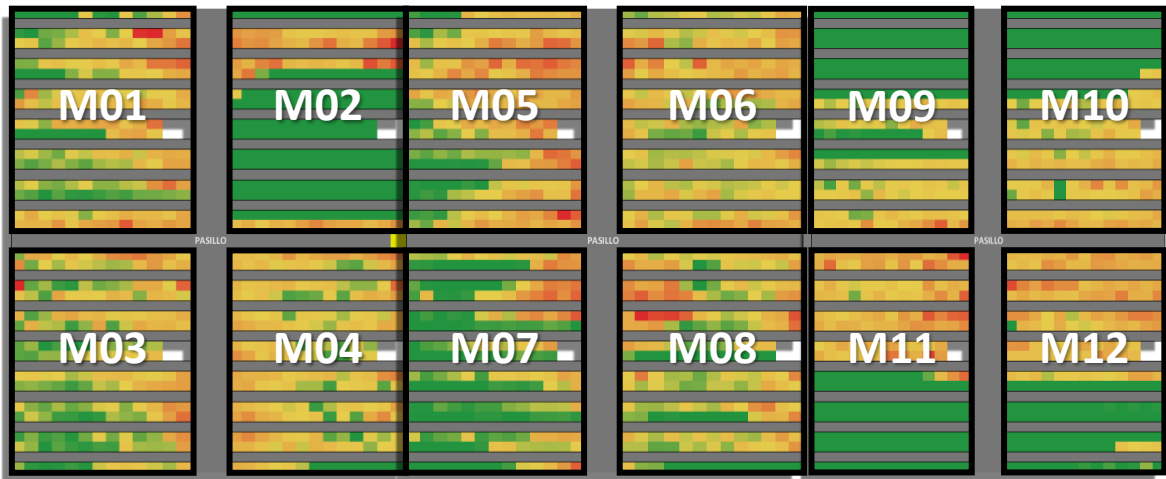


la tarea de guardado recibe la caja con los productos que debe almacenar, y una vez que la escanea, es él quien debe encontrar la posición que se le indica, ya sea Grande, Pequeña, o Micro, y al no tener otras instrucciones más que guardarlo en una posición disponible, la tarea tiene un orden caótico, el cual se puede apreciar en el siguiente mapa de calor:

Aquí vemos como en cada piso la distribución de las unidades no sigue un orden lógico, por lo que es posible considerar que el almacenamiento de los productos es caótico. También, en la parte superior de estos mapas se encuentra el punto de entrega final del proceso de picking, y se ve que no existe un esfuerzo por acercar los productos a este lugar para que el desplazamiento final sea mínimo. De aquí nace la oportunidad de intervenir en el proceso de guardado, para que el proceso de picking aumente su productividad.

Por otra parte, podemos ver como la distribución de las unidades dentro de la mezzanina tienen un impacto en la productividad del proceso de picking. Cada piso está dividido en 4 zonas, las cuales tienen 15 pasillos de productos cada una. Separadas por el pasillo central vertical y horizontal. Tomando en

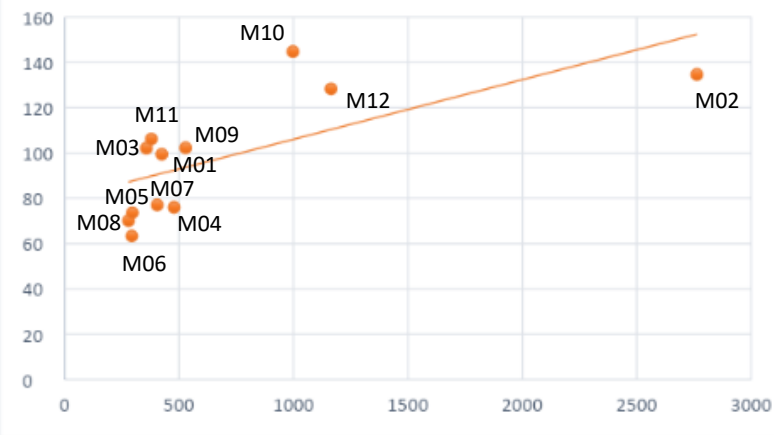
cuenta los mapas de calor anteriores, y las productividades por zona, podemos ver los siguientes resultados:



En primer lugar, tenemos el nivel 1, donde se aprecia que la zona con mejor productividad es la zona 2. Esto se debe en parte a que la distribución de sus unidades no es uniforme, y estas se encuentran altamente concentradas en pocos pasillos, permitiendo así que haya una alta densidad de unidades y que estas se encuentran cercanas entre sí. Lo mismo ocurre en el nivel 3, donde las zonas no están siendo utilizadas en toda su capacidad considerando los pasillos, pero sus unidades se encuentran concentradas, y estas tienen una alta productividad. Por último, está el nivel 2, el cual tiene unidades en todos sus pasillos, y podría verse una distribución uniforme. Este es el que presenta los peores valores de productividad en sus zonas.

Gráficamente, esto lo podemos ver así:

PROD VS CONCENTRACIÓN



Zona	Productividad
M01	100
M02	126
M03	101
M04	72
M05	79
M06	54
M07	80
M08	62
M09	100
M10	145
M11	107
M12	122

Aquí queda representada la gran diferencia entre productividades que existen para las tareas realizadas en las distintas zonas de la mezzanina, donde, a medida que aumenta la concentración de unidades, aumenta la productividad.

Situación actual:

¿Por qué intervenir el guardado para mejorar la productividad de picking? Existen 2 factores que nos dicen porque es conveniente alterar este proceso. El primero es la criticidad del proceso de picking y la holgura que existe en el proceso de guardado. El primero de estos procesos tiene la característica de que los productos deben estar recolectados, empaquetados, y consolidados antes de un horario determinado, ya que los camiones de reparto tienen ciertos bloques de horario diarios en los que operan, y si el pedido no está listo a tiempo, el producto no podrá ser enviado y resultará en un atraso. Por otra parte, el proceso de guardado no siempre involucra productos que se venderán en ese mismo momento, si no que a diario se reciben productos de sellers que pueden no ser vendidos en días, semanas, o incluso meses, por lo que una demora en su almacenamiento no resultará en problema mayor para el cumplimiento de la bodega.

El segundo factor que determina la posibilidad de perjudicar el guardado y mejorar el picking es la diferencia que existe en sus productividades, en la siguiente tabla se muestran los valores que tienen estos procesos previos a la implementación del proyecto:

Área	Julio 2023	Agosto 2023
Guardado Mezzanina	275	280
Picking Mezzanina	81	82

Aquí se aprecia una gran diferencia entre sus productividades, lo cual se puede explicar en parte por la libertad que existe en el proceso de guardado, el cual tiene una productividad de casi 200 unidades por hora más que la tarea de picking, entonces si existe la posibilidad de disminuir parcialmente esta productividad, para que la de picking pueda aumentar y alcanzar un valor cercano al de 100 unidades por hora.

Objetivos:

El objetivo general de este proyecto es aumentar la productividad de picking mezzanina en un 20%, mediante una reconfiguración del proceso de guardado.

Objetivos específicos:

- Establecer metodología de guardado en mezzanina.
- Elaboración de herramienta para gestionar el guardado.
- Densificar zonas en mezzanina.

Metodología:

Medidas de desempeño:

- *Objetivo General:*
 - *Productividad de picking:*
$$(unidades\ pickeadas) / (tiempo\ de\ tarea)$$
 - Este es el indicador de la productividad efectiva del picking, el cual mostrará el impacto que tuvo el guardado nuevo en la mezzanina.
 - *Productividad de guardado:*
$$(unidades\ guardadas) / (tiempo\ de\ tarea)$$
 - Con este indicador se medirá el impacto que tuvo la nueva metodología en la productividad.
- *Densificación de zonas:*
 - *Desviación estándar:* esta medida por zona indicará como están distribuidas sus unidades en los distintos pasillos, si más unidades en menos pasillos, este valor será alto, si hay las mismas unidades en todos los pasillos, este valor será bajo.
 - *Unidades / SKU por pasillo.* Si se densifica la mezzanina la cantidad de unidades por pasillo debería aumentar en aquellos pasillos con puntaje alto, pero debería disminuir la cantidad de unidades en aquellos pasillos con puntaje bajo.

Metodología:

1. Identificación del problema:
 - a. Búsqueda de problema u oportunidad.
 - b. Análisis de datos: observar cómo se está guardando actualmente mediante la elaboración de un mapa de calor, medir desempeño actual, productividad, dispersión, etc.
2. Elaboración de MVP:
 - a. Acceso a bases de datos, buscar información relevante (ubicaciones ocupadas, unidades, SKU, etc.)
 - b. Elaboración de modelo de optimización u otro programa para mejorar el guardado: Utilizando conocimientos de Python, Excel, SQL, etc., se creará una herramienta que permita procesar altos niveles de información, con el fin de entregar a la operación una forma óptima de guardar los productos que se reciben.
3. Primera presentación de MVP a operación.
4. Iterar:
 - a. Según feedback, recomendaciones, críticas, solicitudes, u otra sugerencia de operaciones, se itera con respecto a la creación de la herramienta, con el fin de que esta cumpla su propósito de la mejor forma posible.
 - b. Análisis de resultados: según los resultados obtenidos se podrá ir ajustando la herramienta.
5. Entrega de herramienta: Cuando se alcanza el nivel requerido de la herramienta esta será entregada a operaciones:
 - a. Manual de usuario: instructivo para que el usuario final pueda utilizar el modelo.
 - b. Presentación final a equipo corporativo y a operaciones.

Estado del arte:

A continuación, se presentan diversos sistemas de almacenamiento que se manejan en otras bodegas de Falabella, los cuales tienen una alta eficiencia comparada con el almacenamiento manual.

Autostore:

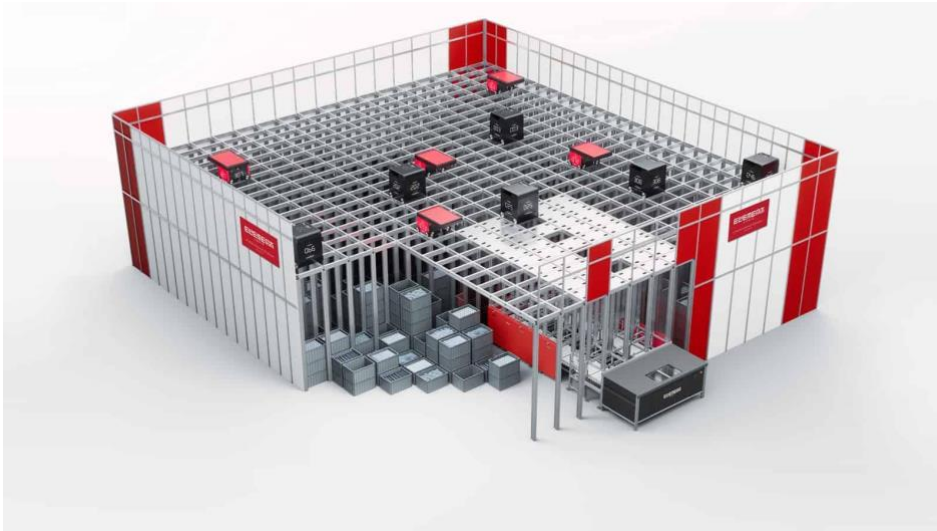


Ilustración 4: Autostore.

Funcionamiento:

El Autostore es un sistema de almacenamiento modular, el cual, mediante el uso de robots y el apilado vertical de totes, permite a la empresa almacenar de forma óptima sus productos, y el picking de estos se realiza automáticamente, minimizando el error humano.³

Debido a la naturaleza de su funcionamiento, el Autostore almacena los productos con mayor rotación en las primeras capas de totes, por lo que los robots deben escarbar menos para llegar a ellos.

Falabella retail utiliza este método de guardado en una de sus bodegas, el cual le brinda una productividad de guardado de 600 unidades por hora, y su productividad de picking es de 250 unidades por hora.

³ [¿Qué es AutoStore? | Más información sobre el sistema AutoStore \(autostoresystem.com\)](https://www.autostoresystem.com/)

Shuttle:

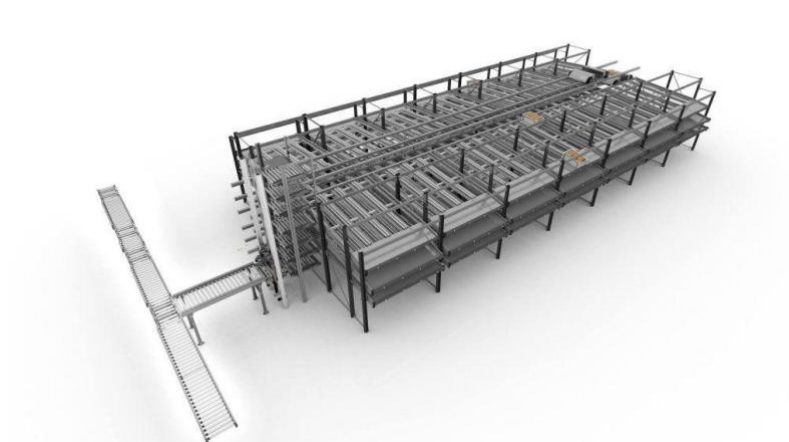


Ilustración 5: Shuttle

Funcionamiento:

El Omnicanal GTP Shuttle es un sistema automático de almacenamiento que permite abastecer pedidos en una bodega con una capacidad de guardado de 600 unidades por hora y picking entre 330 y 1200 unidades por hora según su destino.

WMS:



Ilustración 6: WMS logo.

WMS es el sistema de funcionamiento que manejan las bodegas y centros de transferencia de Falabella.com. Es este sistema el que establece como se debe hacer el guardado y el picking en la mezzanina, definido por los encargados de sistemas. Es en conjunto con este sistema que se debe realizar la nueva metodología de guardado, con el objetivo de que no se produzcan errores en su funcionamiento.

Opciones de solución:

Como se mencionó anteriormente, la solución debe estar en línea con el sistema de WMS que trabaja la bodega, por lo que se debe considerar el impacto sistémico que pueda tener esta solución. A continuación, se presentan las posibles soluciones consideradas para el proyecto:

1. Programa de guardado de recepción: Esta primera solución consiste en la elaboración de una herramienta en Python, la cual tome en cuenta distintas restricciones, tales como el tamaño de los productos que lleguen, las posiciones disponibles, la cantidad y tamaño de los productos ya almacenados, y las distancias de la ubicación al destino final, y asigne a cada producto que llega una ubicación para que lo almacene, de esta forma optimizando el guardado de los productos recibidos que se realiza en la mezzanina.

Pros	Puntaje	Cons	Puntaje	Final
Optimización del uso del espacio.	6	Disminución parcial en productividad de guardado.	2	4
Aumento en productividad de picking.	6	Sensible a errores en medidas.	3	5
Costo bajo	7	No considera algunos movimientos.	1	4
			Total	5

2. Modelo de optimización total: La segunda opción es un modelo de optimización que considera todos los movimientos de productos que se deben realizar dentro de la mezzanina para optimizar su guardado, esto puede ser recepción, devoluciones, reslotting, etc. El modelo también tomará en consideración las restricciones mencionadas anteriormente, con el fin de minimizar el impacto del guardado en el picking.

Pros	Puntaje	Cons	Puntaje	Final
Optimización del espacio.	7	Disminución parcial en productividad de guardado.	2	5
Aumento en la productividad de picking.	6	Sensible a errores en medidas.	3	5

		No existe un registro sistémico que muestre a qué productos se les hará reslotting, solo los que ya se hicieron.	1	1
		Mayor costo en consultas.	3	3
			Final	4

3. Reslotting y reconfiguración de la mezzanina: La tercera y última opción consta en ver qué tipo de productos se tienen almacenados actualmente (micro, pequeño, grande) y según esto se adecuarán las posiciones para que se pueda hacer un reslotting óptimo, utilizando como guía un programa en Python que muestre cuales son las mejores posiciones de cada tipo (que minimicen la distancia recorrida).

Pros	Puntaje	Cons	Puntaje	Final
Adaptar mezzanina a mix actual.	7	Implementación lenta.	1	4
Aumento en la productividad de picking.	6	Puede tener un costo alto.	2	4
Aumento en uso de posiciones necesarias, disminución de posiciones vacías.	7	Sensible a errores en VLs	3	5
		Requiere añadir otro proceso.	1	1
			Total	4

Se busca otro método de guardado ya que, al no considerar las distancias ni la optimización del espacio, el sistema WMS no resulta ser eficiente para manejar el almacenamiento de los productos, y requiere de un apoyo adicional, pero este no puede ser configurado dentro del sistema.

Solución escogida:

La solución mejor evaluada es la primera, la de la elaboración de un programa en Python, el cual permita a la operación ver donde guardar los productos que se reciban. La idea será que esta muestre hasta qué pasillo, o bahía (tomando en consideración las restricciones) se podrán guardar todos los productos de recepción, pero también mostrará qué ubicaciones están disponibles para otros tipos de movimientos tales como reslotting o regresos.

Funcionamiento de herramienta y puntaje de ubicaciones:

El guardado que se debe seguir con el fin de optimizar el espacio es el siguiente:

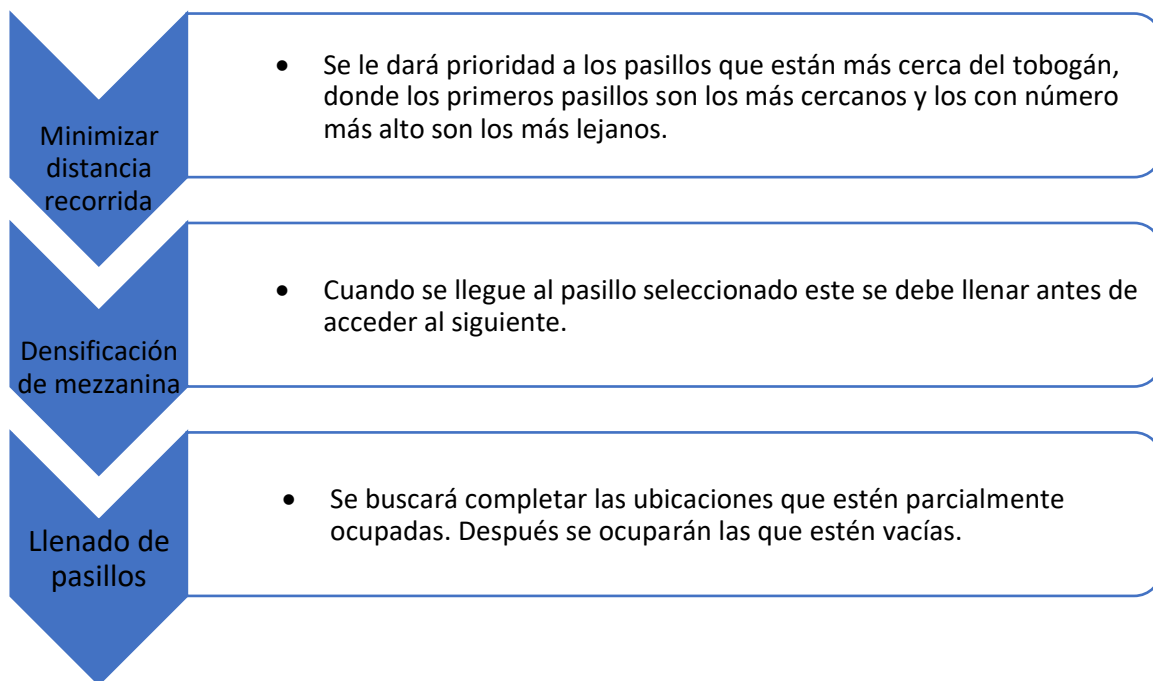


Ilustración 7: Diagrama de metodología de guardado.

El programa asignará puntajes a los pasillos y bahías de la mezzanina, y asignará ubicaciones de guardado recorriendo esta lista, priorizando las posiciones con mejor puntuación.

Desarrollo Guardado:

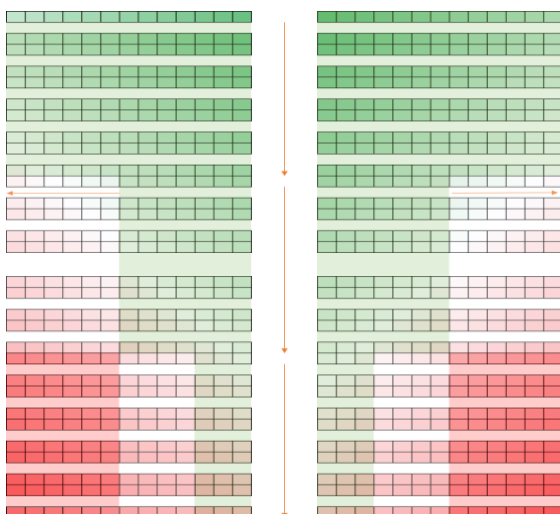
En primer lugar, se realiza el cálculo de la distancia desde la bahía hasta el punto de entrega, donde se ve la distancia X entre la bahía y el pasillo central, y la distancia Y entre la bahía y el punto final. Debido a la numeración que existe dentro de la bodega para las distintas posiciones, el cálculo de distancia varía en cierta medida para las bahías que se encuentran al lado izquierdo o derecho del pasillo central, al igual que para las bahías que están en pasillos pares o impares. En estos cálculos se toman en cuenta las medidas de las bahías y el ancho de los pasillos. Las fórmulas son las siguientes:

1. $X = 240 * (14 - \text{número de bahía})$
2. $X = 240 * (\text{número de bahía} - 13)$
3. $Y = 60 * (\text{número de pasillo} - 1) + 120 * \left(\frac{\text{número de pasillo}}{2}\right)$
4. $Y = 60 * (\text{número de pasillo}) + 120 * \left(\frac{\text{número de pasillo}}{2}\right)$
5. $\text{distancia total} = X + Y$

1. La fórmula 1 es el cálculo de distancia X para aquellas bahías del lado izquierdo del pasillo central.
2. La fórmula 2 es el cálculo de distancia X para aquellas bahías del lado derecho del pasillo central.
3. La fórmula 3 es el cálculo de distancia Y para aquellas bahías en pasillos pares.
4. La fórmula 4 es el cálculo de distancia Y para aquellas bahías en pasillos impares.
5. La fórmula 5 es el cálculo de distancia total.

Esto asegura que para cada bahía se tenga un valor de distancia, y se pueda ver cuáles son aquellas que están más cercanas al tobogán y cuáles son las más lejanas.

La forma final que tendrán las bahías con respecto a su prioridad se ve representada en la imagen que se presenta a continuación:



Como se ve en la imagen, la mayor parte de las unidades deberán guardarse en las zonas verdes, que es donde las bahías tienen mejor puntaje, y las distancias finales al tobogán se minimizan. Las flechas indican la dirección desde el tobogán hasta el pasillo más alejado.

Ilustración 8: Resultado esperado de guardado

El programa se desarrollará en Python y se ejecuta en Google Colab, con el fin de que la operación pueda acceder a la herramienta cuando lo necesite, y se pueda automatizar su funcionamiento.

El programa recibe como input 4 tablas, la primera es del stock actual en mezzanina, otra de ocupación, otra de recepción slotting (con información de medidas de productos a guardar), y por último el control de ubicaciones, que tiene la información de si la ubicación está habilitada o no. Cada una de estas bases cumple una función específica dentro del programa. La primera es la de Ocupación, la cual contiene la información de que tipo de ubicación se tiene y sus medidas, entregando si es grande, micro, pequeña, y su volumen máximo. La segunda es la de stock, la cual nos permite ver que porcentaje de volumen esta siendo utilizado en cada posición, y la cantidad de SKUs que hay dentro de estas. La otra tabla es la de control de ubicaciones, la cual tiene la información de si alguna posición se encuentra deshabilitada. Finalmente, se tiene la base de recepción, la cual tendrá la información de los productos que se recibirán durante las próximas 24 horas.

En la primera sección del programa se cargan los archivos mencionados, y después se le indica al usuario que puede continuar con la ejecución de las siguientes celdas.

Una vez se tienen cargados los archivos, se procesa la data del stock, donde se ven las posiciones ocupadas y se ve el porcentaje de ocupación, este tiene 2 reglas principales, la primera, es por volumetría, si la posición está a más del 80% de su volumen, esta se considera como llena. La segunda es por SKU, por configuración del sistema, si una ubicación tiene 4 SKUs, esta se considera llena.

Ahora que se tienen aisladas las posiciones disponibles, se realiza el cálculo de distancia con la formula mencionada anteriormente, donde mientras más cercanas al punto final se encuentren las posiciones, menor valor tendrá el resultado de distancia. Estas también serán separadas por piso.

Posterior a esto se toma la data de recepcion, y se filtra para los ingresos de las próximas 24 horas, sin importar en qué momento se ejecute la herramienta, ya que este es el último periodo que tiene la bodega para saber si se cancela alguna recepcion. Aquí se ve el volumen que ingresa según el tipo de producto (grande, pequeño, micro) y según la cantidad de unidades se verifica el volumen total que ingresará a la bodega.

Posteriormente, el programa toma la disponibilidad calculada anteriormente, y trata de guardar todo el volumen que ingresa en las mejores posiciones, si no puede, pasa a la siguiente, priorizando así aquellas con menor distancia.

Finalmente, estos resultados son exportados a un Excel, donde se pueden observar las posiciones disponibles, y el guardado de recepción.

Etiquetas de fila	M2G	M2P (en blanco)	Total general
001	51	156	207
002	48	145	193
003	64	245	309
004	63	251	314
005	54	287	341
006	60	259	319
007	52	275	327
008	39	232	271
009	33	223	256
010	42	272	314
011	36	230	266
012	37	239	276
013	50	289	339
014	49	295	344
015	71	196	267
016	63	253	316
017	39	276	315
018	42	292	334
019	57	280	337
020	50	250	300
021	41	265	306
022	49	245	294
023	32	226	258
024	56	265	321
025	37	251	288
026	47	263	310
027	36	225	261
028	45	261	306
029	35	237	272
030	35	236	271

Ilustración 9: Muestra de posiciones disponibles según tipo en nivel 2.

Este primer resultado muestra la cantidad de posiciones disponibles en cada pasillo según el tipo, como la prueba se realiza en el nivel 2 de la mezzanina, donde se muestran los tipos M2G y M2P, que serían grande y pequeño en el piso 2. Por otra parte, como los pasillos aumentan su número a medida que se alejan del tobogán de entrega, el supervisor tiene la posibilidad de ver fácilmente que pasillos tienen la cantidad de posiciones necesarias donde los primeros serían los “mejores” para el guardado.

Este segundo resultado le muestra cuántas posiciones necesita en cada pasillo para guardar la recepción que le llegará durante las próximas 24 horas, considerando que son solo los elementos que tienen como destino la mezzanina. En este caso está filtrado para lo que se debe recibir en el piso 2, pero se tiene la libertad de ver la información para cada piso.

Suma de DISPONIBLE	Etiquetas de columna	M2G	M2P	Total general	ZONE
Etiquetas de fila					
001		1	36	37	M01
002			24	24	M02
003			60	60	M05
004			29	29	M06
005			22	22	M09
Total general		1	171	172	M10

Ilustración 10: Muestra de posiciones disponibles para almacenar la recepción de los próximos 7 días.

Etiquetas de fila	M2G	M2P	Total general
001	1	36	37
B08		7	7
B09		3	3
B10		7	7
B11		4	4
B12		4	4
B13	1	6	7
B15		1	1
B16		2	2
B17		2	2
002		24	24
B09		3	3
B10		5	5
B11		3	3
B12		5	5
B13		5	5
B14		1	1
B15		1	1
B16		1	1
003		60	60
B10		16	16
B11		13	13
B12		8	8
B13		9	9
B14		8	8
B15		6	6
004		29	29
B11		12	12
B12		6	6
B13		7	7
B14		4	4
005		22	22
B12		10	10
B13		12	12
Total general	1	171	172

Ilustración 11: Vista expandida de ubicaciones disponibles para almacenar la recepción.

Esta vista se puede expandir, mostrando en detalle hasta que bahías se debe recorrer para encontrar las posiciones disponibles.

La idea de la herramienta es que el supervisor tenga total libertad de la visualización de la información, ya que puede resultar complejo para el usuario leer los resultados con todos los detalles.

La cantidad de posiciones a utilizar viene dada por el volumen que entrará y del volumen disponible.

Este resultado se le envía a operación 1 vez al día durante el desarrollo de la pasantía, pero también se les dio una capacitación a los jefes de operación (quienes utilizaran la herramienta) para que posterior a este periodo puedan seguir utilizándola. Junto a esta capacitación se les entrega un manual de usuario, para que tengan acceso a los reportes necesarios, el Colab, y como se debe ejecutar.

Planificación:

Actividad	16-Oct	23-Oct	30-Oct	06-Nov	13-Nov	20-Nov	27-Nov
Análisis de mejores ubicaciones							
Desarrollo de herramienta Python							
Guardado en mejores pasillos piso 2							
Vaciar primeros pasillos piso 3							
Configurar posiciones nuevas							
Guardado y reslotting en mejores ubicaciones							
Entrega de herramienta a operación							
Guardado con programa							
Análisis de resultados							
Presentación de resultados en empresa							

El proceso de guardado óptimo comienza con un piloto en los primeros pasillos del piso 2, donde se realizará un guardado priorizando los pasillos 1 a 10. Una vez se entrega la guía a operación, se comienza a guardar y densificar en las posiciones que se indican en la guía.

Riesgos:

El riesgo principal que se puede ver en este proyecto es la disminución de productividad de guardado, ya que al introducir una nueva medida puede ser que los operarios tengan un tiempo de ajuste a la nueva forma de trabajo. Otro factor que debe considerarse son los errores que existen en las VLS “verificadas” esto es, hay productos que fueron medidos, y que el sistema tiene clasificados, si estos productos tienen errores, es posible que el producto se trate de almacenar en una posición que no es correcta. También existe un riesgo por parte de la disponibilidad de ubicaciones necesarias, este riesgo afecta no solo al proyecto a realizar, sino que también al funcionamiento de la mezzanina antes y después de su implementación. Por último, se puede apreciar la resistencia al cambio que puede haber por parte del personal de bodega a implementar una nueva metodología que altere el funcionamiento de esta.

Riesgo	Mitigación
Disminución en productividad de guardado.	Con el tiempo los operarios antiguos se irán acostumbrando al nuevo método de guardado, también esto puede resultar beneficioso a aquellos operarios nuevos, ya que al decirles donde guardar no perderán tiempo buscando una ubicación disponible.
Errores en VLs.	El operario puede elegir de igual forma la ubicación donde se guardará el producto, así que si bien la ubicación se encontraba llena cuando parecía estar vacía, el operario igual puede elegir otro espacio donde guardar el producto.
Disponibilidad	El output del programa le mostrará dónde se encuentran las posiciones disponibles y su tipo, por lo que será posible encontrar posiciones libres que a simple vista pueden pasar desapercibidas, y así aumentar su ocupación.
Resistencia al cambio	Capacitación y explicación del nuevo sistema, no tiene una mayor complejidad, incluso podría resultar más fácil para nuevos operarios.

Evaluación económica:

En primer lugar, tenemos el costo de realizar las consultas necesarias en GCP, para obtener la información de stock, ocupación y recepción. Falabella.com ya cuenta con el sistema contratado, por lo que este costo es marginal, ya que no se procesa una gran cantidad de datos, y se realizaría 1 vez al día.

Según la disminución en productividad de guardado se puede considerar un aumento en la necesidad de empleados que puedan operar dentro de la mezzanina, pero, como el objetivo no disminuye la cantidad de productos que son guardados durante el día, la cantidad de FTEs (full time employees) debería ser la misma.

Por otra parte, el aumento en la productividad de picking puede significar una reducción en la necesidad de FTEs, ya que, si aumenta la productividad, es posible aumentar la cantidad de tareas que realiza un usuario al día, reduciendo la cantidad de FTEs necesaria.

Actualmente en la bodega 7000, cada usuario realiza en promedio 15 tareas de picking por día, y se cuenta con 15 operarios internos (estos son los que se mantienen trabajando en la bodega), que realizan las distintas tareas de las áreas del proceso total. Se tiene un total de aproximadamente 225 tareas de picking diarias, en la siguiente tabla se verán los posibles escenarios según el aumento en la productividad de picking, y como se vería afectada la cantidad de tareas que puede realizar cada usuario.

Aumento Productividad.	Tareas Diarias	FTEs necesarios	Disminución FTEs	Ahorro
15%	17	13	2	\$860,000
20%	18	13	2	\$860,000
25%	19	12	3	\$1,290,000

Esta simulación muestra cuánto se podría ahorrar en FTEs si es que se desea mantener la misma cantidad de tareas diarias que se están realizando actualmente, utilizando el salario promedio de un operario de bodega en Chile. ⁴

Por otra parte, al optimizar el uso de la mezzanina se puede encontrar un aumento en la capacidad del uso que se le da para el almacenamiento de productos en la mezzanina, ya que se densificarán las ubicaciones.

⁴ [Salarios de Operarios de bodega en 2023 | Trabajo Chile \(computrabajo.com\)](https://www.computrabajo.com/)

Resultados esperados:

Mes	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
ago	134	112	184
sept	115	88	171
oct	159	90	192

Con la densificación de la mezzanina, y el nuevo guardado optimizado, se puede esperar que las productividades de picking de las zonas del segundo nivel aumenten al nivel de las zonas de los niveles 1 y 3, alcanzando alrededor de 100 unidades por hora, teniendo un aumento de aproximadamente del 20% en productividad efectiva (comparado con las 80 unidades por hora que se tiene actualmente).

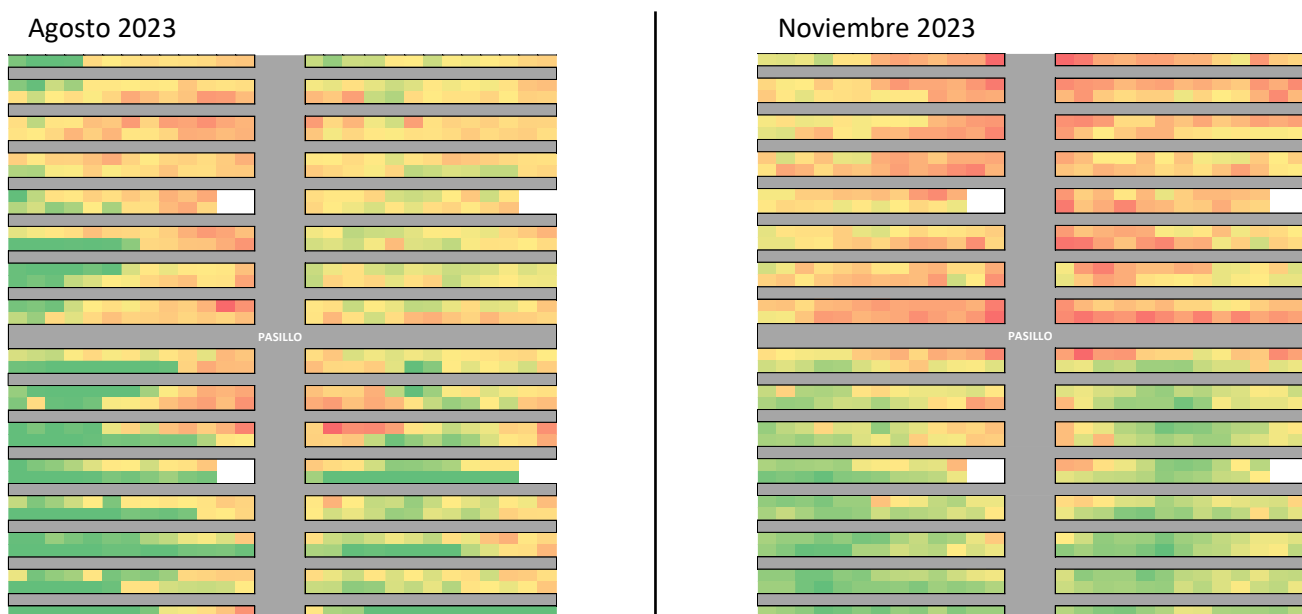
También se puede esperar que aumente la densidad de unidades por pasillo en cada zona cercana al tobogán, a la vez que una disminución en la cantidad de unidades en las zonas lejanas a este.

Resultados:

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos durante la implementación del proyecto. Con respecto al desarrollo del proyecto se puede ver que la concentración en el piso 2, donde se ha realizado el guardado nuevo ha aumentado.

Agosto					Noviembre				
Piso	Zona	Total Unidades	% Piso	Desviación	Piso	Zona	Total Unidades	% Piso	Desviación
1	1	17000	28%	3916	1	1	30000	25%	8347
	2	10000	17%			2	25000	21%	
	3	14000	23%			3	22000	19%	
	4	19000	32%			4	41000	35%	
2	5	14000	25%	5099	2	5	26000	31%	6801
	6	19000	34%			6	28000	33%	
	7	7000	13%			7	14000	16%	
	8	16000	29%			8	17000	20%	
3	9	4000	11%	4796	3	9	22000	32%	5944
	10	7000	18%			10	21000	31%	
	11	13000	34%			11	9000	13%	
	12	14000	37%			12	16000	24%	

Como se muestra en la tabla presentada, la cantidad de unidades almacenadas en el segundo piso está más concentrada en las zonas 5 y 6, las cuales son las que están más cercanas al tobogán de entrega. Esto nos permite saber que se ha seguido la metodología de guardado y se han priorizado las mejores ubicaciones. También la desviación del piso ha ido en aumento, lo que significa que la diferencia entre unidades de cada zona es mayor. Esto es posible verlo gráficamente en los siguientes mapas de calor, donde en el mapa de la izquierda se muestra la situación inicial al comienzo del proyecto y en el de la derecha se muestra la situación final, donde se puede observar que la mayor cantidad de unidades se presentan en los primeros pasillos y en las zonas cercanas al pasillo central.



Aquí las bahías verdes son aquellas que tienen pocas o cero unidades, las bahías amarillas ya contienen mas unidades y a medida que se concentra más, el color de la bahía tiende al rojo. Otra observación que se puede hacer es como esas bahías que están a los lados del tobogán final no se estaban utilizando en buena medida, y ahora si se observa el mapa se puede ver que estas son las que más unidades tienen.

También, las bahías lejanas se ven que de igual forma han tenido un aumento en su uso, pero esto es debido al aumento en cantidad de productos almacenados, ya que, si se ve en los porcentajes de antes, la mayor parte de las unidades sigue estando en estos primeros pasillos.

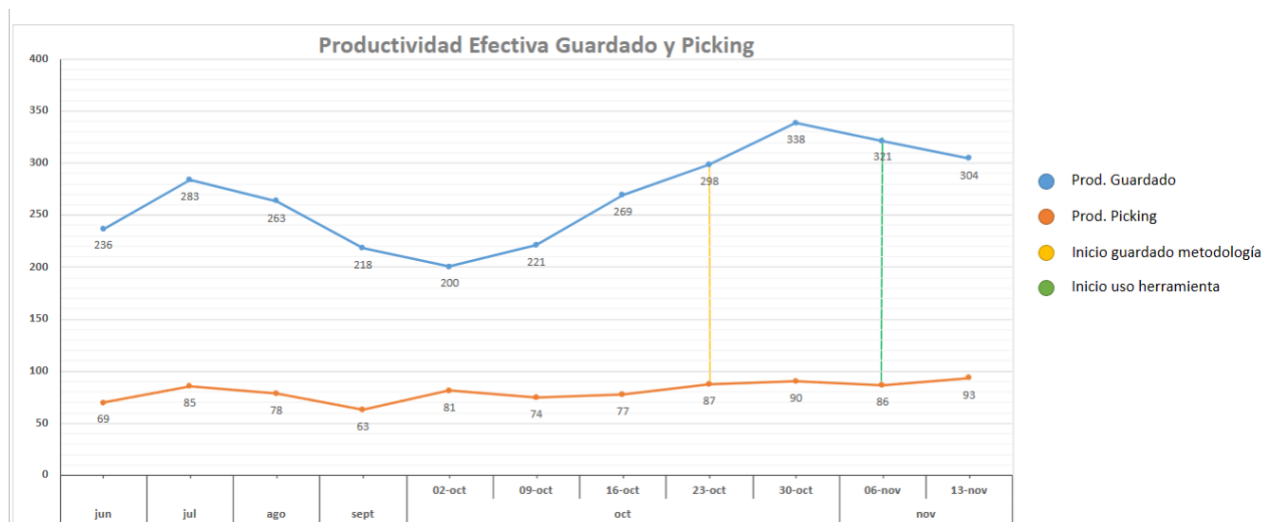


Ilustración 28: Productividades efectivas guardado y picking Octubre / Noviembre.

En el gráfico anterior se ve el comportamiento que tuvo la productividad efectiva de guardado y picking previo a la implementación del proyecto, y durante los meses de octubre y noviembre.

El comienzo del guardado bajo la metodología establecida comienza la semana del 23 de octubre (marcado con una línea vertical amarilla). Posterior a este día se puede ver un comportamiento errático en el guardado, donde no se aprecia una tendencia clara. Al ver el picking, vemos que este se mantiene estable después de implementado el cambio en la metodología de guardado, a excepción de los últimos días de noviembre, donde en promedio el picking aumenta. Si se consideran los promedios mensuales de las productividades de ambas actividades se puede ver que estas han tenido un aumento, siendo la productividad de guardado de 341, comparado con 275 del mes anterior, y la de picking de 93, comparado con la de 80 del mes anterior. Esto nos da un indicio, de que el valor de la productividad efectiva se acerca al valor propuesto de 100 unidades por hora aproximadamente.

Área	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Guardado Mezzanina	275	280	218	262	348
Delta Guardado%	0%	2%	-22%	20%	33%
Picking Mezzanina	81	82	63	80	93
Delta Picking%	0%	1%	-23%	27%	16%

Si observamos los resultados por piso en la productividad de picking obtenemos lo siguiente:

Mes	Octubre	Noviembre	Delta %
Piso 1	89	95	6%
Piso 2	54	72	33%
Piso 3	124	131	6%

En naranja se encuentra destacada la zona en la que se realizó el proyecto de guardado, donde se puede ver que las tareas realizadas en este piso tuvieron un aumento de productividad entre los periodos de octubre a noviembre, aumentando su productividad efectiva promedio en un 33%.

Conclusiones:

En los resultados presentados anteriormente se puede ver que la iniciativa desarrollada durante la pasantía tuvo resultados positivos dentro del funcionamiento de la bodega 7000 de Falabella.com, pudiendo observarse una mejora en productividad efectiva de picking general en un 16% entre octubre y noviembre del 2023, y la productividad de picking en el piso donde se realizó el proyecto en un 33%, superando las expectativas de aumento de 20% en el piso, pero no en el total. Por otra parte, si bien se esperaba una reducción en la productividad del proceso de guardado, es posible observar que este tuvo un aumento significativo, el cual puede estar explicado por diversos factores.

El primero, si bien la herramienta podía resultar en una disminución de productividad, aquellos operarios que no conocieran de buena forma la mezzanina tenían dificultades para almacenar sus productos, ya que la búsqueda de una posición disponible puede no ser sencilla, por lo que, al tener la visibilidad de donde hay posiciones disponibles, les resulta más fácil almacenarlos.

Otro motivo que explica el aumento en productividad de guardado es la acumulación de productos. Posterior a un periodo peak como lo fue el mes de octubre, se ve una disminución en el movimiento de entrada de productos, por lo que es posible acumularlos y almacenarlos en conjunto, aumentando las unidades por hora almacenadas.

Como próximos pasos a corto plazo, debe realizarse la implementación de este proyecto en los pisos restantes de la mezzanina, la herramienta ya entrega las posiciones disponibles y las necesarias para la recepción de cada piso, así que queda como responsabilidad de la operación el uso de esto para los restantes. Por otra parte, se debe realizar un cambio en como se realizan las olas de picking en la bodega. El proyecto se realizó tomando en cuenta el funcionamiento actual de la mezzanina y del picking, el cual, al momento de generarse una tarea, esta puede estar en 1 de 2 grupos de trabajo. El primero comprende

las 2 zonas superiores, permitiendo al usuario desplazarse en 15 pasillos. El segundo corresponde a las 2 zonas inferiores, las cuales también incluyen 15 pasillos. Considerando que después de implementar el proyecto, el 60% de los productos se encuentran almacenados en las zonas superiores, en los primeros 15 pasillos, y este número debería aumentar en el tiempo, alcanzando el 80%, los grupos de trabajo deberían aumentar a 3, con el fin de que estos se realicen en zonas mas densas. El primero deberá comprender los pasillos 1 a 10, el siguiente del 11 al 20, y el último en los 10 pasillos restantes.

Otra forma en la se puede optimizar el uso de la mezzanina es mediante la realización del reslotting, el cual era la opción de solución numero 3. Esto fue hecho por petición del equipo de operaciones de la bodega, con el fin de tener más posiciones necesarias.

Desarrollo Reslotting:

Como se mencionó anteriormente, se realizó un análisis de la configuración de ubicaciones que se tenía en el tercer piso de la mezzanina. Para el reslotting y reconfiguración se hizo un análisis de la ocupación que se tiene en la mezzanina según el tipo de ubicación.

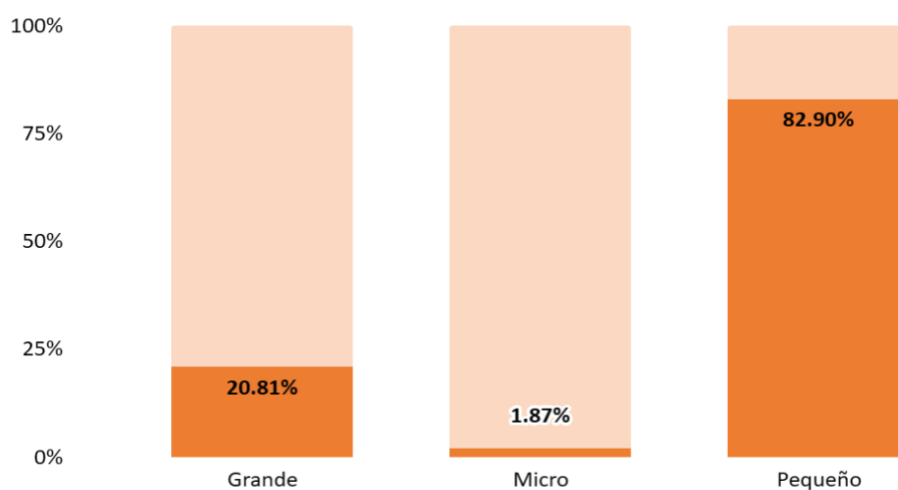


Ilustración 12: Ocupación piso 3 mezzanina.

Este es el porcentaje actual de ocupación que se tiene en el piso 3 de la mezzanina que es donde se realizará el reslotting. Se puede apreciar una necesidad de ubicaciones pequeñas, y que las micro no están siendo utilizadas. Es por esto que se decide realizar el reslotting, con el fin de que se pueda tener mayor

holgura de posiciones pequeñas, y no perder espacios posibles con una configuración que no está siendo utilizada.

En esta tabla se puede observar cómo se tiene configurado actualmente el tercer piso, donde la mayor parte de las posiciones que se tienen son grandes, seguidas de las micro, y por último las pequeñas. Como

PICK_LOCN_ASSIGN_ZONE	Recuento	%
M3G	4896	40%
M3M	3744	31%
M3P	3615	29%

Ilustración 13: Proporciones iniciales.

vimos anteriormente en el gráfico de ocupación, las posiciones que más se están utilizando son las pequeñas, teniendo un porcentaje de ocupación del 80% aproximadamente, mientras que las micro no alcanzan el 2%. Por esto se trata de equilibrar de mejor manera el balance de posiciones en el piso 3, con el fin de ajustarse al mix real de productos que existe. Para esta reconfiguración se busca también aprovechar el estudio de reducción de distancia recorrida, así el proceso de picking también se verá beneficiado.

Esta es la nueva configuración propuesta, trabajada junto con el equipo de operaciones de la bodega 7000.

PICK_LOCN_ASSIGN_ZONE	Recuento	%
M3G	1560	7%
M3M	1920	9%
M3P	18080	84%

Ilustración 14: Proporciones propuestas.

Estas nuevas posiciones toman en cuenta 2 factores. El primero, es el aumento en posiciones pequeñas, para acercar el valor real utilizado al valor que se tiene (80%), y el segundo, es el de la creación de posiciones piso durante cyber, lo que permite la disminución de posiciones grandes en la mezzanina.

La reconfiguración se debe hacer sistémicamente, donde los pasillos deben ser vaciados, para poder deshabilitarlos, después de esto se crean las nuevas posiciones según la configuración, y por último se imprimen las nuevas etiquetas. Aquí se activan nuevamente los pasillos y se pueden utilizar.

Anexos:

Layout y flujos de procesos en bodega:

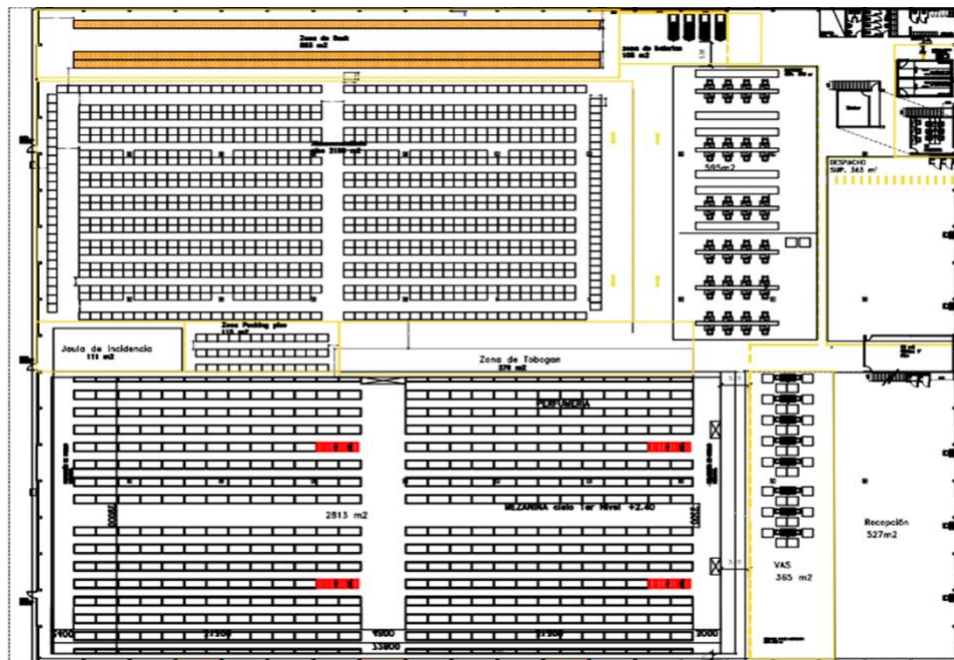


Ilustración 15: Layout bodega 7000

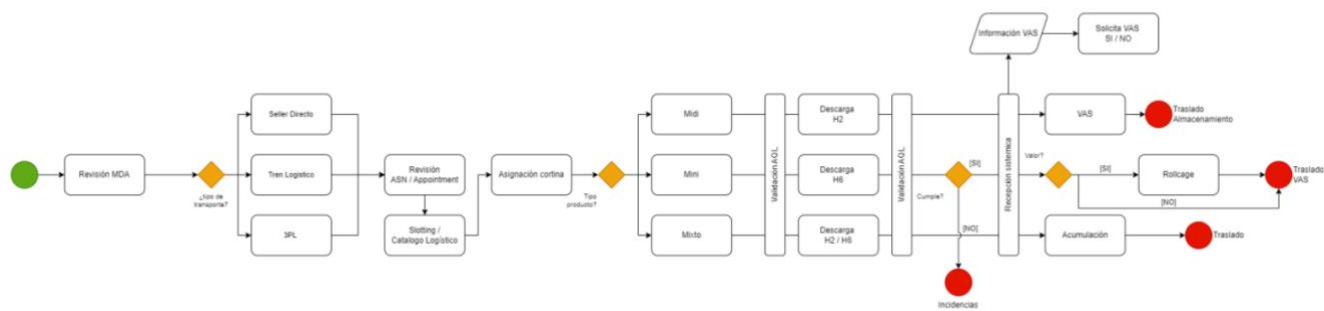


Ilustración 16: Flujo recepción

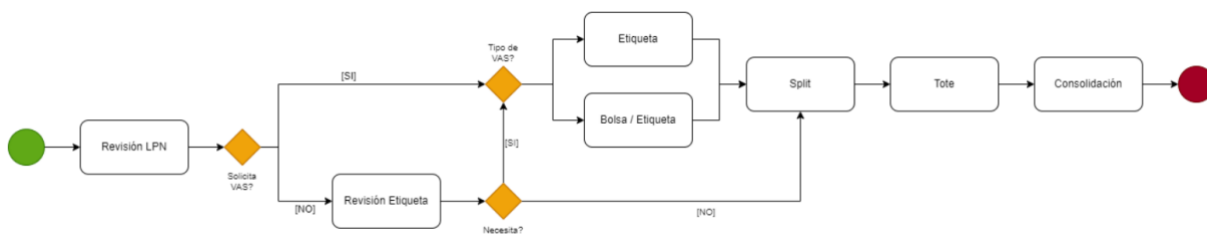


Ilustración 17: Flujo VAS

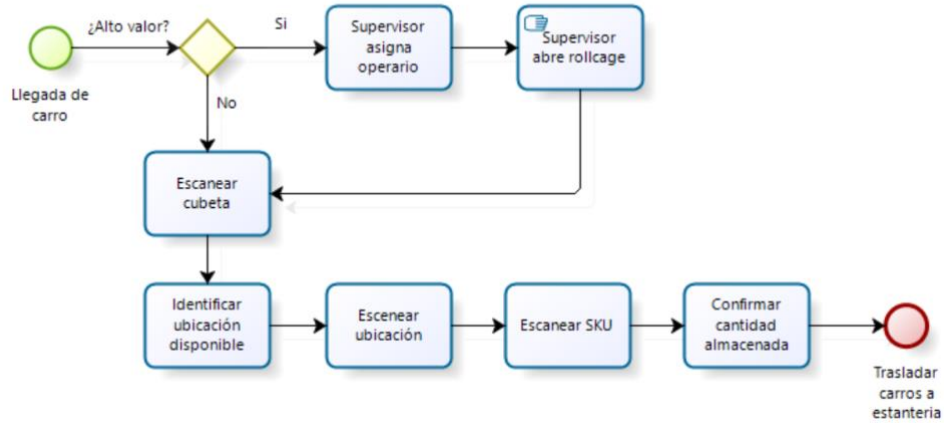


Ilustración 18: Flujo Guardado

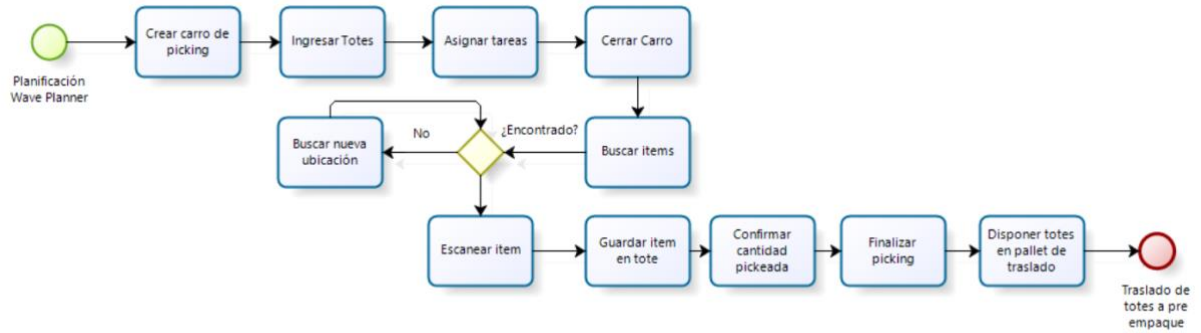


Ilustración 19: Flujo Picking

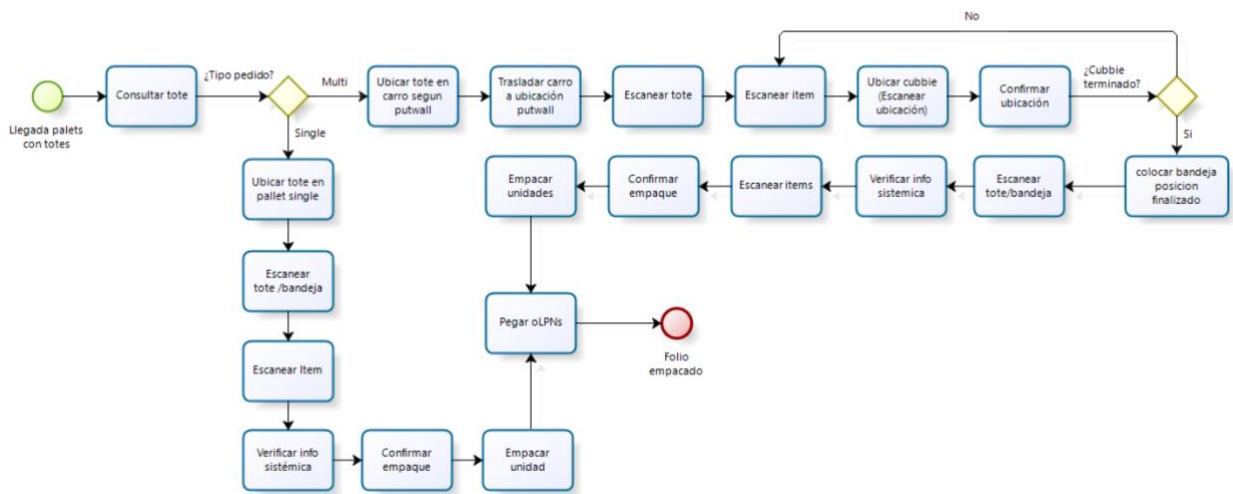


Ilustración 20: Flujo Packing

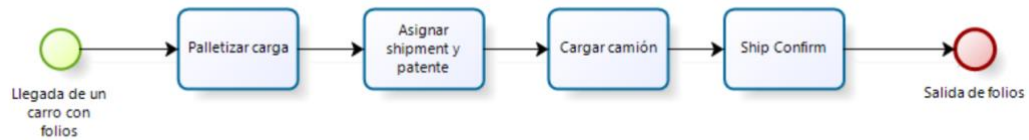


Ilustración 21: Flujo Paletización

Código y funcionamiento de herramienta:

```

# @title Reproducir celda (Apretar boton "play") y subir archivos
from google.colab import files
uploaded = files.upload()
print("\n Archivos cargados, ahora puedes ejecutar la siguiente celda.")

```

Ilustración 22: Carga de archivos

```

# @title Reproducir celda (Apretar boton "play")
# Instalar la biblioteca necesaria
!pip install -q pandas openpyxl
!pip install xlswriter
import pandas as pd
from datetime import datetime, timedelta

ocupacion = pd.read_excel('Ocupación.xlsx', engine='openpyxl')
control_ubicaciones = pd.read_excel('Control de Ubicaciones 7000.xlsx', engine='openpyxl')
stock = pd.read_excel('Stock por ubicación Fby 7000.xlsx', engine='openpyxl')
recepcion = pd.read_excel('Recepción-Slotting.xlsx', engine='openpyxl')

# Definir una función para calcular el puntaje según la fórmula
def calcular_puntaje(bahia, pasillo):
    # Calcular distancia X
    distancia_x = 240 * (14 - int(bahia)) if int(bahia) < 14 else 240 * (int(bahia) - 13)

    # Calcular distancia Y
    distancia_y = (int(pasillo) - 1) * 60 + 120 * (int(pasillo) / 2) if int(pasillo) % 2 == 0 else (int(pasillo) * 60) + int(pasillo) * (int(pasillo) // 2)

    # Sumar distancias X e Y para obtener el puntaje
    puntaje = distancia_x + distancia_y

    return puntaje

```

Ilustración 23: Carga de archivos y fórmula de distancia.

```

# Conservar las filas en las que ZONE comienza con "M"
ocupacion = ocupacion[ocupacion['ZONE'].str.startswith('M')]

# Conservar las columnas requeridas en la tabla de ocupación
ocupacion = ocupacion[['UBICACION', 'ZONE', 'AISLE', 'BAY', 'LVL', 'POSN', 'LEN', 'WIDTH', 'HT', 'PICK_LOCN_ASSIGN_ZONE']]

# Calcular la columna VOLMAX multiplicando LEN, WIDTH y HT
ocupacion['VOLMAX'] = ocupacion['LEN'] * ocupacion['WIDTH'] * ocupacion['HT']

# Eliminar las columnas LEN, WIDTH y HT
ocupacion = ocupacion.drop(['LEN', 'WIDTH', 'HT'], axis=1)

# Fusionar la tabla de "Ocupación" con la tabla de "Control de Ubicaciones" utilizando la columna "UBICACION" y agregar las columnas "LOCK_RESERVA" y "LOCK_PICK"
ocupacion = ocupacion.merge(control_ubicaciones[['DSP_LOCN', 'LOCK_RESERVA', 'LOCK_PICK']], left_on='UBICACION', right_on='DSP_LOCN', how='left')

# Eliminar la columna "DSP_LOCN" ya que no es necesaria
ocupacion = ocupacion.drop(['DSP_LOCN'], axis=1)

# Calcular la columna VOLOCUP multiplicando ALLOCATABLE_QT y UNIT_VOLUME en la tabla de Stock
stock['VOLOCUP'] = stock['ALLOCATABLE_QTY'] * stock['UNIT_VOLUME']
# Sumar los volúmenes por posición en la tabla de Stock
volumen_por_posicion = stock.groupby('DSP_LOCN')['VOLOCUP'].sum().reset_index()
volumen_por_posicion.columns = ['UBICACION', 'VOLUMEN_TOTAL']

# Contar la cantidad de SKU en cada posición en la tabla de Stock y agregarlo como la columna CANT_SKU
sku_count = stock.groupby('DSP_LOCN')['ITEM_NAME'].nunique().reset_index()
sku_count.columns = ['UBICACION', 'CANT_SKU']

# Fusionar la tabla de "Ocupación" con la información de "VOLUMEN_TOTAL" y "CANT_SKU"
ocupacion = ocupacion.merge(volumen_por_posicion, on='UBICACION', how='left')
ocupacion = ocupacion.merge(sku_count, on='UBICACION', how='left')

# Llenar los valores nulos en "VOLUMEN_TOTAL" y "CANT_SKU" con 0
ocupacion['VOLUMEN_TOTAL'].fillna(0, inplace=True)
ocupacion['CANT_SKU'].fillna(0, inplace=True)

```

Ilustración 24: Cálculo de volumen disponible

```

# Definir umbrales para ocupación
umbral_ocupada = 0.8 # 80%

# Etiquetar las posiciones como "Deshabilitada" si hay algún texto en las columnas LOCK_RESERVA o LOCK_PICK
ocupacion['ESTADO'] = 'Libre' # Inicialmente, todas las posiciones se considerarán "Libres"
ocupacion.loc[ocupacion['LOCK_RESERVA'].notna() | ocupacion['LOCK_PICK'].notna(), 'ESTADO'] = 'Deshabilitada'

# Calcular el porcentaje de volumen ocupado
ocupacion['PORCENTAJE_OCUPACION'] = ocupacion['VOLUMEN_TOTAL'] / ocupacion['VOLMAX']

# Etiquetar las posiciones como "Ocupada," "Parcial," o "Libre" según los umbrales
ocupacion.loc[(ocupacion['PORCENTAJE_OCUPACION'] >= umbral_ocupada) & (ocupacion['ESTADO'] != 'Deshabilitada'), 'ESTADO'] = 'Ocupada'
ocupacion.loc[(ocupacion['PORCENTAJE_OCUPACION'] < umbral_ocupada) & (ocupacion['CANT_SKU'] > 1) & (ocupacion['CANT_SKU'] < 4) & (ocupacion['ESTADO'] != 'Deshabilitada'), 'ESTADO'] = 'Parcial'
ocupacion.loc[(ocupacion['CANT_SKU'] == 4), 'ESTADO'] = 'Ocupada'

ocupacion['VOL_DISP'] = ocupacion['VOLMAX'] - ocupacion['VOLUMEN_TOTAL']

# Filtrar las posiciones "Libres" y "Parciales" en un nuevo DataFrame "Disponible"
disponible = ocupacion[(ocupacion['ESTADO'] == 'Libre') | (ocupacion['ESTADO'] == 'Parcial')]

# Conservar las columnas requeridas en "Disponible"
disponible = disponible[['ZONE', 'AISLE', 'BAY', 'PICK_LOCN_ASSIGN_ZONE', 'VOL_DISP']]

# Contar la cantidad de veces que se repite cada fila (cuenta las posiciones disponibles en cada bahía)
disponible['DISPONIBLE'] = disponible.groupby(disponible.columns.tolist()).transform('size')

# Eliminar los duplicados
disponible = disponible.drop_duplicates()

# Extraer el número de la columna "BAY" en el DataFrame "Disponible"
disponible['NUMERO_BAY'] = disponible['BAY'].str.extract(r'(\d+)').astype(int)

# Aplicar la función para calcular el puntaje utilizando "NUMERO_BAY" y "AISLE"
disponible['PUNTAJE'] = disponible.apply(lambda row: calcular_puntaje(row['NUMERO_BAY'], int(row['AISLE'])), axis=1)

# Ordenar las posiciones libres según las reglas definidas
disponible = disponible.sort_values(by=['PUNTAJE', 'BAY', 'AISLE', 'ZONE'], ascending=[True, True, True, True])

```

Ilustración 25: Cálculo de volumen disponible y asignación de distancia.

```

# Filtrar posiciones para Piso 1 (zonas M01, M02, M03 y M04)
piso1 = disponible[disponible['ZONE'].isin(['M01', 'M02', 'M03', 'M04'])]

# Filtrar posiciones para Piso 2 (zonas M05, M06, M07 y M08)
piso2 = disponible[disponible['ZONE'].isin(['M05', 'M06', 'M07', 'M08'])]

# Filtrar posiciones para Piso 3 (zonas M09, M10, M11 y M12)
piso3 = disponible[disponible['ZONE'].isin(['M09', 'M10', 'M11', 'M12'])]

# Crear un archivo Excel
writer = pd.ExcelWriter('piso_data.xlsx', engine='xlsxwriter')

recepcion['Fecha de Ingreso'] = pd.to_datetime(recepcion['Fecha de Ingreso'])

# Filtrar las filas con fecha de ingreso en la próxima semana
hoy = datetime.now()
proximas_24_horas = hoy + timedelta(hours=24)
recepcion_filtrada = recepcion[(recepcion['Fecha de Ingreso'] >= hoy) & (recepcion['Fecha de Ingreso'] <= proximas_24_horas)]

# Conservar aquellas con 'putawayType' que comienza con 'M'
recepcion_filtrada = recepcion_filtrada[recepcion_filtrada['putawayType'].str.startswith('M')]

# Verificar Volumen de recepcion
# Verifica que las columnas coincidan
column_check = (stock.columns.tolist() == ['ITEM_NAME', 'UNIT_HEIGHT', 'UNIT_WIDTH', 'UNIT_LENGTH']) and \
                (recepcion.columns.tolist() == ['wmsId', 'width', 'height', 'length', 'Fecha de Ingreso'])

```

Ilustración 26: Cálculo volumen recepción y disponible por piso

```

if column_check:
    # Convierte la columna de fecha a datetime
    recepcion['Fecha de Ingreso'] = pd.to_datetime(recepcion['Fecha de Ingreso'])

    # Realiza la comparación y reemplazo
    for index, row in recepcion.iterrows():
        wmsId = row['wmsId']
        matching_row = stock[stock['ITEM_NAME'] == wmsId]

        if not matching_row.empty:
            # Compara las dimensiones y realiza el reemplazo si son diferentes
            if (row['width'] != matching_row['UNIT_WIDTH'].values[0] or
                row['height'] != matching_row['UNIT_HEIGHT'].values[0] or
                row['length'] != matching_row['UNIT_LENGTH'].values[0]):

                recepcion.at[index, 'width'] = matching_row['UNIT_WIDTH'].values[0]
                recepcion.at[index, 'height'] = matching_row['UNIT_HEIGHT'].values[0]
                recepcion.at[index, 'length'] = matching_row['UNIT_LENGTH'].values[0]
        else:
            # Si el SKU no está en la tabla de stock, se mantienen las medidas de recepcion
            pass

    # Calcular el volumen multiplicando width * height * length * Cantidad
    recepcion_filtrada['VOLUMEN'] = recepcion_filtrada['width'] * recepcion_filtrada['height'] * recepcion_filtrada['length'] * recepcion_filtrada['Cantidad']

    # Agrupar por 'pickLocationAssignType' y sumar los volúmenes
    volumen_por_tipo = recepcion_filtrada.groupby('pickLocationAssignType')['VOLUMEN'].sum().reset_index()

    # Crear un DataFrame vacío para almacenar las ubicaciones seleccionadas
    ubicaciones_seleccionadas_df = pd.DataFrame(columns=['ZONE', 'AISLE', 'BAY', 'PICK_LOCN_ASSIGN_ZONE', 'VOL_DISP'])

```

Ilustración 27: Cálculo volumen recepción

```

# Iterar sobre el DataFrame de volumen_por_tipo
for index, row in volumen_por_tipo.iterrows():
    volumen_necesario = row['VOLUMEN']

    # Inicializar variables para rastrear el volumen acumulado y las ubicaciones seleccionadas para este tipo
    volumen_acumulado_tipo = 0
    ubicaciones_seleccionadas_tipo = pd.DataFrame(columns=['ZONE', 'AISLE', 'BAY', 'PICK_LOCN_ASSIGN_ZONE', 'VOL_DISP'])

    # Iterar sobre las posiciones disponibles para determinar las ubicaciones para este tipo
    for index_disp, row_disp in disponible.iterrows():
        if row_disp['PICK_LOCN_ASSIGN_ZONE'] == row['pickLocationAssignType']:
            if row_disp['VOL_DISP'] >= volumen_necesario - volumen_acumulado_tipo:
                # Si el volumen necesario para este tipo cabe completamente en esta posición
                ubicaciones_seleccionadas_tipo = ubicaciones_seleccionadas_tipo.append(row_disp)
                volumen_acumulado_tipo += row_disp['VOL_DISP']
                break
            else:
                # Si el volumen necesario para este tipo no cabe completamente en esta posición
                ubicaciones_seleccionadas_tipo = ubicaciones_seleccionadas_tipo.append(row_disp)
                volumen_acumulado_tipo += row_disp['VOL_DISP']

    # Agregar las ubicaciones seleccionadas para este tipo al DataFrame general
    ubicaciones_seleccionadas_df = pd.concat([ubicaciones_seleccionadas_df, ubicaciones_seleccionadas_tipo], ignore_index=True)

# Exportar los DataFrames a hojas en el archivo Excel
piso1.to_excel(writer, sheet_name='Piso 1', index=False)
piso2.to_excel(writer, sheet_name='Piso 2', index=False)
piso3.to_excel(writer, sheet_name='Piso 3', index=False)
ubicaciones_seleccionadas_df.to_excel(writer, sheet_name='Recepción', index=False)

# Obtener los objetos de las hojas del archivo Excel
workbook = writer.book
worksheet1 = writer.sheets['Piso 1']
worksheet2 = writer.sheets['Piso 2']
worksheet3 = writer.sheets['Piso 3']
worksheet4 = writer.sheets['Recepción']

```

Ilustración 28: Traspaso de archivo final a Excel.

```

# Obtener los nombres de las columnas de los DataFrames piso1, piso2 y piso3
column_names1 = piso1.columns.tolist()
column_names2 = piso2.columns.tolist()
column_names3 = piso3.columns.tolist()
column_names4 = ubicaciones_seleccionadas_df.columns.tolist()

# Guardar el archivo Excel
writer.save()

print("Ahora puedes descargar el archivo piso_data en la parte izquierda de la pantalla")

```

Ilustración 29: Exportación.

Análisis de ocupación:

