

Roadmap para la implementación de la celda de manufactura robotizada en el paletizado de productos en una línea de empaque de aguacates hass y limones.

1. Detalles del proceso actual

Tanto los limones como los aguacates son empacados en canastas iguales. Las canastas tienen dimensiones 60x40x13 cm. Estas canastas están disponibles en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3Hge960>.

El proceso de paletizado se piensa realizar con palets europeos, de medidas 80x120x14.4 cm. Se ubicarían las canastas horizontalmente en una matriz 2x2, y se apilarían hasta 15 niveles por cada palet.

Se empacan tanto limones como aguacates hass, pero no de manera simultánea. Es decir, llegan lotes de canastas con limones en un período de tiempo, y en otro período, llegan lotes de canastas con aguacates. Las canastas de limones pueden llegar a pesar hasta 10 kg, y las canastas con aguacates, hasta 14 kg.

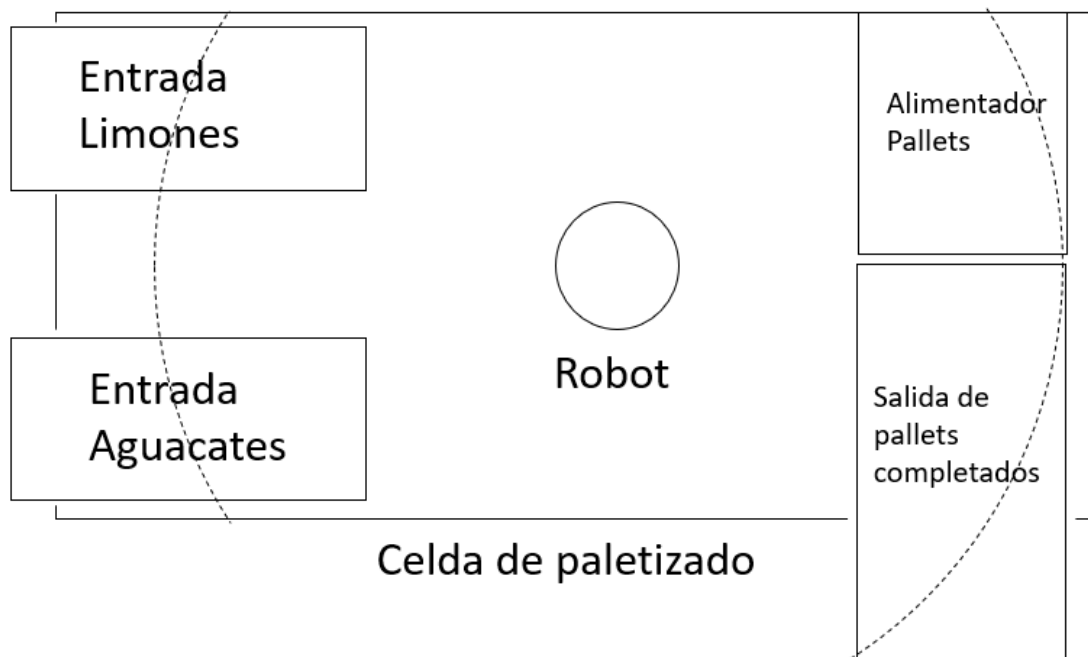
Actualmente, los operarios se encargan de cargar las canastas listas y ubicarlas en los palets. Según documentos de referencia, el tiempo de takt para tener listo cada palet sería de 5 minutos, pero no hay explicitud acerca del número de canastas por palet, así que se decidió determinar ese tiempo mediante una simulación, haciendo el movimiento de levantar canastas y ubicarlas en el palet, tomando el tiempo que tal movimiento tarda. Con un operario, el tiempo para llenar un nivel de palet fue de un minuto, de manera que si un operario se encarga de llenar los 15 niveles del palet sin descanso, el tiempo total para completar la tarea sería de 15 minutos. Una vez listo el palet, se estima que el tiempo necesario para que 1) un montacargas tome el palet lleno, 2) el montacargas saque el palet del área de paletizado y 3) un nuevo palet sea colocado en el lugar es de alrededor de 30 segundos, por lo que el tiempo de takt de la operación consistiría en sumar estos 30 segundos al tiempo previo de completado de palet. De esa forma, el tiempo de takt correspondiente al proceso sin automatizar sería en total **15 minutos y 30 segundos**.

Las canastas listas estarían llegando al área de paletizado en una banda transportadora; los palets estarían siendo suministrados por un alimentador de palets, y los palets listos serían recogidos y transportados por un montacargas.

2. Propuesta general

La idea general de la celda robotizada propuesta consiste en una celda común, con dos puntos de entrada (uno para canastas de limón y otro para canastas de aguacate), un punto de salida, un robot en el centro y un alimentador de palets. El alimentador de palets se encarga de colocarlos en una posición fija y el robot del centro toma las canastas y las coloca en el palet. Los palets completados son transportados fuera de la celda por una banda transportadora, donde un montacargas o varios se encargan de tomar los palets y transportarlos a almacén.

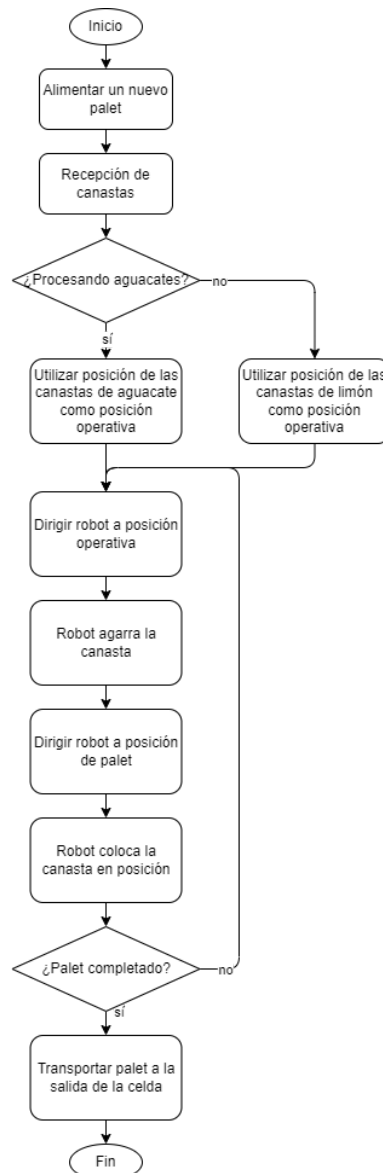
3. Bosquejo de celda



En el bosquejo de vista superior podemos observar como hay dos entradas, lo cual haría pensar que se tiene un layout similar a tipo “peine”, pero ya que la entrada de ambas materias primas no es simultánea, el layout se parece más a uno de tipo “L”. Tanto las entradas como las salidas se harían en bandas transportadoras. Dependiendo del producto que se esté procesando en el momento, el robot simplemente deberá dirigirse a la posición de la canasta del producto en cuestión, tomarla, ubicarla en el palet según corresponda y repetir el proceso hasta que el palet quede lleno. Una vez lleno, el alimentador de palets debería eyectar un nuevo palet vacío a la par que el palet lleno se transporta hacia la salida donde será recibido por el montacargas.

4. Diagrama de flujo del proceso

Según lo anteriormente descrito, el diagrama de flujo del proceso sería el siguiente:



5. Estimación del tiempo de takt del proceso robotizado

Mediante videos de YouTube de procesos de paletizado se pudo observar que el tiempo aproximado que le toma al robot tomar una canasta y ubicarla es de alrededor de 7 segundos. El tiempo requerido para llenar cada nivel sería de 28 segundos, y el tiempo requerido para completar los 15 niveles del palet sería 7 minutos. Algunos videos consultados para la estimación son los siguientes:

- <https://youtu.be/QfbdVboVNUM?t=37>
- <https://youtu.be/eCqQNeM3Crq>
- <https://youtu.be/86fJoDfVNs8?t=305>

Además, se estima que el tiempo requerido para sacar el palet completado y alimentar simultáneamente con un nuevo palet sería de

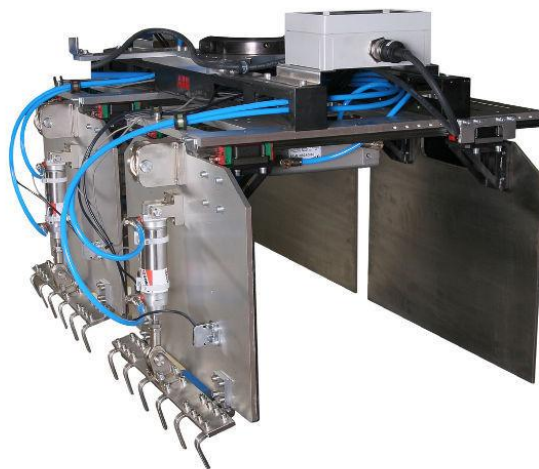
aproximadamente 10 segundos. Una vez se tiene un nuevo palet listo para ser llenado ya se inicia nuevamente con el proceso de ubicación de las canastas. Por lo tanto, el tiempo de takt del proceso será la suma del tiempo para llenar el palet y el tiempo para alimentar con uno nuevo, es decir, **7 minutos y 10 segundos de tiempo de takt** para el proceso robotizado.

6. Selección del gripper

En el catálogo de ABB se encuentran diferentes soluciones para paletizado, donde se verificó las capacidad de carga del gripper para levantar 14 kg, además que tenga la capacidad de agarrar las canastillas previamente escogidas para los productos. Como resultado se seleccionó el flex gripper clamp con las siguientes características:

- Capacidad de carga: 40 kg
- Peso del gripper: 45 kg
- Rango de altura de la caja: 150 - 330 mm
- Rango de largo de la caja: 200 - 650 mm
- Rango de ancho de la caja: 200 - 500 mm
- Rotación del cable $\pm 180^\circ$
- Presión del aire: 6-8 bar


Se trata de un gripper diseñado para levantar cajas. Sin embargo, dada su forma de operación funciona de igual forma para levantar canastas como las descritas en el primer apartado.



7. Selección del robot

Las principales restricciones para seleccionar el robot son el tipo de trabajo que realiza el robot y la carga que se compone del peso del gripper y la canastilla con las frutas. Se sabe que es un robot de paletizado y que debe cargar las canastillas de 14 kg y el gripper de 45 kg, lo cual da una carga total de 59 kg.

En el software de selección de robots se utilizaron los parámetros descritos anteriormente y se obtuvieron cuatro posibles robots (como se ve en la figura), del cual se escoge el de menor capacidad de carga para evitar un sobre dimensionamiento.



INICIO → OFERTAS → ABB ROBÓTICA → ROBOTS INDUSTRIALES → SELECTOR DE ROBOTS

Selector de robots

Selecciona tu robot según:

Aplicaciones

Palletizing

Carga

60 - 225 (kg)

Alcance

Any

Products

Name	Payload	Reach
IRB 460	110 kg	2.40 m
IRB 660	180-250 kg	3.15 m
IRB 6620	150 kg	2.2 m
IRB 7600	150-500 kg	2.55-3.5 m

De esa manera, el robot seleccionado que tiene la suficiencia es el IRB 460 de ABB.

8. Conclusión

A continuación se contrastan los tiempos de takt estimados previamente:

Tiempos de takt para ambos casos de proceso

Proceso manual	Proceso automatizado
----------------	----------------------

15 minutos, 30 segundos	7 minutos, 10 segundos
-------------------------	------------------------

Al automatizar, evidentemente se tiene una mejora en el tiempo de takt del proceso, lo cuál hará mejorar la productividad y la competitividad, lo que justificaría la inversión. Además, hay factores que no se están teniendo en cuenta en el contraste tales como los tiempos de descanso y de cambio de turno entre los operarios que claramente ralentizan aún más el proceso; y eso sin mencionar que se está favoreciendo la salud y la integridad de la persona a librarlo de la actividad repetitiva y pesada de cargar y poner canastas de 14 kg en un palet.