

Diseño celda robotizada

A continuación se expone el trabajo de diseño de la celda de manufactura robotizada realizado para implementar en el proyecto. Primero se realiza una hoja de ruta elaborada a partir de las lecturas propuestas por el docente del módulo y la interpretación individual de cada integrante del equipo. Posteriormente se realiza una orientación de lo que se quiere con el proyecto, se hace un análisis del proceso total y se identifica la etapa donde se debe implementar la celda robotizada para generar un aumento KPI de producción. Se realiza un diagrama de flujo de las tareas que se requieren realizar con el robot, se plantean alternativas de disposición y organización de la celda, se identifica y selección de las herramientas a utilizar y se realiza el análisis y evaluación de seguridad. Por último se realiza la implementación de la celda en un ambiente simulado como lo es RobotStudio.

Orientación del proyecto

El objetivo de este módulo del proyecto es diseñar e implementar de manera virtual una celda robotizada que se pueda integrar al proceso poscosecha de la papa y el tomate, cuyo propósito es el aumento en la producción el cual se utiliza como medida de desempeño.

Análisis del proceso

Después de varias propuestas y alternativas evaluadas, el equipo plantea la organización y distribución de la línea de producción como se observa en la siguiente figura. Se propone una única línea de producción para el proceso con 10 etapas o tareas principales:

1. Acopio de producto
2. Banda de alimentación
3. Banda vibratoria
4. Zona de lavado
5. Banda de secado
6. Banda de inspección y selección visual
7. Banda de selección por calibre
8. Empaquetado
9. Sellado
10. Paletizado

De este análisis del proceso completo, se concluye que la mejor parte para implementar la celda robotizada es en el paletizado o etapa final, ya que es un trabajo repetitivo con alta demanda de esfuerzo físico y se requeriría varios empleados para no generar cuello de botella según el análisis de gestión de producción.

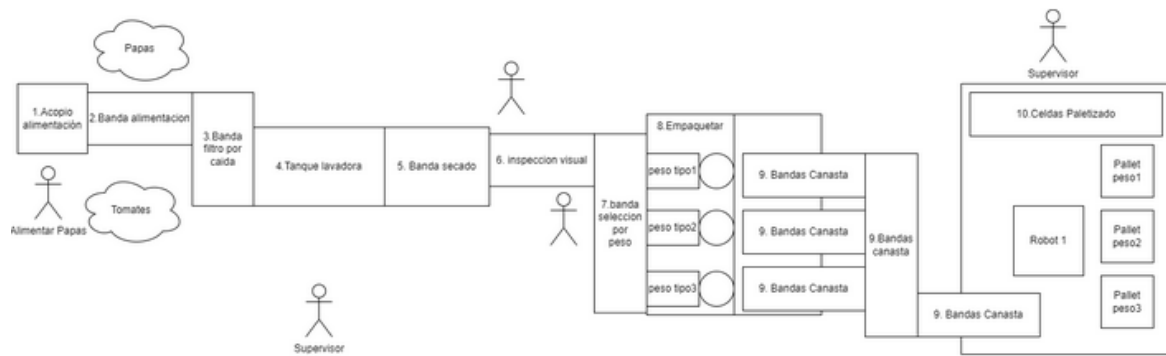
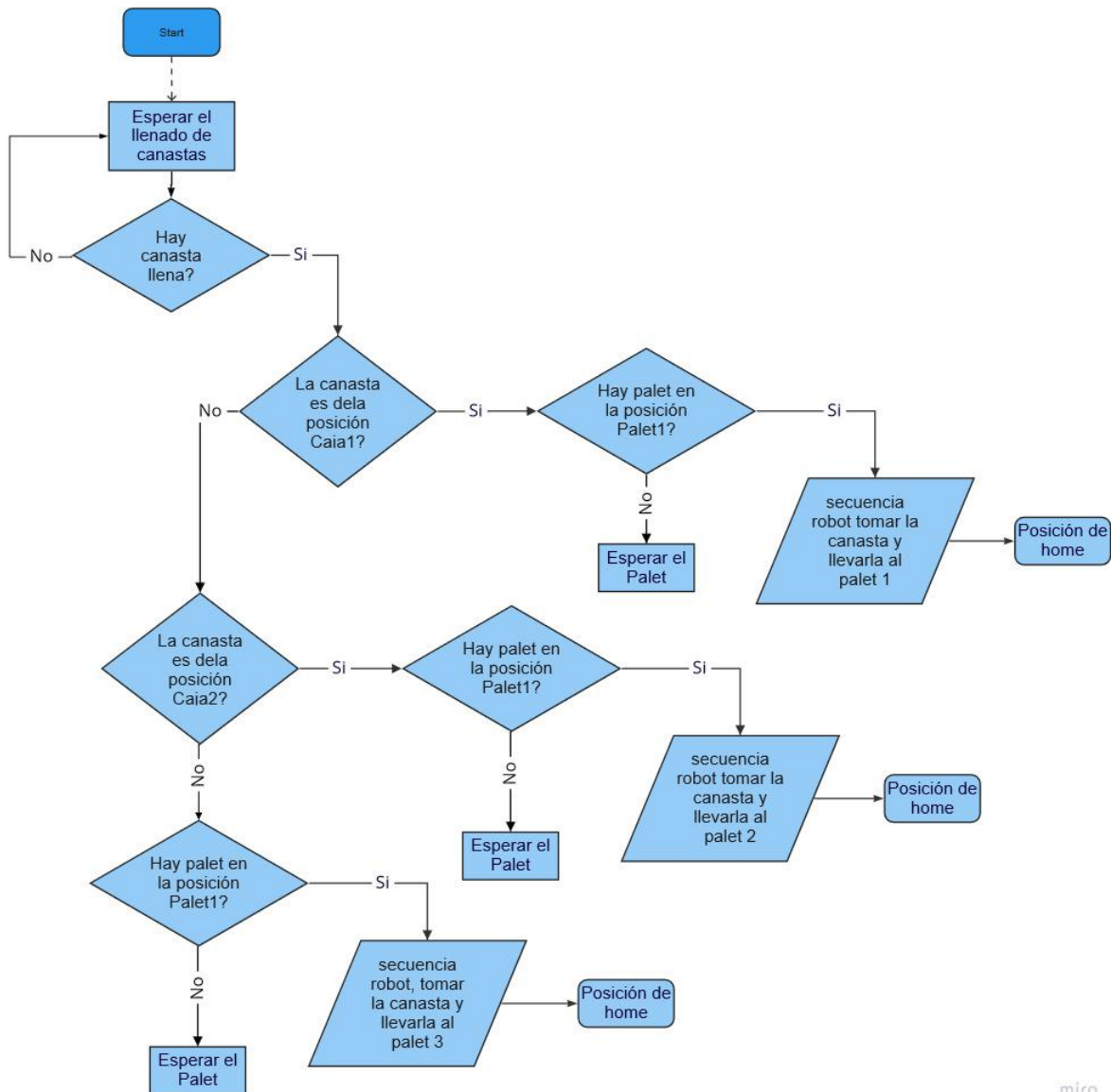


Diagrama de flujo

Una vez identificada la etapa en la cual se implementará la celda robotizada, se procede a analizar las tareas que debe desarrollar el robot, para ello se propone el siguiente diagrama de flujo:



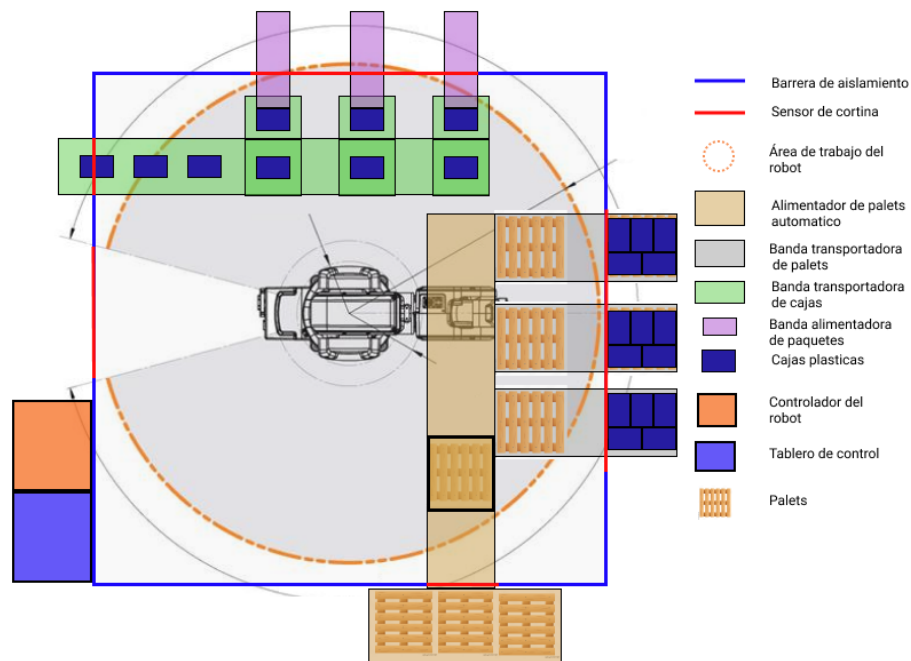
Alternativas de solución

Se proponen las siguientes alternativas de solución en cuanto a la disposición de espacio y organización de la celda robotizada. Se parte de la idea de listar y organizar los elementos necesarios para realizar la tarea dentro del espacio de trabajo del robot y para ello se proponen las siguientes alternativas:

Propuestas 1.

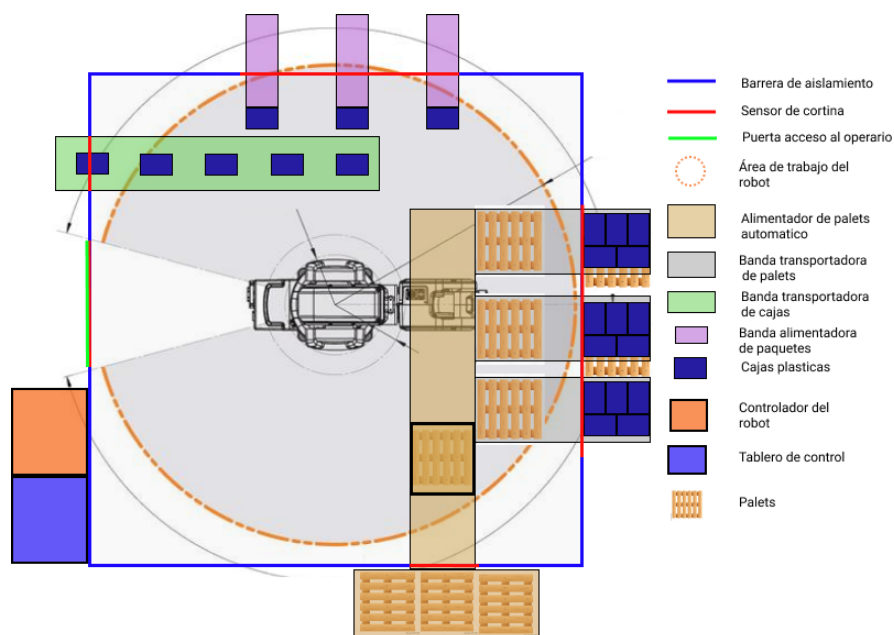
Para esta propuesta de solución se propone que el robot realice una rutina de paletizado tomando las cajas llenas de paquetes desde una posición diferente cada caja hacia un palet

diferente para cada tipo de caja, se tiene una banda de alimentación automática de cajas al igual sucede con los palets.



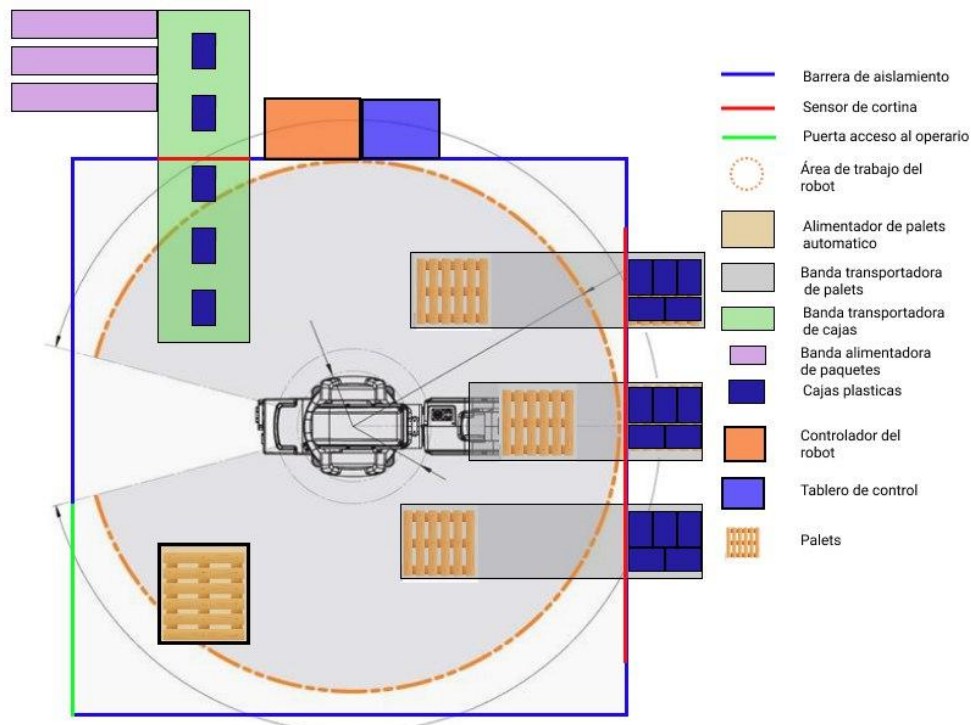
Propuesta 2.

Para la propuesta 2 se propone que el robot realice la tarea de colocación de las cajas vacías en cada uno de los lugares y que además realice la labor de paletizado cuando las cajas se llenan. También se propone la banda de alimentación automática de las cajas y una para los palets.



Propuesta 3.

Para esta tercera propuesta se propone que el robot tome todas las cajas desde una misma posición y las lleve a diferentes posiciones en los palets según corresponda con la señal que se envía desde cada una de las bandas de los tipos de producto.



Solución óptima.

Después de un análisis se concluye que la alternativa de solución óptima es la tercera, debido a que se reduce las trayectorias del robot y se agiliza el proceso. Esto implica un mayor KPI de producción y una mejor distribución de labores en el robot. Se plantea la utilización de equipos automáticos como lo son las bandas transportadoras tipo rodillos para la salida de los palets cargados, se plantea la utilización de un sistema de seguridad para evitar riesgos y accidentes dentro del espacio de trabajo del robot. Más adelante se hablará más acerca de los equipos de seguridad.

Selección de herramientas y equipos.

Basado en el diagrama de flujo de las tareas del robot, en las alternativas de solución propuestas y teniendo en cuenta que se propone realizar el llenado de canastillas plásticas con paquetes de producto hasta un peso máximo de 25 kg, se tomarán estos requerimientos como base para la selección del robot y de la herramienta a utilizar. Con el diagrama de flujo también se logra la identificación de las herramientas y componentes necesarios para el correcto funcionamiento de la celda robotizada. Se realiza una lista de dichos componentes con su respectiva descripción comercial.

Herramienta/Componente	Referencia comercial
Gripper de paletizado	FlexGripper - Clamp de ABB
Robot industrial con capacidad de 95 kg	Robot ABB IRB 460
Controlador para el robot	IRC5 armario individual
Tablero de control	
componentes eléctricos	
Fuente de alimentación de canastillas (banda transportadora)	
Sensor óptico detección de paquetes	
sensor óptico detección de cajas	
sensor óptico detección de palets	
Alimentador de palets	
Seguridad	

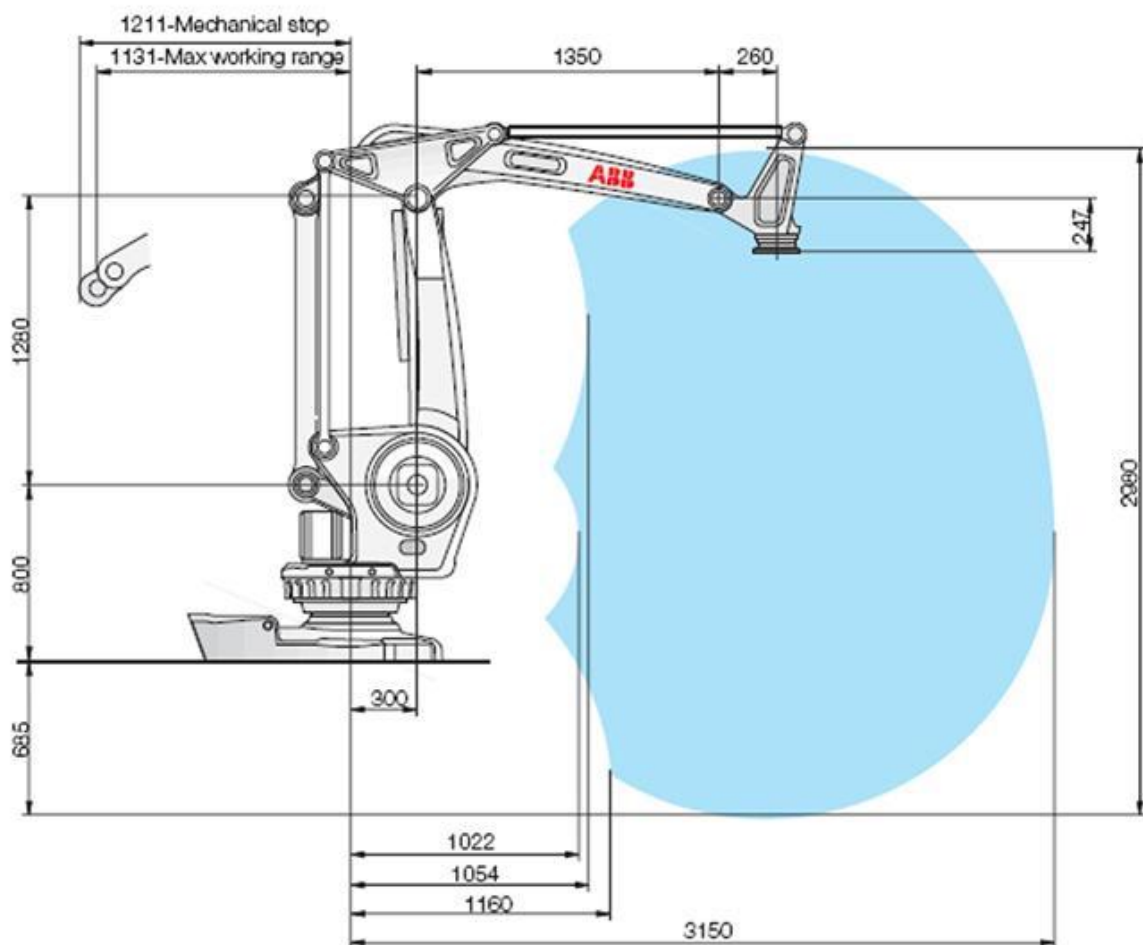
Selección del Gripper

Para la selección del robot industrial y de los equipos y herramientas para la celda se tuvo en cuenta la marca ABB debido al enfoque se le ha dado en el módulo y la experiencia que se tiene con el software RobotStudio y porque nos brinda algunas herramientas para la selección del robot. Antes de seleccionar el robot se hace necesario seleccionar la herramienta o gripper del robot, para lo cual se realizó una búsqueda detallada de posibles herramientas a utilizar y se encontró que la más adecuada ya que cumple los requerimientos y suple la necesidad es el FlexGripper - Clamp de ABB. Tiene un peso de 70 kg max, adaptable a las necesidades del cliente ya que puede utilizarse para levantar cajas y palets, y una capacidad máxima de peso por ascenso de 40 kg, una máxima medida del producto de 650x500x330 mm y una mínima medida del producto de 200 x 200 x 150 mm lo cual resulta ideal para nuestras necesidades.



Selección del robot

Se utilizó la herramienta robot selector para la selección del robot ingresando los parámetros de aplicación, carga útil y alcance, nos arroja que el robot que mejor se acerca a nuestros requerimientos es el IRB 460 el cual resulta idóneo para utilizarlo con el gripper seleccionado anteriormente. Dicho robot presenta las siguientes características técnicas: capacidad de carga 110 kg, alcance de 2.4 m, peso de 925 kg y un consumo de energía a carga máxima de 4.3 KW.





Seguridad

Tomando como referencia el documento Seguridad en sistemas de control según la norma EN ISO 13849-1 ABB Jokab Safety, se procede a realizar el análisis de riesgos para nuestra celda robotizada. Se identificaron las fuentes de riesgo de la celda cuando ésta se encuentra en operación, mantenimiento y salida de material de la celda.

Identificación del riesgo.

Funcionamiento normal celda en operación:

R1. Funcionamiento anormal de la celda: fallas en los componentes móviles como lo són el gripper y la carga que pueden generar movimientos no programados por alguna falla eléctrica o neumática y pueden ocasionar un riesgo a equipos y operarios.

R2. Ingreso de personal en la Celda: los operarios de la celda pueden ingresar cuando el robot esté en operación, el cual puede golpearlos al momento de realizar sus trayectorias.

R3. Caída del producto durante el movimiento: puede suceder que el gripper suelte la carga por falla de energía eléctrica, o neumática.

Mantenimiento de la celda.

R4. Golpe o atrapamiento de robot u otros equipos en movimiento cuando se realicen tareas de mantenimiento o limpieza: Cuando se realicen actividades de limpieza y mantenimiento de la celda, el robot puede entrar en operación y puede lesionar al operario.

Salida de Productos de la Celda.

R5. Volcamiento de palet con producto: puede suceder que al momento del operario retirar los palets con el monta carga, estos se vuelquen y se rieguen en la zona de salida de los productos.

Evaluación del riesgo.

Para cada uno de estos riesgos se evalúa y clasifica el nivel de riesgo como se propone en la norma EN ISO 13849-1. Según está el riesgo se debe clasificar según su gravedad (G), la frecuencia de exposición al riesgo (F) y la posibilidad (P) que se tiene de evitar o limitar el daño. Se evalúa la función de seguridad requerida (PLr) necesaria para reducir la fuente de riesgo.

Riesgo	Gravedad	Frecuencia	Posibilidad	PLr
R1	G2	F1	P1	PLc
R2	G2	F2	P2	PLe
R3	G2	F1	P1	PLc
R4	G2	F2	P1	PLc
R5	G1	F1	P2	PLb

REDUCCIÓN DEL RIESGO:

Para los anteriores riesgos, se hace un análisis para encontrar la forma de reducirlos o hacerlos admisibles y se tienen en cuenta estos métodos: Evitar el riesgo en la etapa de diseño, uso de dispositivos de protección o seguridad e informar al usuario. A continuación se identifica la forma de reducir cada riesgo.

R1. Se implementará un botón de parada de emergencia y se ubicará en la estación de control donde el operario supervisa la operación de la celda y puede reaccionar de forma inmediata.

R2. Se implementará un encerramiento con barreras de seguridad para evitar el acceso de los operarios al espacio de trabajo del robot, se implementará una cerradura de seguridad a la puerta de la celda que evite ser abierta cuando esté en operación. Se colocarán avisos que permitan a los operarios identificar el riesgo en la zona y se colocarán sensores de cortina en las zonas de entrada y salida de material para identificar la intrusión de alguna persona.

R3. Se plantea la utilización de un bloqueo en el gripper al momento de una falla de energía.

R4. La cerradura mencionada en la solución de R3, debe tener la función de bloqueo al cierre para evitar que se cierre la puerta cuando el operario esté realizando labores de mantenimiento, debe tener una palanca interna para abrirse sin restricciones, también, se plantea utilizar un interruptor principal de energía de la celda que permita bloquearse en la posición apagado.

R5. Se realizará la demarcación de la zona donde debe colocarse el montacarga al momento de recoger los palets llenos.

Evaluación Final.

Se vuelve a hacer un análisis de riesgo teniendo en cuenta las acciones descritas anteriormente para la reducción de los riesgos y se identifica que se reducen los riesgos a un nivel aceptable con las medidas adoptadas. Se plantea utilizar la solución de seguridad que brinda el fabricante ABB controlado con el módulo de seguridad VITAL, añadiendo los dispositivos necesarios para cumplir con el objetivo de reducir el riesgo en nuestra celda robotizada.

Disposición de la protección para una célula robotizada con alto riesgo

