



## **UNIVERSIDAD MODELO**

Universidad Modelo

Escuela De Ingeniería

Ingeniería Industrial Logística

### **Equipo B**

Séptimo Semestre

Proyectos VII

Documento Mango Solutions

Mtro. Raúl Esteban Chiu Cervera

Mérida, Yucatán a 12 de noviembre de 2024

## **Identificación de la Necesidad**

En la industria agroalimentaria, específicamente en el manejo de frutas y verduras, la necesidad de implementar bandas transportadoras surge de diversos factores críticos para la operación eficiente. Las empresas requieren optimizar sus procesos productivos debido a la alta demanda del mercado y la necesidad de manejar grandes volúmenes de productos frescos con un margen de tiempo limitado para evitar la pérdida de calidad. En este contexto, la necesidad principal es asegurar un flujo continuo, ordenado y seguro de los productos desde su recolección o procesamiento inicial hasta la etapa de clasificación, empaquetado o almacenamiento.

El manejo manual de frutas y verduras conlleva varios riesgos, como el daño físico al producto, la contaminación por manipulación inadecuada y las ineficiencias operativas derivadas del uso excesivo de mano de obra. La banda transportadora responde a estas necesidades proporcionando una solución automatizada que no solo incrementa la velocidad de operación, sino que también reduce la dependencia del trabajo manual, lo cual es esencial en industrias donde la rapidez es fundamental para garantizar la frescura de los productos. Además, en términos de seguridad laboral, el uso de bandas transportadoras reduce significativamente el riesgo de lesiones laborales, ya que minimiza el levantamiento manual repetitivo de cargas pesadas y la exposición prolongada a condiciones físicas desfavorables, como el movimiento repetitivo y el manejo de objetos en condiciones de temperatura o humedad extremas.

Por otro lado, la optimización de la distribución del espacio en las plantas productivas es otro aspecto clave. Las bandas transportadoras permiten maximizar el uso del área disponible, facilitando un transporte eficiente entre los diferentes puntos de procesamiento sin la necesidad de movilizar personal o maquinaria adicional. Esta mejora no solo incrementa la productividad, sino que también contribuye a una operación más ordenada, organizada y flexible, lo que se traduce en una mayor capacidad de adaptación a cambios en los volúmenes de producción o en las líneas de procesamiento.

## **Investigación Preliminar**

La investigación preliminar sobre la implementación de bandas transportadoras en la industria de frutas y verduras debe comenzar evaluando las características específicas de los productos a transportar y las condiciones de trabajo en las que la banda operará. En este sentido, es crucial elegir una banda que se adecúe a las normativas de la industria alimentaria, que exigen materiales higiénicos, resistentes a la corrosión y fáciles de limpiar para evitar la contaminación cruzada. Fuentes como Nitta Corporation y Belting Lab enfatizan la importancia de seleccionar bandas fabricadas con materiales aprobados para el contacto con alimentos, como el poliuretano o el PVC, que además de ser duraderos, cumplen con los estándares de seguridad alimentaria establecidos por organismos internacionales.

Otro aspecto importante a considerar es la resistencia y durabilidad de las bandas frente a las condiciones de trabajo. En la industria alimentaria, las bandas están expuestas a humedad constante, productos químicos utilizados para la limpieza, y variaciones de temperatura. Las bandas transportadoras diseñadas para este tipo de industrias suelen incorporar recubrimientos especiales que las protegen de la degradación y garantizan una larga vida útil. Además, es importante que las bandas tengan superficies suaves y antideslizantes para evitar que los productos delicados, como frutas o verduras, se dañen durante el transporte.

Tecnológicamente, las bandas transportadoras están evolucionando hacia sistemas más automatizados, con sensores integrados que permiten el monitoreo en tiempo real del flujo de productos, la velocidad de transporte y el peso de los materiales que pasan por la banda. Estas innovaciones están transformando el papel de las bandas transportadoras, de simples herramientas de transporte a componentes estratégicos que permiten una trazabilidad completa del producto. Esto es esencial en la industria de alimentos, donde la capacidad de rastrear el producto desde su origen hasta su destino final puede ser una ventaja competitiva crucial, especialmente en mercados que priorizan la transparencia y la seguridad alimentaria.

Fuentes como Rocua y BRR destacan también las tendencias hacia bandas transportadoras modulares, que ofrecen mayor flexibilidad y personalización en las plantas productivas. Estas bandas permiten ajustes rápidos en caso de cambios en la línea de producción, ya que son fáciles de ensamblar y desensamblar, lo que reduce los tiempos de inactividad por mantenimiento o reparación. Además, permiten la adaptación de diferentes tipos de superficies en una misma banda, lo que puede ser útil cuando se transportan productos con distintas características, como frutas más delicadas junto a verduras más resistentes.

## **Objetivos**

El objetivo general del proyecto es demostrar el funcionamiento y la integración de una banda transportadora con sensores, destacando su aplicabilidad en procesos industriales semi-automatizados para mejorar la eficiencia y la precisión en la manipulación y transporte de materiales.

La banda transportadora se presenta como una solución tecnológica clave para garantizar que los materiales se desplacen a lo largo de la línea de producción de manera controlada y en tiempos óptimos, minimizando errores humanos y maximizando el rendimiento global.

Además de su capacidad para gestionar grandes volúmenes de materiales, la integración de sensores ofrece la ventaja de un monitoreo constante y en tiempo real, lo que permite a los operadores anticiparse a cualquier posible interrupción, ajuste o problema. Los sensores pueden detectar variables críticas como la velocidad y la ubicación del material asegurando una adaptación precisa de la operación según los requerimientos del proceso productivo. Esto contribuye directamente a reducir los tiempos de inactividad y a mejorar el flujo de trabajo en las plantas.

A su vez, se plantean 3 objetivos específicos que se desarrollarán a lo largo del proyecto:

- Crear un prototipo funcional con una banda transportadora equipada con sensores para la cuantificación de objetos.
- Calibrar diferentes tipos de sensores (como sensores de proximidad, infrarrojos o fotocélulas) para detectar la presencia del material transportado por la banda.
- Realizar pruebas experimentales para evaluar la precisión, velocidad y fiabilidad del sistema en condiciones de operación simuladas, ajustando parámetros según los resultados obtenidos.

## **Especificaciones de desempeño**

Para el adecuado desarrollo e implementación del sistema de automatización de la banda transportadora, es fundamental definir de manera clara y precisa las especificaciones de desempeño que regirán su funcionamiento. Dichas especificaciones buscan garantizar que el sistema cumpla con los estándares de eficiencia, precisión y seguridad requeridos en un entorno industrial automatizado.

El enfoque de este proyecto se centra en la integración de la banda transportadora con sensores inteligentes que no solo permitan la automatización del flujo de productos, sino también su monitoreo y control en tiempo real asegurando que cada fase del proceso se ejecute con la mayor precisión posible. Cada especificación responde a una necesidad específica del proceso productivo y ha sido determinada para que el sistema cumpla con las expectativas de rendimiento esperadas por la industria.

A continuación, se presentan las especificaciones detalladas que definen las capacidades y el desempeño que debe alcanzar el sistema propuesto las cuales servirán como directrices durante el diseño, implementación y posterior operación de la banda transportadora automatizada:

- El sistema debe de ser capaz de contar 10 productos en cada ciclo, y ser embolsados.
- Debe de asegurar la precisión del conteo específico.
- Debe de emitir una alerta al finalizar el ciclo para que el operador haga el cambio de bolsa.
- El sistema debe de tener una canaleta para organizar y facilitar el flujo de los productos por la banda.
- El sistema debe de tener una distancia mínima entre el piso y la banda de 12 cm.

## Ideación e invención

Para este proyecto se analizaron diferentes aspectos, desde materiales hasta la estructura de la banda, para la realización del mismo buscando la mayor eficiencia posible.

|              | MATERIALES |      |            |     |               |   |        |      |              |
|--------------|------------|------|------------|-----|---------------|---|--------|------|--------------|
|              | Precio     |      | Dificultad |     | Accesibilidad |   | Diseño |      | CALIFICACIÓN |
| ELEMENTOS    | 0.35       |      | 0.3        |     | 0.3           |   | 0.05   |      | 1            |
| Canicas      | 7          | 2.45 | 1          | 0.3 | 10            | 3 | 5      | 0.25 | 6            |
| Impresión 3D | 9          | 3.15 | 3          | 0.9 | 10            | 3 | 10     | 0.5  | 7.55         |
| Pinzas peq.  | 7          | 2.45 | 1          | 0.3 | 10            | 3 | 5      | 0.25 | 6            |

|                  | BOLSA/EMPAQUE |      |            |     |               |   |        |      |              |
|------------------|---------------|------|------------|-----|---------------|---|--------|------|--------------|
|                  | Precio        |      | Dificultad |     | Accesibilidad |   | Diseño |      | CALIFICACIÓN |
| ELEMENTOS        | 0.35          |      | 0.3        |     | 0.3           |   | 0.05   |      | 1            |
| Red de tela      | 9             | 3.15 | 3          | 0.9 | 10            | 3 | 5      | 0.25 | 7.3          |
| Plástico         | 9             | 3.15 | 10         | 3   | 10            | 3 | 1      | 0.05 | 9.2          |
| Bolsa con jaleta | 9             | 3.15 | 10         | 3   | 10            | 3 | 5      | 0.25 | 9.4          |

|           | CANALETAS |      |            |     |               |     |        |     |              |
|-----------|-----------|------|------------|-----|---------------|-----|--------|-----|--------------|
|           | Precio    |      | Dificultad |     | Accesibilidad |     | Diseño |     | CALIFICACIÓN |
| ELEMENTOS | 0.35      |      | 0.3        |     | 0.3           |     | 0.05   |     | 1            |
| MDF       | 10        | 3.5  | 8          | 2.4 | 10            | 3   | 10     | 0.5 | 9.4          |
| Acrílico  | 1         | 0.35 | 2          | 0.6 | 3             | 0.9 | 10     | 0.5 | 2.35         |
| Cartón    | 10        | 3.5  | 9          | 2.7 | 10            | 3   | 0      | 0   | 9.2          |

|              | ESTRUCTURA DE LA BANDA |      |            |     |               |     |        |      |              |
|--------------|------------------------|------|------------|-----|---------------|-----|--------|------|--------------|
|              | Precio                 |      | Dificultad |     | Accesibilidad |     | Diseño |      | CALIFICACIÓN |
| ELEMENTOS    | 0.35                   |      | 0.3        |     | 0.3           |     | 0.05   |      | 1            |
| Cartón duro  | 5                      | 1.75 | 6          | 1.8 | 9             | 2.7 | 1      | 0.05 | 6.3          |
| MDF/Madera   | 8                      | 2.8  | 3          | 0.9 | 10            | 3   | 8      | 0.4  | 7.1          |
| Impresión 3D | 1                      | 0.35 | 1          | 0.3 | 10            | 3   | 10     | 0.5  | 4.15         |

|                               | SENSORES |     |            |     |               |   |        |      |              |
|-------------------------------|----------|-----|------------|-----|---------------|---|--------|------|--------------|
|                               | Precio   |     | Dificultad |     | Accesibilidad |   | Diseño |      | CALIFICACIÓN |
| ELEMENTOS                     | 0.35     |     | 0.3        |     | 0.3           |   | 0.05   |      | 1            |
| Infrarrojo B. Tipo HALL       | 10       | 3.5 | 10         | 3   | 10            | 3 | 10     | 0.5  | 10           |
| Barrea Op. TCRT5000           | 10       | 3.5 | 10         | 3   | 10            | 3 | 5      | 0.25 | 9.75         |
| Proximidad Cap. LJ12A3-4-Z/BX | 10       | 3.5 | 1          | 0.3 | 10            | 3 | 5      | 0.25 | 7.05         |

|           | VELOCIDAD |      |            |     |               |     |        |      |              |
|-----------|-----------|------|------------|-----|---------------|-----|--------|------|--------------|
|           | Precio    |      | Dificultad |     | Accesibilidad |     | Diseño |      | CALIFICACIÓN |
| ELEMENTOS | 0.35      |      | 0.3        |     | 0.3           |     | 0.05   |      | 1            |
| Constante | 5         | 1.75 | 5          | 1.5 | 5             | 1.5 | 7      | 0.35 | 5.1          |
| Gradual   | 5         | 1.75 | 5          | 1.5 | 5             | 1.5 | 5      | 0.25 | 5            |
| Mínima    | 5         | 1.75 | 5          | 1.5 | 5             | 1.5 | 5      | 0.25 | 5            |

## Selección

Con lo anterior y sus respectivas ponderaciones se pudo calificar las mejores opciones para analizar las mejores opciones para realizar las pruebas iniciales que conlleven a una mejora continua.

| MEJORES OPCIONES / CALIFICACIÓN |             |
|---------------------------------|-------------|
| MAT. Impresión 3D               | <b>7.55</b> |
| EMP. Plástico                   | <b>9.4</b>  |
| SEN. Infrarrojo B. Tipo HALL    | <b>10</b>   |
| VEL. Constante                  | <b>5.1</b>  |
| CAN. MDF                        | <b>7.1</b>  |
| ESTRUC. MDF/Madera              | <b>9.4</b>  |

## **Nombre**

Mango Solutions nace para cubrir la necesidad del sector agroindustrial en México, enfocado en la semi automatización de procesos para el manejo adecuado de frutas, especialmente el mango, uno de los productos más importantes del país con una producción de más de 2.1 millones de toneladas en 2023. Esta solución no solo garantiza la calidad del producto y la seguridad alimentaria, cumpliendo con normativas como la NOM-251-SSA1-2009, sino que también minimiza el contacto humano en puntos críticos, reduciendo el riesgo de contaminación. En un contexto donde la mayoría de las labores en el sector son manuales, Mango Solutions elimina movimientos que no agregan valor para el operador y permite un mejor aprovechamiento del recurso humano, haciendo posible que los trabajadores se concentren en tareas más estratégicas. La automatización en la agroindustria mexicana es cada vez más demandada, y Mango Solutions se posiciona como una respuesta eficiente a esta necesidad, optimizando el flujo productivo y contribuyendo a un uso más inteligente de los recursos en el manejo de productos frescos.

## **Visión**

Posicionarse como líderes en soluciones de semi automatización para el sector agroindustrial mexicano, especializándose en el manejo y procesamiento de frutas. Enfocados en optimizar la cadena productiva de los clientes, especialmente en la producción de mango y otros productos frescos, aportando tecnología que garantiza la calidad, seguridad alimentaria y eficiencia operativa.

## **Salud del proyecto**

Al momento de este informe, el proyecto ha avanzado significativamente y se encuentra en una etapa positiva. La programación lógica del sistema en Arduino está completamente desarrollada y ha sido probada exitosamente con los componentes principales, obteniendo resultados que cumplen con los objetivos iniciales.

El próximo paso en la elaboración del prototipo incluye el montaje final de los componentes eléctricos, lo cual abarca la soldadura y armado del circuito definitivo. Este proceso permitirá consolidar la instalación eléctrica para la presentación final del proyecto. Asimismo, se continúa trabajando en la fabricación y ensamblaje de la estructura de MDF, que proporcionará el soporte adecuado para la banda transportadora, garantizando así la integridad y operatividad del sistema completo.

Debido a todas estas características y avances explicados se determina que el proyecto está en un estado Verde/Amarillo.

## **Línea de tiempo actual**

En esta primera línea del tiempo, se visualiza el proceso y avances que ha tenido el proyecto, desde el inicio de clases hasta el corte del segundo parcial de la materia; con esto planteado, el equipo puede ver reflejado los avances obtenidos del proyecto, la gestión de los recursos y la coordinación del equipo.

20 de agosto - Inicio del proyecto con la conceptualización de la idea

27 de agosto- Investigación previa y recopilación de información en busca de proyectos similares y patentes.

24 de septiembre- Implementación del nombre y presentación de la Fase 1 del proyecto.

15 de octubre- Determinación y compra de componentes electrónicos para el circuito.

22 de octubre- Impresión en 3D de los prototipos para la banda (mangos)

29 de octubre- Programación del código en arduino y primer montaje del protoboard. Programación final y diseño final establecido.

05 de noviembre- Primer diseño de la estructura del MDF para mandar a imprimir.

## **Línea del tiempo futura**

En esta línea del tiempo y con el historial de la línea del tiempo anterior, el equipo puede definir mejor cómo serán los avances en las siguientes semanas hasta antes de Expotrórica, donde se defenderá el porqué del proyecto. Al igual que se podrían cumplir los objetivos en tiempos menores y los tiempos libres podrían ser usados para evaluar el proyecto total y/o agregar mejoras.

12 de noviembre- Presentación de la Fase 2 del proyecto

12 de noviembre- Compra del MDF y los materiales necesarios para terminar la instalación de circuito.

19 de noviembre- Armar la caja de MDF y terminar la instalación de la estructura final.

26 de noviembre- Terminar de armar las bolsas que contendrá el lote de 10 mangos.

26 de noviembre al 01 de diciembre- Diseños finales y tiempo extra por eventualidades.

10 de diciembre- Presentación final

11 de diciembre- Expotrórica

## **Problemas y obstáculos**

La realización de un proyecto en la materia de programación de una banda implica una serie de dificultades y obstáculos que deben ser gestionados cuidadosamente para garantizar el éxito del trabajo. En primer lugar, los tiempos juegan un papel crucial. A menudo, los plazos ajustados para la entrega del proyecto generan presión sobre el equipo de trabajo, lo que puede derivar en una ejecución apresurada y falta de revisión en detalles importantes. Este problema se agrava cuando los integrantes del equipo no tienen suficiente familiaridad con los temas técnicos que involucra la programación de una banda, lo que requiere un esfuerzo adicional para investigar y aprender conceptos que no dominan, incrementando el tiempo necesario para completar las tareas.

Otro desafío recurrente es la falta de previsión en el diseño. Los problemas de diseño pueden manifestarse en varias formas, desde una mala planificación inicial hasta la necesidad de ajustar componentes del proyecto una vez avanzadas las fases de desarrollo. Es frecuente que las primeras versiones de los diseños no consideren todos los aspectos técnicos o funcionales, lo que lleva a cambios de último minuto que afectan tanto el cronograma como la calidad final del proyecto.

Además, la espera de materiales necesarios para la construcción de la banda puede representar un obstáculo considerable. En muchas ocasiones, no todos los materiales o componentes requeridos están disponibles de inmediato, lo que retrasa la ejecución de ciertas tareas y obliga a reorganizar las actividades planificadas. Esto se agrava cuando no se consideran ciertos materiales desde un principio, lo que puede generar desajustes entre las especificaciones del proyecto y los recursos disponibles.

Finalmente, las afinaciones y ajustes finales son una fase crítica que muchas veces se subestima. Aunque el proyecto esté técnicamente completo, siempre existen detalles que necesitan ser pulidos antes de la entrega final. Estos ajustes pueden incluir correcciones en la programación, optimización del rendimiento de la banda o revisiones estéticas. Si no se contemplan con suficiente anticipación, estas modificaciones pueden retrasar la entrega y comprometer la calidad del proyecto.

## Referencias bibliográficas

- Industrial Alimentaria. (s. f.). *El papel de las cintas transportadoras en la industria*. Recuperado de  
<https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/el-papel-de-las-cintas-transportadoras-en-la-industria>
- Belting Lab. (s. f.). *Bandas transportadoras para frutas*. Recuperado de  
<https://beltinglab.com/bandas/frutas>
- Nitta Corporation. (s. f.). *Transporte de verduras, patatas y frutas*. Recuperado de  
<https://www.nittacorporation.com/es/aplicaciones/agricultura/transporte-de-verduras-patatas-y-fruta.html>
- Rocua. (s. f.). *Bandas por industria: Frutas y verduras*. Recuperado de  
<https://www.rocua.com.mx/bandas-por-industria/frutas-y-verduras.html>
- BRR. (s. f.). *El papel de las bandas transportadoras en la logística y la eficiencia operativa*. Recuperado de  
<https://brr.mx/el-papel-de-las-bandas-transportadoras-en-la-logistica-y-la-eficiencia-operativa/>
- BRR. (s. f.). *Innovaciones en bandas transportadoras: Tecnologías que están cambiando el juego*. Recuperado de  
<https://brr.mx/innovaciones-en-bandas-transportadoras-tecnologias-que-estan-cambiando-el-juego/>