

Instituto Politécnico Nacional

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA
APLICADA Y TECNOLOGÍA AVANZADA**

UNIDAD QUERÉTARO

POSGRADO EN TECNOLOGÍA AVANZADA

**SISTEMA MECÁNICO DE DISTRIBUCIÓN DE
BARRAS ALIMENTICIAS**

TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**ESPECIALIDAD EN TECNOLOGÍA
AVANZADA**

PRESENTA

FRANCISCO ALBERTO SALAZAR VERA

DIRECTOR DE TESINA

DR. JORGE ADALBERTO HUERTA RUELAS



Querétaro, Qro. Noviembre de 2015



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F. el día 26 del mes de noviembre del año 2015, el (la) que suscribe Francisco Alberto Salazar Vera alumno(a) del Programa de Especialidad en Tecnología Avanzada, con número de registro B140648, adscrito(a) al CICATA-Unidad Querétaro, IPN, manifiesto(a) que es el (la) autor(a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del (de la, de los) Dr. Jorge Adalberto Huerta Ruelas y cede los derechos del trabajo titulado Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del (de la) autor(a) y/o director(es) del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a las siguientes direcciones CICATA-Unidad Querétaro, IPN, Cerro blanco # 141. Colinas del Cimatario, C.P. 76090, Querétaro, Qro., México. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Ing. Francisco Alberto Salazar Vera

*A las personas que son los pilares de mi vida,
que se esforzaron para que cumpliera con mis
metas, que me han dado su amor,
comprensión y apoyo incondicional.*

Mis padres

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarme en el camino, darme la fortaleza para superar los obstáculos que se me presentan y ayudarme a cumplir con las metas que me propongo.

A mis padres, mis hermanos y mi novia por alentarme, creer en mi capacidad para superarme cada día más, acompañarme en el camino y por su apoyo incondicional.

Al Dr. Jorge Adalberto Huerta Ruelas por su asesoría durante el desarrollo del proyecto, su apoyo en los momentos de dificultad y por su contribución en mi formación científica y tecnológica.

A los profesores que me brindaron su tiempo para cederme parte de sus conocimientos.

A los miembros de mi comité tutorial por su atención, su tiempo y sus recomendaciones para este proyecto.

A todos mis amigos y compañeros por ayudarme cuando lo necesité y brindarme su apoyo incondicional.

Al centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA-Qro), por abrirme sus puertas, permitirme hacer uso de sus equipos e instalaciones y brindarme las facilidades para lograr concluir mis estudios de posgrado.

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico suministrado durante el desarrollo de este proyecto.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	13
1.1 EMPRESA PARTICIPANTE EN EL PROYECTO	13
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.3 JUSTIFICACIÓN	16
1.4 OBJETIVOS	16
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	16
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	16
1.5 ESTRUCTURA DE LA TESIS	16
CAPÍTULO 2 ESTADO DEL ARTE.....	17
2.1 SISTEMAS BASADOS EN EMPAQUE HORIZONTAL	17
2.1.1 <i>Sistema de empaque horizontal “Transver SPD”</i>	17
2.1.2 <i>Sistema de empaque horizontal “Flowangle”</i>	18
2.1.3 <i>Sistema de empaque horizontal “Module ++”</i>	19
2.2 SISTEMAS BASADOS EN ROBOTS PARALELOS	20
2.2.1 <i>Sistema basado en robots paralelos “Paloma”</i>	20
2.2.2 <i>Sistema basado en robots paralelos “Delfi”</i>	20
2.2.3 <i>Sistema basado en robots paralelos “Talon”</i>	21
CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO	22
3.1.1 <i>Transportadores</i>	22
3.1.2 <i>Tipos de transportadores</i>	23
3.1.3 <i>Bandas transportadoras modulares</i>	25
3.1.4 <i>Componentes de un transportador modular</i>	26
CAPÍTULO 4 DISEÑO	28
4.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO PROPUESTA	28
4.2 EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL.....	28
4.3 REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	30

4.4	GENERACIÓN DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN	31
4.4.1	<i>Propuesta de solución 1 para el sistema de distribución de barras alimenticias</i>	32
4.4.2	<i>Propuesta de solución 2 para el sistema de distribución de barras alimenticias</i>	33
4.4.3	<i>Propuesta de solución 3 para el sistema de distribución de barras alimenticias</i>	34
4.5	EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PROPUESTAS	35
4.6	DISEÑO A DETALLE	37
4.6.1	<i>Definición de las especificaciones técnicas</i>	37
4.6.1.1	Especificaciones del producto.....	38
4.6.1.2	Especificaciones del transportador de transferencia.....	38
4.6.1.3	Especificaciones del transportador de carga	40
4.6.2	<i>Diseño de la banda transportadora</i>	41
4.6.2.1	Preselección de la banda transportadora	42
4.6.2.2	Comprobación de la resistencia de la banda elegida	45
4.6.3	<i>Diseño de la estructura del transportador</i>	56
4.6.4	<i>Estructura de soporte de los transportadores</i>	72
4.6.5	<i>Dibujo CAD de los transportadores</i>	74
4.6.6	<i>Planos del diseño</i>	75
CAPÍTULO 5	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	76
REFERENCIAS	77
APENDICE A. PLANOS TRANSPORTADOR DE TRANSFERENCIA	79
APENDICE B. PLANOS TRANSPORTADOR DE CARGA	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Fotografía que muestra aglomeración de barras en la línea de empaqueo.	13
Figura 1-2. Fotografía que muestra el contacto de las barras alimenticias con las manos de los operarios.	14
Figura 1-3. Fotografía que muestra a los operarios tomando las barras alimenticias con las manos muy cerca de la cuchilla de corte.	14
Figura 1-4. Fotografía que muestra barras alimenticias despedazadas.	15
Figura 1-5. Fotografía que muestra empaques vacíos en la línea de empaqueo.	15
Figura 2-1. Fotografía del Sistema de empaque horizontal “Transver SPD[1]”	17
Figura 2-2. Fotografía del proceso de distribución de barras del sistema “Transver SPD[1]”.	18
Figura 2-3. Fotografía del sistema de empaque horizontal “Flowangle”[2].	18
Figura 2-4. Fotografía del proceso de distribución de barras en el sistema “Module ++”[3].	19
Figura 2-5. Fotografía del sistema basado en robots paralelos “Paloma”[4].	20
Figura 2-6. Fotografía del interior del sistema basado en robots paralelos “Delfi”[5].	21
Figura 2-7. Fotografía del sistema basado en robots paralelos “Talon”[6].	21
Figura 3-1. Estructura de un transportador de banda convencional[7].	23
Figura 3-2. Fotografía de transportador modular recto[9].	24
Figura 3-3. Estructura de un transportador de rodillos motorizados[7].	24
Figura 3-4. Fotografía de los componentes de una banda transportadora modular[17].	25
Figura 3-5. Componentes de un transportador modular básico[11].	26
Figura 4-1. Metodología de diseño propuesta.	28
Figura 4-2. Fotografía del proceso de producción de barras alimenticias en la empresa ExpoFood.	29
Figura 4-3. Dibujo CAD de la distribución actual para cargar barras alimenticias a la línea de empaqueo. ..	29
Figura 4-4. Bosquejo de la propuesta de solución 1.	32
Figura 4-5. Bosquejo de la propuesta de solución 2.	33
Figura 4-6. Bosquejo de la propuesta de solución 3.	34
Figura 4-7. Barra alimenticia con sus dimensiones	38
Figura 4-8. Esquema del funcionamiento del transportador de transferencia.	39
Figura 4-9. Esquema del funcionamiento del transportador de carga.	40
Figura 4-10. Características de la barra alimenticia para determinar la carga del producto sobre la banda.	46
Figura 4-11. Grafica para el cálculo de factor de temperatura del polipropileno[13].	52
Figura 4-12. Esquema de funcionamiento del sistema de distribución de barras.	54
Figura 4-13. Grafica para el cálculo del factor de resistencia[12].	55
Figura 4-14. Esquema de la directriz de diseño para transportadores con capacidad de transferencia[14].	57
Figura 4-15. Directriz de diseño de los transportadores de transferencia y carga.	57
Figura 4-16. Plano que muestra el perfil de la pletina lateral de deslizamiento[15].	58
Figura 4-17. Superficie de apoyo de la banda transportadora.	59
Figura 4-18. Diagrama que muestra el uso de barras frontales para la transferencia de producto[15].	59

Figura 4-19. Dibujo CAD que muestra la posición de los Rodillos de apoyo en la directriz de diseño.	60
Figura 4-20. Grafica de la variación de velocidad de acuerdo al número de dientes del engranaje del transportador[12]......	61
Figura 4-21. Dibujo CAD del engranaje del sistema[14]......	62
Figura 4-22. Dibujo CAD del eje motriz.....	63
Figura 4-23. Grafica que muestra el par de torsión máximo recomendado en el eje motriz[12]......	65
Figura 4-24. Fotografía del rodamiento para eje motriz[15].	67
Figura 4-25. Dibujo CAD de la abrazadera para sujetar pletinas de deslizamiento[15]......	67
Figura 4-26. Dibujo CAD que muestra las placas de soporte para fijar elementos de superficie de apoyo de la banda transportadora.....	68
Figura 4-27. Dibujo CAD que muestra las placas de nivelación para fijar barras frontales.	68
Figura 4-28. Dibujo CAD que muestra la sujeción de los engranajes al eje motriz.....	69
Figura 4-29. Dibujo CAD que muestra la directriz de diseño con sus componentes y elementos de sujeción. ..	69
Figura 4-30. Dibujo CAD que muestra las placas laterales de la estructura del transportador.....	70
Figura 4-31. Dibujo CAD que muestra un riel guía con rodillos[15].	70
Figura 4-32. Dibujo CAD de escuadra para fijar riel guía[15]......	70
Figura 4-33. Dibujo CAD de la estructura del transportador de transferencia.....	71
Figura 4-34. Dibujo CAD de la estructura del transportador de carga.....	71
Figura 4-35. Dibujo CAD de la estructura de soporte propuesta para los transportadores de transferencia y carga.	72
Figura 4-36. Dibujo CAD del dispositivo nivelador con orifico de montaje[15].	72
Figura 4-37. Dibujo CAD que muestra el ensamble de perfiles estructurales con tapas y niveladores.	73
Figura 4-38. Dibujo CAD de escuadra de fijación para los transportadores y la estructura de soporte.....	73
Figura 4-39. Dibujo CAD del transportador de transferencia.	74
Figura 4-40. Dibujo CAD del transportador de carga.	74
Figura 4-41. Diseño CAD del sistema mecánico de distribución de barras alimenticias.	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Descripción de los requerimientos del cliente.	30
Tabla 4-2. Evaluación de propuestas de solución.	35
Tabla 4-3. Justificación de evaluación de la propuesta de solución 1.....	36
Tabla 4-4. Justificación de evaluación de la propuesta de solución 2.....	36
Tabla 4-5. Justificación de evaluación de la propuesta de solución 3.....	37
Tabla 4-6 Factor de fricción entre la banda y la superficie de apoyo[13].	47
Tabla 4-7. Coeficientes de fricción entre el material de la banda y el producto a transportar[13].	48
Tabla 4-8. Información para el cálculo de factor de servicio de una banda transportadora modular[12].	50
Tabla 4-9. Cálculo de factor de servicio.....	51
Tabla 4-10. Cantidad de pletinas de deslizamiento de acuerdo a ancho de la banda[14].....	58
Tabla 4-11. Datos para el cálculo de deflexión y par de torsión de el eje motriz[12].....	63

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño de un sistema mecánico de distribución de barras alimenticias para una de las líneas de producción de la empresa ExpoFood, el sistema diseñado tiene como objetivo cargar barras alimenticias a una línea de empaquetado. La razón por la cual es requerido el diseño es que en la planta ExpoFood actualmente operarios se encargan de cargar manualmente las barras alimenticias a la empaquetadora, lo cual origina un cuello de botella en la línea de producción, impide trabajar a altas velocidades, origina pérdidas de producto durante el empaquetado y pone en riesgo los estándares de inocuidad de la empresa.

El diseño realizado con base a los requerimientos del cliente y las especificaciones técnicas plantea agregar dos transportadores a la línea de producción actual para dar solución a la problemática. En el desarrollo de este documento se presenta de manera detallada el proceso que se siguió para llegar a un diseño final, de la misma forma se presenta la documentación necesaria para que el sistema diseñado pueda ser implementado en cualquier momento.

El diseño del sistema de distribución de barras ofrece una alternativa tecnológica a la empresa ExpoFood para poder solucionar la problemática existente en la planta, además si el sistema diseñado fuera implementado ayudaría a la empresa a posicionarse en un mejor lugar en el mercado.

ABSTRACT

In this work is presented the design of a mechanical system for distributing food bars in one of the production lines of ExpoFood Company, the designed system aims to load food bars in a packaging line. The reason why the design is required is that in ExpoFood Company currently operators are responsible to load manually food bars to the packaging line, which creates a bottleneck in the production line, prevents work at high speeds, causes product losses during packaging and endangers the hygiene and safety standards of the company.

Based on customer requirements and technical specifications of the production system in the company, it is proposed a design where two conveyor belts are added to the current production line to solve the problem. In the development of this document it is presented in detail the process followed to obtain a final design and the required documentation for its construction.

The design of the system for distributing bars offers a technological alternative to the ExpoFood Company to solve their existing problems, furthermore, if the designed system is implemented, the company will get a better place in the market.

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Empresa participante en el proyecto

La empresa para la cual se elaboró el proyecto es ExpoFood SPR de RL, esta es una productora alimenticia ubicada en Santa Rosa Jáuregui, Qro., esta planta se dedica a producir barras alimenticias principalmente con semilla de amaranto y materias primas 100% naturales.

1.2 Descripción del problema

El proceso de producción de barras alimenticias comprende diferentes etapas desde la preparación del jarabe, la mezcla de jarabe con el amaranto y materias primas, el laminado de la mezcla, el corte, hasta el empacado.

Actualmente en la planta el proceso para enviar las barras cortadas a la línea de empacado no está automatizado, para realizar dicho proceso se requiere mano de obra intensiva por parte de operarios quienes se encargan de tomar las barras que salen del proceso de corte y de forma manual transportarlas a la línea de empacado. Realizar el proceso de esta manera da lugar a los siguientes problemas:

- La línea de producción de barras alimenticias no puede trabajar a altas velocidades ya que se produce un cuello de botella que genera aglomeración de barras en la línea de empacado, lo cual se puede observar en la Figura 1-1. Este problema es causado debido a la velocidad variable con la que los operarios toman las barras cortadas y las ingresan a la línea de empacado.



Figura 1-1. Fotografía que muestra aglomeración de barras en la línea de empacado.

- Aunque en la planta se producen barras alimenticias con prácticas basadas en estándares de inocuidad alimentaria existe la posibilidad de contaminación del producto debido al contacto con las manos de los operarios como se ve en la Figura 1-2.



Figura 1-2. Fotografía que muestra el contacto de las barras alimenticias con las manos de los operarios.

- Los operarios toman las barras alimenticias inmediatamente después de que han sido cortadas por una cuchilla en el proceso de corte transversal (ver Figura 1-3), esto es peligroso ya que la cuchilla podría alcanzar a las manos de los operarios y provocar un accidente.



Figura 1-3. Fotografía que muestra a los operarios tomando las barras alimenticias con las manos muy cerca de la cuchilla de corte.

- Al salir del proceso de corte las barras alimenticias aún no se han enfriado completamente y todavía son frágiles, en ocasiones los operarios toman las barras bruscamente y las rompen provocando reproceso o en el peor de los casos pérdidas. En la parte inferior de la Figura 1-4 Se pueden observar algunas barras despedazadas por los operarios.



Figura 1-4. Fotografía que muestra barras alimenticias despedazadas.

- La línea de empaqueo tiene espacios específicos para colocar las barras alimenticias y suelta un empaque por cada espacio, si el operario no es tan ágil y deja espacios vacíos en la línea de empaqueo significa que habrán empaques vacíos lo cual origina pérdidas. En la parte inferior derecha de la Figura 1-5 se observa una bolsa con empaques vacíos.



Figura 1-5. Fotografía que muestra empaques vacíos en la línea de empaqueo.

1.3 Justificación

El diseño de un sistema de distribución de barras alimenticias será una alternativa tecnológica que al ser implementada por la empresa ExpoFood le permitirá trabajar la línea de producción a velocidades más altas de las actuales, disminuirá el riesgo de contaminación del producto, evitará el peligro para los trabajadores de sufrir un accidente y disminuirá la cantidad de pérdidas. Todo lo antes mencionado en conjunto contribuirá a que la empresa pueda satisfacer de mejor forma las necesidades de sus clientes y les permitirá participar en mercados cada vez más competitivos, exigentes y cambiantes.

Existen sistemas en el mercado que podrían dar solución a la problemática planteada, sin embargo en varios casos estos sistemas no cumplen con ciertas características de la línea de producción ya que requieren un gran espacio para ser implementados con lo cual no se cuenta en la planta.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Realizar el diseño mecánico de un sistema de distribución de barras alimenticias, el cual pueda ser construido e implementado en la empresa ExpoFood.

1.4.2 Objetivos específicos

- Definir un diseño mecánico que cumpla con las especificaciones del sistema de producción de la planta ExpoFood.
- Generar la documentación necesaria para la construcción e implementación del sistema.

1.5 Estructura de la tesis

La tesis está organizada de la siguiente manera:

En el capítulo 2 se hace una descripción de los sistemas actuales que se emplean para solucionar problemas similares al planteado.

En el capítulo 3 se presentan los fundamentos teóricos que sustentan la investigación.

En el capítulo 4 se describe a detalle el proceso que se llevó a cabo para el diseño del sistema.

En el capítulo 5 se presentan las conclusiones y propuestas de trabajo futuro.

CAPÍTULO 2 ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se hace la descripción de algunos sistemas que se utilizan actualmente para brindar soluciones enfocadas a la carga automática de barras alimenticias que van del proceso de corte a la línea de empaçado.

Dentro del proceso de carga de barras en la línea de empaçado existe una variedad de productos que se han desarrollado en los últimos años, entre los más sobresalientes se encuentran los sistemas basados en empaçado horizontal y los sistemas basados en robots paralelos.

2.1 Sistemas basados en empaçado horizontal

2.1.1 Sistema de empaçado horizontal “Transver SPD”

El Transver SDP de la marca BOSCH (ver Figura 2-1) es un sistema de distribución de producto que alimenta suavemente productos en una línea de empaçado de flujo horizontal[1]. Este sistema puede manejar una amplia gama de alimentos tales como como barras de cereales, magdalenas, galletas suaves, cupcakes, chocolates, productos horneados de forma irregular, y muchos más. Los cambios para diferentes productos se hacen simplemente cambiando recetas a través de una HMI (Interfaz Hombre-Máquina).



Figura 2-1. Fotografía del Sistema de empaçado horizontal “Transver SPD[1]”

Los beneficios de este sistema incluyen un diseño higiénico para alta accesibilidad y facilidad de limpieza, flexibilidad en términos de cambio rápido y manipulación del producto suave, diseño fiable para una construcción duradera, diseño para un funcionamiento 24/7 y transferencia de productos sin contacto.

En este sistema el proceso está dividido en 3 etapas (ver Figura 2-2), en la primera las filas de producto que llegan desde el proceso de corte son separadas y trasladadas a una banda transportadora, en la segunda etapa la banda transportadora mencionada se mueve hacia atrás y se inclina hacia abajo para transferir la fila de producto hasta una segunda banda transportadora y en la tercera etapa la segunda banda transportadora guía el producto hacia el proceso de empaqueo.



Figura 2-2. Fotografía del proceso de distribución de barras del sistema “Transver SPD[1]”.

2.1.2 Sistema de empaque horizontal “Flowangle”

El sistema Flowangle de la empresa Record Packaging Machinery (ver Figura 2-3) ha sido desarrollado para transmitir automáticamente el flujo de producto de la línea de producción hacia la línea de empaquetado[2]. Este sistema maneja diversos productos como pan, galletas, pastas, confitería, snacks, helados y alimentos congelados.



Figura 2-3. Fotografía del sistema de empaque horizontal “Flowangle”[2].

El sistema se compone de una banda transportadora la cual recibe las filas de producto después del proceso de corte, cuando el producto llega al final de la banda transportadora se realiza una transferencia de 90° para que otra banda reciba el producto y lo envíe a la empaquetadora.

Este sistema es muy simple pero tiene la desventaja de hacer crecer la línea de producción hacia uno de los costados ocupando mucho espacio debido a la posición de la línea de empaqueo, además aunque se pueden trabajar una variedad de productos, el modo de transferencia del producto limita su longitud ya que debe ser menor o igual al ancho de la línea de empaqueo.

2.1.3 Sistema de empaque horizontal “Module ++”

El Module ++ es un sistema modular de BOSCH, en el hacen una integración de diferentes máquinas para realizar sistemas de producción y empaqueo de productos adecuándose a las necesidades del cliente[3].

El proceso que sigue este sistema para realizar la carga automática de producto en la línea de empaqueo se divide en 6 pasos (ver Figura 2-4). En el primer paso las filas de producto que llegan del proceso de corte son separadas y alineadas, en el segundo paso el producto es separado pieza por pieza al pasar sobre una banda transportadora en diagonal, en el tercer paso cada pieza pasa a través de un sistema predictor de control de flujo que asegura la separación y posición entre las barras, en el cuarto paso el producto pasa a través de espacios estrechos entre una serie de mecanismos con bandas para ser separados en dos filas, en quinto paso el producto es repartido en 2 bandas transportadoras y en el último paso el producto es llevado hacia la línea de empaqueo.

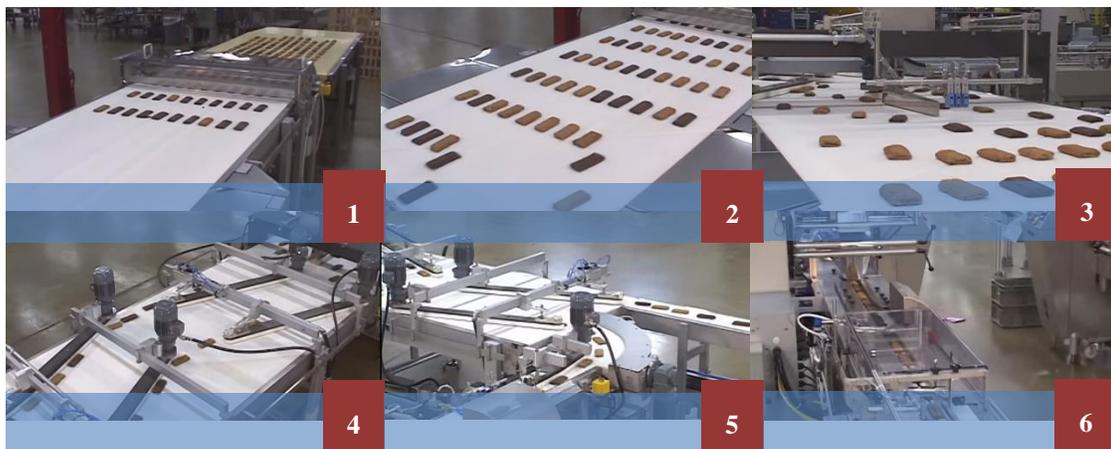


Figura 2-4. Fotografía del proceso de distribución de barras en el sistema “Module ++”[3].

2.2 Sistemas basados en robots paralelos

2.2.1 Sistema basado en robots paralelos “Paloma”

Paloma D2 (ver Figura 2-5) es uno de los mejores cargadores automáticos de producto en la línea de empaquetado, el sistema es una célula que está compuesta por robots paralelos de alta velocidad guiados por un sistema de visión que además verifica que los productos que recoge estén en buen estado. Su diseño le permite ser utilizado para una amplia variedad de aplicaciones de manipulación de alimentos, el sistema está disponible con 1, 2 o 3 robots paralelos para ser colocados dentro de la célula, con 2 robots puede cargar arriba de 150 productos por minuto[4].

Los beneficios de este sistema incluyen una alta tasa de recogida, cambios rápidos para diferentes productos, alta flexibilidad, alta eficiencia y robustez en el diseño.



Figura 2-5. Fotografía del sistema basado en robots paralelos “Paloma”[4].

2.2.2 Sistema basado en robots paralelos “Delfi”

Este es un cargador automático que está basado en robots paralelos de alta velocidad y con características muy parecidas al sistema Paloma. En este sistema se permite incluir en la célula hasta cuatro robots paralelos y puede cargar arriba de 450 productos por minuto[5].

La mayor diferencia de este sistema con el sistema Paloma es que este es aplicado para cargar múltiples productos a la vez, esto se usa cuando un empaque contiene múltiples productos y se empacan todos al mismo tiempo.

El Delfi no requiere guiado de producto, ya que los robots paralelos se encargan de colocarlo directamente en la cadena de arrastre de la empacadora, sin embargo los robots paralelos deben ser muy rápidos para alcanzar a apilar múltiples productos en un solo espacio de la línea de empacado. En la Figura 2-6 se muestra el interior de una cédula Delfi, se puede observar que los robots paralelos toman múltiples productos a la vez y que deben apilar rápidamente en un solo espacio de la línea de empacado los productos que fueron tomados.

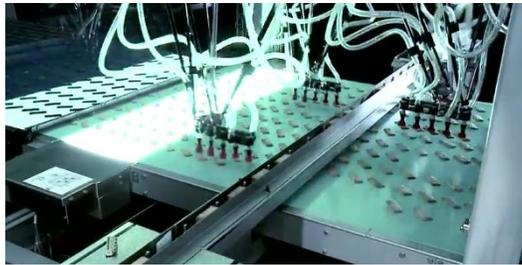


Figura 2-6. Fotografía del interior del sistema basado en robots paralelos “Delfi”[5].

2.2.3 Sistema basado en robots paralelos “Talon”

El Talon es un sistema (ver Figura 2-7) que la empresa JLS Automation ha desarrollado para diferentes aplicaciones tales como separación de productos defectuosos, carga a línea de empaquetado, embalaje de productos, entre otros. Está equipado con robots paralelos ABB y la mayor ventaja que presenta es que da la opción de ser adaptado a líneas de producción existentes[6].

El sistema es muy flexible ya que permite trabajar con una gran variedad de productos tales como salchichas, rebanadas de carne, tortillas, burritos, sándwiches, pizzas, barras alimenticias, entre otros. Una de sus características principales es que cuenta con sistemas avanzados de visión para tomar el producto sin importar si este está orientado de manera aleatoria, además se permite la carga de producto individual o en grupo.



Figura 2-7. Fotografía del sistema basado en robots paralelos “Talon”[6].

CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO

3.1.1 Transportadores

Los transportadores son máquinas complejas cuyo objetivo es el movimiento entre dos puntos de una carga determinada. El transporte se puede realizar básicamente de dos formas, utilizando la gravedad o mediante el uso de medios motorizados. Los transportadores están formados básicamente por tres elementos esenciales, los cuales son la estructura de soporte, el elemento móvil y la motorización[7].

La estructura de soporte puede ser mediante el uso de sistemas de unión fijos o sistemas de unión desmontable. Los sistemas de unión fijos más usados son soldadura a presión o por fusión y remaches. Los sistemas de unión desmontable más utilizados son unión roscada y pasadores[7].

Para la motorización de los transportadores normalmente se utilizan elementos mecánicos tales como engranajes, cadenas y correas.

Una característica que se encuentra presente en los transportadores es la búsqueda de sencillez en los procesos acompañada del cumplimiento de las funciones de la aplicación a realizar. El uso de transportadores brinda ciertas ventajas tales como[8]:

- Su alta capacidad permite mover gran número de objetos.
- La velocidad de transporte es ajustable.
- Se pueden combinar con otras actividades como el procesamiento y la inspección.
- Son versátiles y pueden ser de piso o para usarse en alto.
- Es posible el almacenamiento temporal de cargas entre estaciones,
- Las rutas pueden ser rectas o curvadas.
- Se puede realizar transportación en alto.

Generalmente los transportadores son diseñados para llevar a cabo movimientos de cargas, ya sea en formas de bultos o a granel. Las especificaciones principales que se deben tomar en cuenta en el diseño son la capacidad de carga, la velocidad de transporte y las dimensiones tales como el largo y ancho necesarios del transportador.

Hoy en día la gran mayoría de aplicaciones de transporte de material mediante el uso de transportadores, suelen ser llevadas a cabo con el uso de transportadores motorizados, esto debido principalmente a necesidades de velocidad, precisión y capacidad de carga[7].

3.1.2 Tipos de transportadores

Entre los tipos de transportadores más usados se encuentran los siguientes[7]:

Transportadores de banda convencional

Son los sistemas más estandarizados y usados a nivel mundial, ya que su operatividad se diversifica en casi todos los procesos de la industria. Su principal característica es que mediante el uso de una banda facilita el transporte y movimiento de los productos en la parte superior. Las bandas utilizadas en este tipo de sistemas pueden ser de diferentes materiales tales como goma, caucho, poliuretano, PVC, neopreno, nitrilo, entre otros. La transmisión de fuerza se realiza mediante un eje motriz colocado en uno de los extremos acoplado a engranajes y cadenas que generan el movimiento para el accionamiento mecánico. En la Figura 3-1 se puede observar la estructura de un transportador de banda convencional.

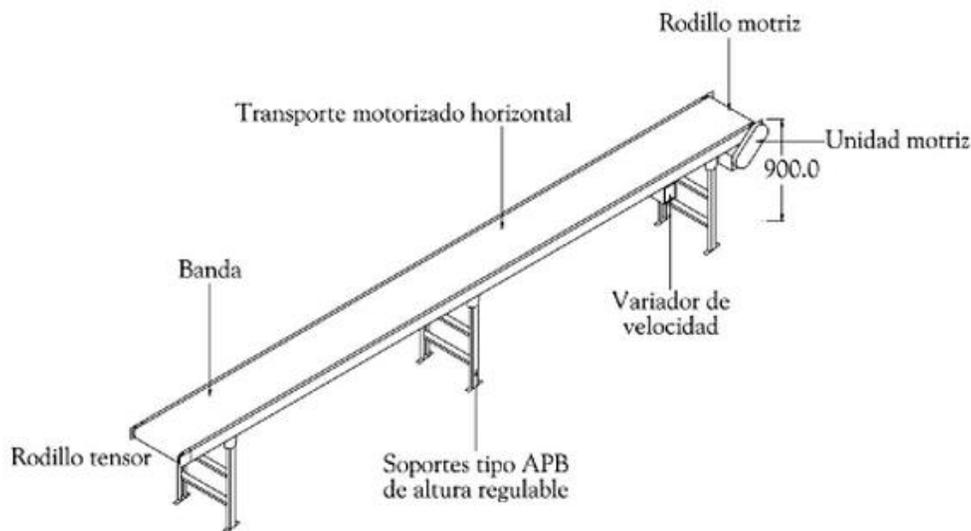


Figura 3-1. Estructura de un transportador de banda convencional[7].

Transportadores de banda plástica modular

Este equipo es la última generación de transportadores que se encuentran en el mercado, está especialmente diseñado para la industria alimenticia y para los procesos productivos donde es necesario contar con una banda totalmente sanitaria, de fácil limpieza y que garantice una operatividad continua.

La banda de estos transportadores está compuesta de eslabones plásticos autoalineantes y engranados por piñones plásticos en uno o ambos extremos, estos piñones evitan el desplazamiento lateral y descarrilamiento de la banda. En la Figura 3-2 se puede observar la fotografía de un transportador modular.



Figura 3-2. Fotografía de transportador modular recto[9].

Transportador de rodillos

Estos sistemas comúnmente también son llamados secciones de rodillos motorizados, están diseñados para el transporte de cajas, cestas, paquetes, sacos, entre otros productos empaquetados o manejados en contenedor. En este tipo de transportadores los rodillos pueden ser accionados por poleas, engranajes o por correa. En la Figura 3-3 se muestra la estructura de un transportador de rodillos motorizados.

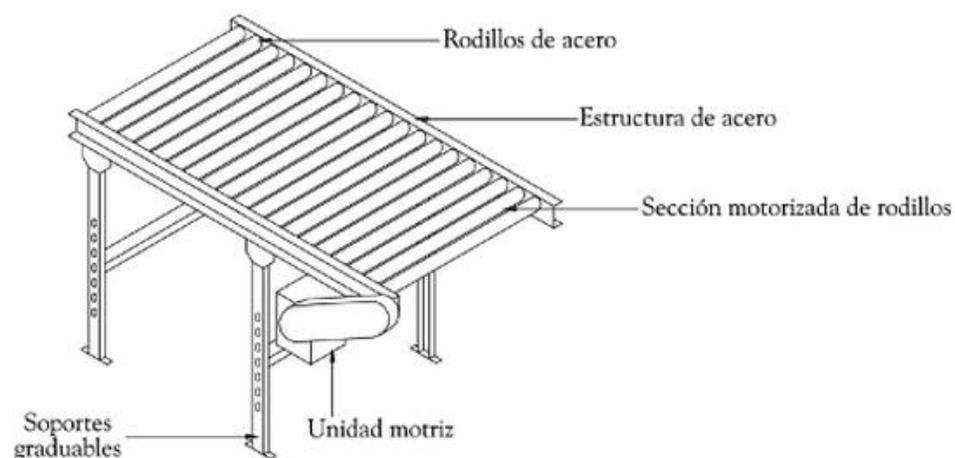


Figura 3-3. Estructura de un transportador de rodillos motorizados[7].

3.1.3 Bandas transportadoras modulares

La banda transportadora modular es un conjunto de módulos de plástico individuales moldeados por inyección de alta precisión y unidos entre sí mediante varillas. Su robusto diseño está optimizado para garantizar procesos efectivos de transporte y de fácil limpieza. El diseño de todos los componentes plásticos prolonga la vida útil de las bandas y permite obtener un rendimiento superior en múltiples aplicaciones. El tipo de banda permite numerosos anchos, al tiempo que aporta a la banda elevados niveles de resistencia y rigidez tanto lateral como diagonal[10].

Las bandas modulares de plástico hacen innecesarios los sistemas de alta tensión y garantizan la marcha recta de la banda. En seguida se describen los componentes de una banda modular.

Módulos

Una banda modular se compone de módulos de plástico individuales, las superficies de los módulos pueden estar completamente cerradas, ligeramente abiertas o tener una superficie de contacto abierta de hasta un 88% para la refrigeración y el drenaje[10].

Varillas giratorias

Estas varillas se extienden por todo el ancho de la banda, garantizan su rigidez lateral y la unión entre los módulos[10]. Existen diferentes tipos de varilla que dependen del tipo de banda y del fabricante.

En la Figura 3-4 se puede observar la fotografía de un segmento de banda transportadora modular compuesta por un conjunto de módulos unidos por medio de varillas giratorias, en la parte inferior de dicha figura se visualiza un plano del perfil del módulo de la banda.



Figura 3-4. Fotografía de los componentes de una banda transportadora modular[17].

3.1.4 Componentes de un transportador modular

Los componentes de un transportador modular normalmente varían de acuerdo a la aplicación de este[11], de manera general un transportador básico debe contener los elementos mostrados por la Figura 3-5.

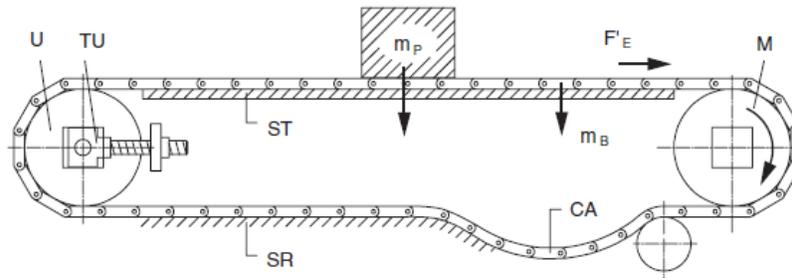


Figura 3-5. Componentes de un transportador modular básico[11].

Eje motor

El eje motor (ver M en la Figura 3-5) es donde van colocados los engranajes, el eje puede ser cuadrado o redondo. Los ejes cuadrados permiten que los engranajes se desplacen fácilmente sobre su eje siguiendo la expansión o contracción térmicas de la banda. Además, estos ejes mejoran la transmisión del par motor. El engranaje central del eje motor normalmente es fijo ya que ayuda a la alineación de la banda.

Eje conducido

Este eje (ver U en la Figura 3-5) puede estar equipado con engranajes, tambores revestidos, rodillos de acero o discos plásticos. Si no se emplean engranajes, es necesario utilizar métodos de alineación alternativos.

Soporte de deslizamiento

Este soporte (ver ST en la Figura 3-5) va debajo de la parte recta de la banda transportador, suelen utilizarse guías de desgaste paralelas o en ángulo que soportan la banda y la carga en movimiento.

Apoyo de retorno

El apoyo de la banda en el retorno (ver SR en la Figura 3-5) puede estar equipado con rodillos o con guías de desgaste longitudinales, su función es soportar a la banda transportadora para que haga un contacto de 180° con el eje conducido.

Curva catenaria

Es el nombre que recibe la parte de la banda que cuelga con objeto de absorber las variaciones de longitud debidas a la expansión térmica, a los cambios provocados por la carga y la tensión de la banda (ver CA en la Figura 3-5).

Dispositivo tensor

Este dispositivo (ver TU en la Figura 3-5) es utilizado para el ajuste de la curva catenaria puede ser de tipo tornillo, por gravedad o neumático.

La fuerza efectiva

Esta fuerza (ver F'E en la Figura 3-5) se refiere a la tracción de la banda y se calcula cerca del eje motor que es donde éste alcanza, en la mayoría de los casos, su valor máximo durante el funcionamiento. Este valor depende de las fuerzas de fricción entre la banda y los soportes (ST y SR) así como de la fricción con respecto a la carga acumulada.

Peso del producto transportado

Este es el peso que se distribuye sobre la superficie de la parte recta de la banda donde será transportado el producto (ver mP en la Figura 3-5).

Peso de transporte

Para este componente normalmente se suman el peso de la banda y el peso del producto y se utiliza para el cálculo de la fuerza de fricción entre la banda y la estructura del deslizador (ver mB en la Figura 3-5)

CAPÍTULO 4 DISEÑO

En este capítulo se describe la metodología que se llevó a cabo para el diseño del sistema, se enlistan los requerimientos y consideraciones que se tomaron en cuenta, además se describen a detalle todos los componentes que conforman el diseño final del sistema de distribución de barras alimenticias.

4.1 Metodología de diseño propuesta

Una vez que se reconoció la necesidad se propuso seguir una metodología de diseño la cual se observa en la Figura 4-1, esta ayudó a identificar productos comerciales existentes, a definir el problema de manera concreta, a proporcionar varias soluciones y posteriormente llegar a una solución final con la intención de satisfacer los requisitos.



Figura 4-1. Metodología de diseño propuesta.

4.2 Evaluación del sistema actual

En la empresa ExpoFood el proceso de producción de barras alimenticias (ver Figura 4-2) se compone de 6 etapas posteriores a la mezcla de jarabe con amaranto. En la primera etapa se realiza un laminado para aplanar la mezcla, la segunda etapa consiste en hacer un corte longitudinal de la mezcla laminada, en la tercera etapa el producto ingresa a un sistema de enfriamiento para aumentar su rigidez, en la cuarta etapa el producto pasa por un proceso de separación para incrementar el espacio entre cortes longitudinales, en la quinta etapa el producto es cortado transversalmente para así obtenerlo en forma de pequeñas barras, en la etapa final cada una de las barras cortadas debe ser empacada, es en esta etapa donde los operarios intervienen para cargar las barras en la línea de empacado.



Figura 4-2. Fotografía del proceso de producción de barras alimenticias en la empresa ExpoFood.

La línea de producción actualmente opera a velocidades entre 0.02 m/s y 0.05 m/s, de la línea salen hileras de 12 barras alimenticias las cuales se cargan al sistema de empaclado, se empaican aproximadamente de 60 a 120 barras/minuto dependiendo de la capacidad y el número de operarios.

En la figura 4-3 se puede observar el paso de la etapa 5 a la 6 que es la zona donde intervienen los operarios, se pueden ver las hileras de barras de amaranto (1) procedentes del proceso de corte transversal y un transportador (2) para mover las barras hacia una plancha en la línea de empaquetado (3).

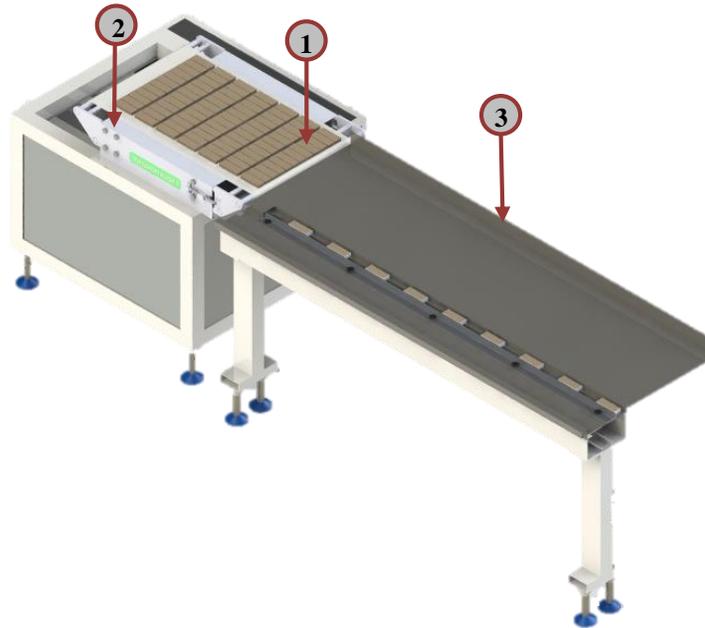


Figura 4-3. Dibujo CAD de la distribución actual para cargar barras alimenticias a la línea de empaclado.

4.3 Requerimientos y especificaciones técnicas

Para realizar el diseño y contar con las características necesarias que se deben cumplir fueron planteados los requerimientos por parte de los clientes quienes también brindaron algunas especificaciones técnicas de la línea de producción.

Los requerimientos del cliente son los siguientes:

1. El sistema debe ser funcional.
2. El sistema debe de incrementar la capacidad de barras empacadas.
3. El diseño debe realizarse de tal forma que el sistema pueda adaptarse a la línea de producción actual sin necesidad de realizar cambios de gran impacto.
4. El sistema a diseñar debe contar con materiales adecuados para la aplicación.
5. El sistema no deberá contener dispositivos móviles que excedan el área de trabajo y que pongan en peligro a los operarios.
6. El diseño debe de tomar en cuenta que el producto no se dañe en el proceso.

Conforme a los requerimientos establecidos por el cliente se procedió a realizar un levantamiento de datos de la línea de producción y el producto para poder hacer una descripción más detallada y de esta forma poder comenzar con la elaboración de propuestas. En la Tabla 4-1 se muestra una descripción detallada de los requerimientos del cliente tomando en cuenta las especificaciones técnicas.

Tabla 4-1. Descripción de los requerimientos del cliente.

Requerimiento del cliente	Descripción
1. El sistema debe ser funcional.	El sistema debe de cumplir con la función de recibir las barras alimenticias que llegan de la línea de producción y enviarlas ordenadamente una a una al espacio que les corresponde en la línea de empaquetado.
2. El sistema debe de incrementar la capacidad de barras empacadas.	Con el sistema actual se empaacan de 60 a 120 barras/min, se espera que se incremente la velocidad a mínimo a 180 barras/min.

Requerimientos del cliente	Descripción
3. El diseño debe realizarse de tal forma que el sistema pueda adaptarse a la línea de producción actual sin necesidad de realizar cambios de gran impacto.	Se tiene un espacio disponible de 3.5 m de largo y 3 m de ancho para colocar la línea de empaquetado, el sistema diseñado y el transportador que recibe las barras después del proceso de corte. Además la velocidad de la línea de producción se deben mantener entre 0.02 m/s y 0.05m/s.
4. El sistema a diseñar debe contar con materiales adecuados para la aplicación.	Los materiales deben ser de grado alimenticio y resistente al agua debido a las actividades de limpieza que se realizan en la planta. Además las temperaturas con las que se trabaja varían de 15-35 °C.
5. El sistema no deberá contener dispositivos móviles que excedan el área de trabajo y que pongan en peligro a los operarios.	Se cuenta con un espacio establecido para colocar la línea de empaquetado, el sistema diseñado y el transportador que recibe las barras después del proceso de corte, el sistema no debe contener dispositivos móviles que al realizar sus funciones excedan el área establecida y que invadan el área por donde circulan operarios de la planta.
6. El diseño debe de tomar en cuenta que el producto no se dañe en el proceso.	El diseño debe incluir materiales, elementos móviles y rutinas de movimiento que no dañen el producto. Además se debe considerar las características de las barras alimenticias que tienen un peso aproximado de 30g y sus dimensiones son 100 mm de largo, 35 mm de ancho y 15 mm de espesor.

4.4 Generación de propuestas de solución

Teniendo establecidos los requerimientos de la aplicación y después de haber revisado las soluciones que actualmente se emplean para problemáticas similares, se procedió a desarrollar 3 propuestas para brindar alternativas al cliente. En las tres propuestas siguientes se plantea hacer uso del transportador del sistema actual que recibe las barras después del sistema de corte al cual a partir de ahora se le llamará transportador de alimentación.

4.4.1 Propuesta de solución 1 para el sistema de distribución de barras alimenticias

Para esta propuesta se pensó colocar un sistema compuesto por actuadores lineales entre el proceso de corte de corte transversal y la línea de empaçado, el objetivo era que por medio de movimientos controlados dichos actuadores manipularan las barras y las fueran colocando dentro de la línea de empaçado.

En la Figura 4-4 se visualiza un bosquejo del sistema propuesto el cual se compone del transportador de alimentación (1), un actuador lineal ubicado horizontalmente (2), un actuador lineal ubicado verticalmente (3), un conjunto de guías separadoras (4) y la línea de empaquetado (5).

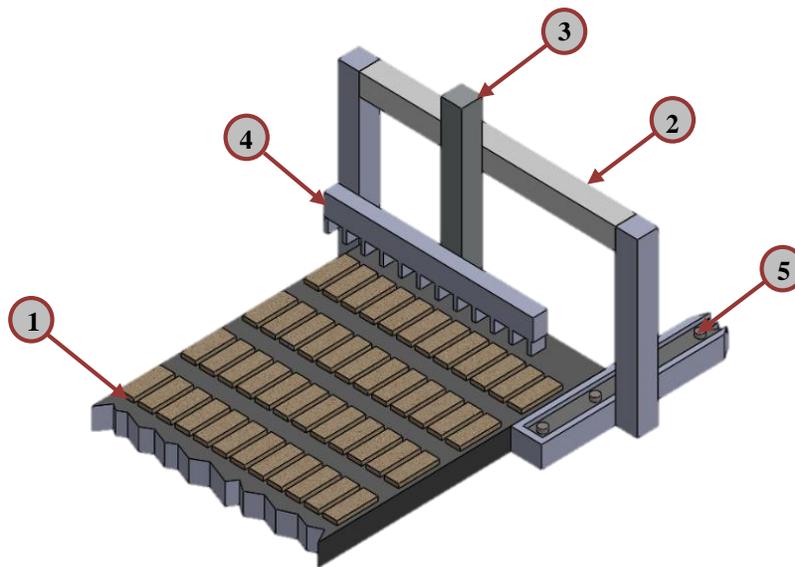


Figura 4-4. Bosquejo de la propuesta de solución 1.

En este sistema el transportador de alimentación recibe las barras después del proceso de corte y las lleva hacia la parte inferior del conjunto de guías separadoras, una vez que una hilera de barras se posiciona justo debajo de las guías separadoras, el transportador de alimentación se detiene y se activa el actuador línea vertical para colocar las guías separadoras entre las barras, colocadas las guías separadoras se activa el actuador horizontal desplazándose hacia la línea de empaquetado para ir ingresando barra por barra, cuando todas las barras han sido ingresadas a la línea de empaquetado los actuadores regresan a su posición y el proceso se repite.

4.4.2 Propuesta de solución 2 para el sistema de distribución de barras alimenticias

Para esta propuesta se sugirió agregar un elemento móvil entre el transportador de alimentación y la línea de empaquetado para poder lograr una transferencia de producto de 90°.

En la Figura 4-5 se puede observar un bosquejo de la propuesta sugerida la cual se compone del transportador de alimentación (1), un transportador denominado transportador de transferencia y carga (2) y finalmente la línea de empaquetado (3).

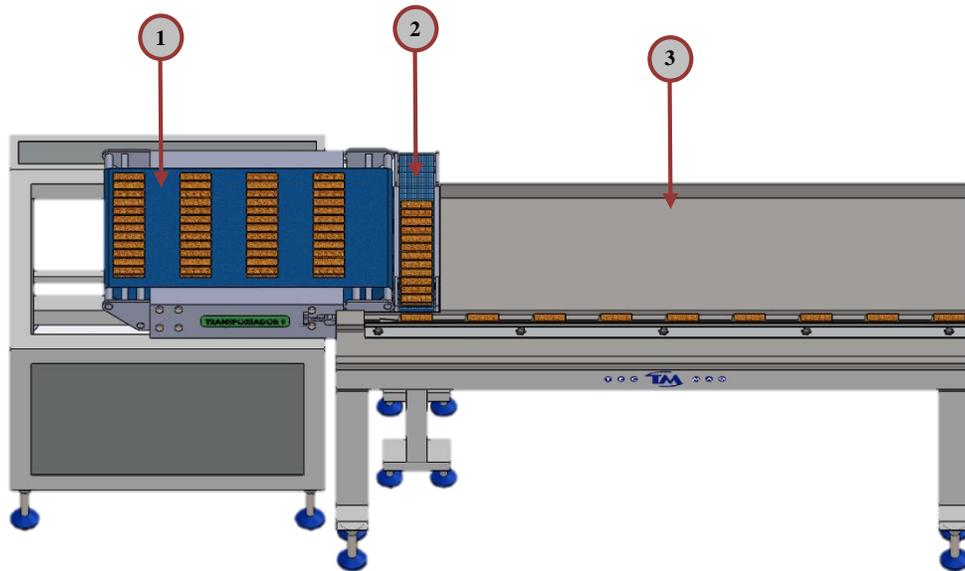


Figura 4-5. Bosquejo de la propuesta de solución 2.

En este caso la función del transportador de alimentación es llevar las barras de amaranto del proceso de corte transversal al transportador de transferencia y carga, la función de este transportador es realizar una transferencia de 90° del producto y cargarlo a la línea de empaquetado, para ello permanece estático mientras está recibiendo una hilera de barras del transportador de alimentación, una vez que la hilera se ha recibido completamente el transportador de transferencia y carga comienza a realizar movimientos sincronizados para ir ingresando cada barra a su espacio correspondiente en la línea de empaquetado, cuando se terminan de cargar las barras el proceso se ejecuta nuevamente.

4.4.3 Propuesta de solución 3 para el sistema de distribución de barras alimenticias

Esta básicamente es una modificación de la propuesta de solución 2, la diferencia consiste en separar las funciones de transferencia y carga permitiendo así un flujo constante de carga en la línea de empaquetado.

En la Figura 4-6 se muestra un bosquejo de la propuesta planteada, está integrada por el transportador de alimentación (1), un transportador de transferencia (2), un transportador de carga (3) y la línea de empaquetado (4).

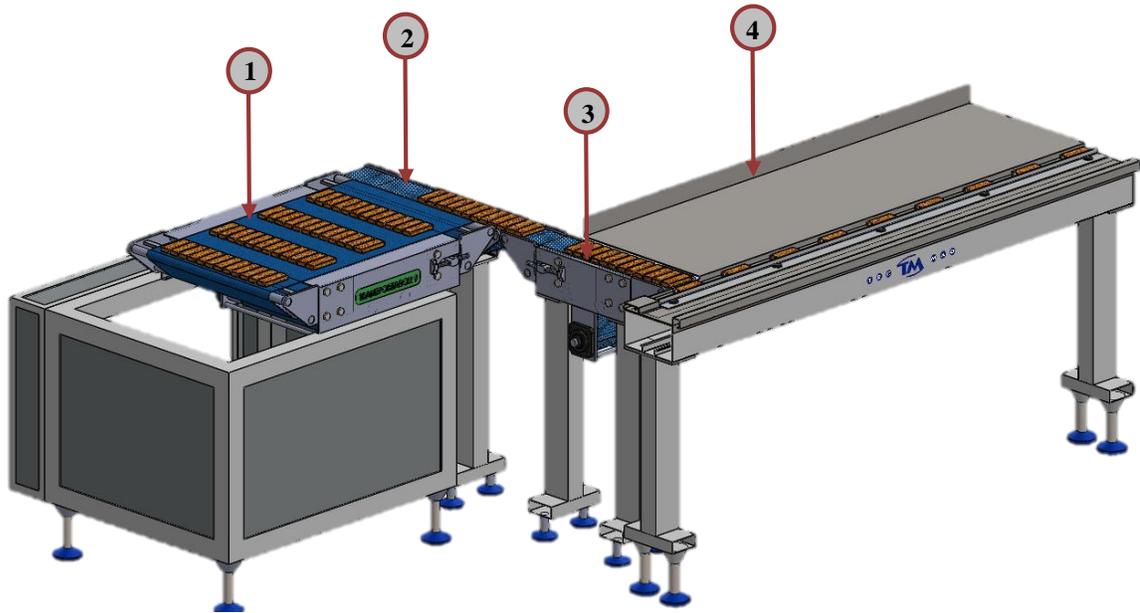


Figura 4-6. Bosquejo de la propuesta de solución 3.

En este sistema la función del transportador de carga consiste en estar realizando arranques frecuentes sincronizados con la línea de empaquetado de tal forma de que siempre se esté ingresando una barra en cada espacio requerido, por tanto el transportador de carga en todo momento debe tener barras alimenticias.

El transportador de transferencia tiene la tarea de estar esperando para recibir cada hilera de barras proveniente del transportador de alimentación y enviarlas hacia el transportador de carga para que este no se quede sin producto.

La línea de empaquetado y el transportador de carga deben tener la capacidad para poder procesar todas las barras rápidamente para eliminar el cuello de botella e igualar la velocidad del número de barras producidas y el número de barras empaquetadas.

4.5 Evaluación y selección de propuestas

Para poder seleccionar una de las propuestas planteadas cada una de estas fue calificada de acuerdo a los requerimientos solicitados por el cliente, para ello a cada propuesta se le asignó una puntuación en cada uno de los requerimientos, finalmente se realizó una sumatoria de los puntos obtenidos y la propuesta con mayor puntaje fue la seleccionada.

En seguida en la Tabla 4-2 se muestran cada una de las propuestas, la puntuación asignada de acuerdo a cada requerimiento y la puntuación total por propuesta. Las puntuaciones se aginaron del 1 al 5 de acuerdo a que tanto se aproxima la propuesta al requerimiento planteado.

Tabla 4-2. Evaluación de propuestas de solución.

Requerimiento	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	
1. El sistema debe ser funcional.	5	5	5	
2. El sistema debe de incrementar la capacidad de barras empacadas.	3	3	5	
3. El diseño debe realizarse de tal forma que el sistema pueda adaptarse a la línea de producción actual sin necesidad de realizar cambios de gran impacto.	4	5	5	
4. El sistema a diseñar debe contar con materiales adecuados para la aplicación.	5	5	5	
5. El sistema no deberá contener dispositivos móviles que excedan el área de trabajo y que pongan en peligro a los operarios.	2	5	5	
6. El diseño debe de tomar en cuenta que el producto no se dañe en el proceso.	3	4	5	
	Puntuación total	22	27	30

Como se puede observar en la Tabla 4-2 la puntuación más alta la obtuvo la propuesta 3 por lo cual fue la propuesta elegida y a partir de esta se procedió a realizar el diseño a detalle.

La puntuación asignada a cada una de las propuestas se justifica y se explica a detalle en las tablas que se muestran a continuación (Tabla 4-3, Tabla 4-4 y Tabla 4-5).

Tabla 4-3. Justificación de evaluación de la propuesta de solución 1.

Requerimiento	Propuesta 1
1	Cumple con las funciones de recibir las barras después del proceso de corte y de enviarlas a la línea de empaçado.
2	El transportador de alimentación tiene que parar mientras las barras se llevan a la línea de empaquetado, esto hace lento al sistema y dificulta obtener la mínima producción requerida (180 barras/min).
3	Se cumple con el espacio establecido para ser implementado, pero al hacer paros no se mantendrían las velocidades de la línea de producción (0.02-0.05 m/s).
4	Existen materiales de grado alimenticio y resistente al agua para poder construir este sistema.
5	Esta propuesta incluye actuadores lineales que al desplazarse exceden el área de trabajo y podrían invadir el área donde circulan los operarios de la planta.
6	Si las barras alimenticias no van bien acomodadas en el transportador de alimentación hay probabilidad de que sean dañadas por las guías separadoras.

Tabla 4-4. Justificación de evaluación de la propuesta de solución 2.

Requerimiento	Propuesta 2
1	Cumple con las funciones de recibir las barras después del proceso de corte y de enviarlas a la línea de empaçado.
2	Tener un solo transportador que realice los procesos de transferencia y carga de barras dificulta alcanzar la mínima producción requerida (180 barras/min).
3	Se cumple con el espacio establecido para ser implementado y se mantienen las velocidades de la línea de producción (0.02-0.05 m/s).
4	Existen materiales de grado alimenticio y resistente al agua para poder construir este sistema.
5	La propuesta no incluye dispositivos móviles que excedan el área de trabajo.
6	El transportador de transferencia y carga debe realizar movimientos a altas velocidades para lograr recibir las barras e ingresarlas a la línea de empaçado sin dejar espacios vacíos, hacer movimientos bruscos podría causar daños en la barras alimenticias.

Tabla 4-5. Justificación de evaluación de la propuesta de solución 3.

Requerimiento	Propuesta 3
1	Cumple con las funciones de recibir las barras después del proceso de corte y de enviarlas a la línea de empaçado.
2	Separar los procesos de transferencia y carga en dos transportadores permite tener un sistema en el que el transportador de carga tenga barras alimenticias en todo momento lo que hace posible alcanzar la mínima producción requerida (180 barras/min).
3	Se cumple con el espacio establecido para ser implementado y se mantienen las velocidades de la línea de producción (0.02-0.05 m/s).
4	Existen materiales de grado alimenticio y resistente al agua para poder construir este sistema.
5	La propuesta no incluye dispositivos móviles que excedan el área de trabajo.
6	No se identifica algún elemento móvil o rutinas de movimiento bruscas que puedan dañar el producto en esta propuesta.

4.6 Diseño a detalle

Seleccionada la propuesta de solución 3 se procedió a realizar el diseño a detalle de los dos transportadores (transferencia y carga). El proceso que se siguió para cada uno de los transportadores fue definir las especificaciones técnicas de acuerdo a los requerimientos de la aplicación, realizar el diseño de la banda transportadora, posteriormente el diseño de la estructura del transportador y finalmente el diseño de la estructura de soporte de todo el conjunto.

4.6.1 Definición de las especificaciones técnicas

En esta sección se definen los datos esenciales para comenzar con el diseño, esto debe ser en base a la aplicación y para ello se explica más a fondo la propuesta elegida. Como se mencionó anteriormente la propuesta 3 consiste en agregar a la línea de producción dos transportadores, un transportador de transferencia que recibe las barras después del proceso de corte transversal y un transportador de carga que recibe las barras del transportador de transferencia y las envía a la línea de empaçado, enseguida se explican las características del producto y de cada transportador.

4.6.1.1 Especificaciones del producto

Las barras alimenticias se producen con materias primas como amaranto y frutas deshidratadas, el peso aproximado de cada barra es de 30 g, en la Figura 4-7 se pueden observar las dimensiones en mm de las barras alimenticias que se producen en la planta. El transportador de transferencia debe tener capacidad para 12 barras mientras que el transportador de carga debe tener capacidad para 18 barras, posteriormente se explicará el porqué de estas cantidades-

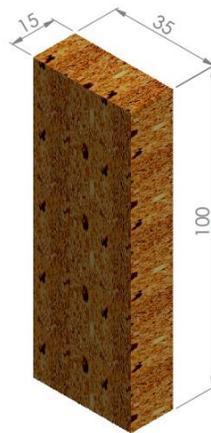


Figura 4-7. Barra alimenticia con sus dimensiones

4.6.1.2 Especificaciones del transportador de transferencia

Este transportador se mantiene desactivado mientras recibe una hilera de 12 barras provenientes del transportador de alimentación, una vez recibida la hilera de barras el transportador se activa y mueve la hilera de barras al transportador de carga, realizada esta acción el transportador queda inactivo hasta que reciba otra hilera de barras y el proceso se repite.

En la Figura 4-8 se puede observar un esquema donde el transportador de alimentación (1) lleva una hilera de 12 barras (2) con una dirección de movimiento indicada por la flecha negra, también se visualiza al transportador de transferencia (3) donde es depositada cada hilera de barras, el movimiento de este transportador está indicado por la flecha morada y es perpendicular al movimiento anterior, se realiza de esta manera para llevar la hilera de barras (4) al transportador de carga (5).

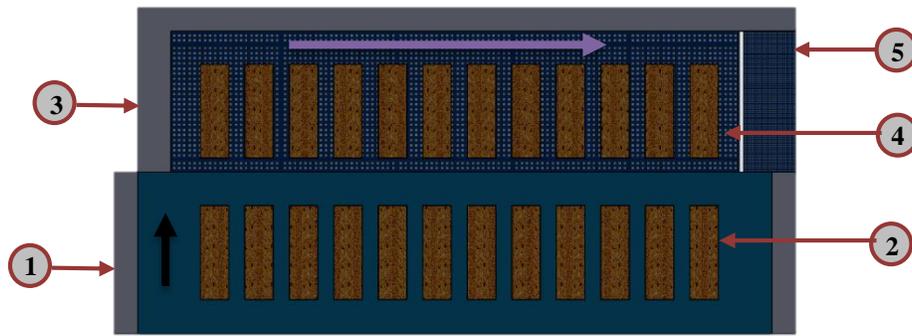


Figura 4-8. Esquema del funcionamiento del transportador de transferencia.

Entendido el funcionamiento del transportador de transferencia se comienzan a extraer algunos datos técnicos esenciales para el diseño.

El ancho de la banda transportadora se puede estimar de acuerdo a las dimensiones del producto a transportar, en este caso se relaciona directamente con el largo del producto que es 100 mm, sin embargo se estableció dejar un ancho de 150 mm para tener un rango de 50 mm por si las dimensiones del producto varían.

El largo de la banda corresponde a la longitud de la parte recta de la banda medida de centro a centro de los rodillos superiores. Para estimar esta medida se toma en cuenta que la parte recta de la banda debe tener capacidad para 12 barras alimenticias y además se debe tomar en cuenta el espacio que hay entre las barras como se observa en la Figura 4-8. Para calcular la medida se sabe que cada barra mide de ancho 35 mm y que el espacio entre las barras es de 10 mm aproximadamente, por lo tanto el largo mínimo de la banda debe ser 550 mm, se decidió dejar el largo de la banda de 600mm por la variación en la separación entre las barras.

Una característica muy importante de este transportador en tener en cuenta para el diseño es que al menos en uno de sus extremos debe tener capacidad de transferencia de producto para poder enviar las barras al transportador de carga. Entre otros datos se sabe que los materiales para su construcción deben ser de grado alimenticio, se deben poder lavar y deben poder trabajar en los rangos de temperatura de la planta.

4.6.1.3 Especificaciones del transportador de carga

La función de este transportador es recibir las hileras de barras provenientes del transportador de transferencia e ingresar barra por barra a la línea de empaclado. Para hacer su función el transportador debe realizar arranques frecuentes sincronizados con la línea de empaclado de tal forma de que siempre se esté ingresando una barra en cada espacio requerido.

Para no tener espacios vacíos en la línea de empaclado el transportador de carga siempre debe tener producto. Para evitar que se quede sin producto se decidió que el transportador debe tener capacidad para 18 barras alimenticias, de esta forma mientras una nueva hilera de 12 barras llegan del transportador de transferencia al transportador de carga le quedan 6 barras para seguir depositando a la línea de empaclado.

En la Figura 4-9 se puede observar un esquemá donde se visualiza una sección del transportador de alimentación (1), una sección del transportador de transferencia (2), el transportador de carga (3), una hilera de 17 barras (4) que aun contiene el transportador de carga y una barra (5) de la hilera que ya ha sido enviada a la línea de empaclado (6), la flecha morada indica la dirección de movimiento del transportador de carga y la flecha negra indica la dirección de movimiento de la línea de empaclado.

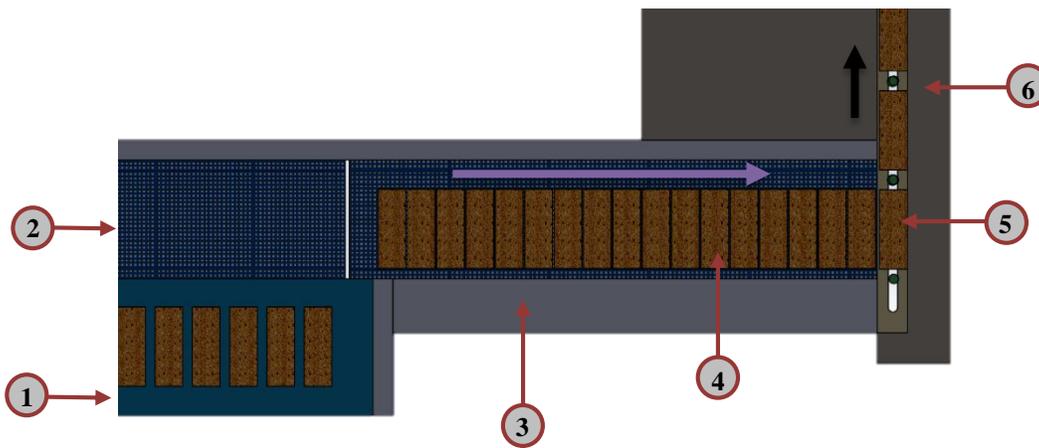


Figura 4-9. Esquema del funcionamiento del transportador de carga.

Entendido el funcionamiento del transportador de carga se comienzan a extraer algunos datos técnicos esenciales para el diseño.

El ancho de la banda transportadora se puede estimar de acuerdo a las dimensiones del producto a transportar, en este caso el ancho es similar al de la banda del transportador de transferencia que es igual a 150 mm.

El largo de la banda corresponde a longitud de la parte recta de la banda medida de centro a centro de los rodillos superiores. Para estimar esta medida se toma en cuenta que la parte recta de la banda debe tener capacidad para 18 barras alimenticias. Para calcular la medida se sabe que cada barra mide de ancho 35 mm, por lo tanto el largo mínimo de la banda debe ser 630 mm, se decidió dejar el largo de la banda de 650mm por si hay variaciones en el ancho de las barras.

Para este caso se debe tomar en cuenta al diseñar que los dos extremos del transportador deben tener capacidad de transferencia de producto, en un extremo para poder recibir las barras del transportador de transferencia y en el otro extremo para enviar las barras a la línea de empaque. Al igual que en el transportador de transferencia, para este transportador se debe considerar que los materiales para construir el transportador deben de ser de grado alimenticio, se deben poder lavar y deben de trabajar en los rangos de temperatura establecidos.

4.6.2 Diseño de la banda transportadora

Las bandas transportadoras se encuentran disponibles en una gran cantidad de estilos, materiales y colores. En la fase de diseño de una aplicación específica es importante disponer de información fiable acerca de las condiciones de funcionamiento y ambientales.

Para el diseño de una banda es importante considerar diferentes factores tales como el tipo de recorrido de la banda, las dimensiones de la banda, las características del producto a transportar, los cambios sufridos del producto durante el transporte, los requisitos y condiciones higiénicas y sanitarias, los métodos de carga, descarga y transferencia del producto, las características del entorno de funcionamiento y el tipo de sistema de accionamiento de la banda.

Para continuar con el proceso de diseño de la banda transportadora se toma como base un manual de ingeniería de bandas transportadoras de la marca Intralox[12] en el cual por medio de una serie de pasos se indica el proceso para el diseño.

4.6.2.1 Preselección de la banda transportadora

Para iniciar el diseño se debe preseleccionar una banda transportadora con características basadas en la aplicación, para ello el primer paso es elegir por una marca de bandas transportadoras que comercialice bandas relacionados con lo que se necesita.

En este caso la marca por la que se optó fue Eurobelt, principalmente porque comercializa productos como los que se buscan, sin embargo otras razones fueron que maneja productos de alta calidad, tiene proveedores en la ciudad de Querétaro, los proveedores tienen buenos tiempos de entrega y manejan precios económicos en comparación con marcas como Intralox y Habasit.

Elegida la marca de la banda a preseleccionar se procede a definir las características de esta, en primera se debe definir el recorrido de la banda, es decir si será de recorrido recto o curvado, en este caso para los dos transportadores (transportador de transferencia y transportador de carga) el tipo de recorrido es recto ya que en ningún momento estos transportadores tienen alguna curva a lo largo de su recorrido.

En seguida corresponde elegir el material de la banda que cumpla con las características que hasta el momento tenemos de los transportadores, esto es que el material sea de grado alimenticio, que este entre el rango de las temperaturas de trabajo y que se pueda lavar.

La marca Eurobelt cuenta con una serie de distintos materiales para numerosas aplicaciones, en seguida se nombran cada uno de estos materiales con un resumen de sus características principales.

Polipropileno estándar (PP)

Este es el material base de la fabricación de bandas transportadoras para la mayoría de los procesos, tanto en el sector alimentario como en el industrial. Con una buena resistencia mecánica, trabaja a un rango de temperaturas entre +1 °C a +104 °C y un peso específico de 0,9 aproximadamente, tiene flotabilidad en el agua. Tiene una excelente resistencia química a prácticamente todos los ácidos, bases concentradas, sales y detergentes, es apta para trabajar en ambientes de trabajo corrosivos. Cumple con las Normativas Internacionales para ser utilizadas en procesos alimentarios[13].

Polietileno estándar (PE)

Su rango de temperaturas va de -50°C a $+65^{\circ}\text{C}$, es elegido como el material más idóneo para la fabricación de bandas utilizadas en procesos de congelación. Con un peso específico de aproximadamente 0,95, posee flotabilidad en el agua y se caracteriza por su excelente tenacidad al impacto, flexibilidad y resistencia a la fatiga. Tiene buena resistencia química a muchos ácidos y bases concentradas, sales y detergentes. Su bajo coeficiente de fricción le da unas excelentes propiedades deslizantes, con una mínima adherencia y absorción. Cumple con las Normativas Internacionales para ser utilizadas en procesos alimentarios[13].

Acetal estándar (AC)

Con un peso específico de 1,5 aproximadamente, los acetales son los termoplásticos de bajo coeficiente de fricción, con mayor resistencia a ser rayados y con una elevada carga de rotura. Es utilizado en acumuladores de todo tipo de envases, evitando daños en la superficie de los mismos y aplastamiento por presión. Su gran resistencia mecánica le da la capacidad de transportar cargas pesadas. Tiene un rango de temperaturas que va de -40°C a $+90^{\circ}\text{C}$, se utiliza para transporte de cargas pesada y en aplicaciones en las que se manipule con objetos punzantes encima de la banda. Tiene una buena resistencia química a los disolventes, a las grasas y a una amplia lista de agentes químicos. Cumple con las Normativas Internacionales para ser utilizadas en procesos alimentarios[13].

Nylon (PA)

Las bandas fabricadas con este material tienen una buena estabilidad geométrica frente al calor, una gran dureza y alta rigidez. Poseen también la propiedad de retardo al desgaste en ambientes abrasivos y secos[13]. Este material no se recomienda para su uso en ambientes de humedad, pues varían las dimensiones de la banda. Se disponen en dos tipos:

Nylon color negro: No apto para contacto directo con alimentos. Estable al calor con valores de temperaturas de hasta 140°C en trabajo continuo y puntas de hasta 180°C .

Nylon color natural: Apto para contacto directo con alimentos, excepto con alimentos que contengan alcohol. Estable al calor con valores de temperaturas de hasta 120°C en trabajo continuo y puntas de hasta 135°C .

Elastómeros termoplásticos (TPE)

Es un termoplástico vulcanizado, flexible y con muy buena adherencia. Se utilizan para conseguir el máximo agarre o adherencia del producto con la superficie de transporte y evitar su deslizamiento en el uso en transportadores inclinados. Buena resistencia a la fatiga, resistente al aceite y con una buena resistencia a productos químicos en general. Su rango de temperaturas es de -40 a 100 ° C. Este material se puede utilizar para el contacto con alimentos[13].

De acuerdo a las descripciones de los materiales se puede visualizar que el material más apropiado para la aplicación que se requiere es el polipropileno estándar, principalmente porque es uno de los materiales que se utilizan en procesos alimentarios y cumple con normas internacionales para dichos procesos, además, el material está dentro del rango de temperatura de trabajo de la planta y debido a su resistencia química se pueden realizar actividades de limpieza sin afectar a la banda.

Elegido el material hay que seleccionar un tipo de superficie de banda, la marca Eurobelt maneja 2 tipos de superficie, superficie cerrada y superficie abierta. La mayor ventaja de la superficie cerrada es que evita el vuelco de los productos sin embargo es difícil realizar actividades de limpieza con este tipo de bandas, en cambio la superficie abierta ofrece una gran facilidad de limpieza, debido a esto se optó por elegir una banda con superficie abierta.

Una vez que se han definido las características del producto, las especificaciones de los transportadores de transferencia y carga, el material para la banda transportadora y el tipo de superficie, ya se puede realizar la preselección de una banda, la marca Eurobelt ofrece diferentes series de bandas transportadoras para diferentes aplicaciones.

Para continuar con el proceso de diseño se preselecciono la banda transportadora de la Serie C12 de la marca Eurobelt[14]. La razón de haber elegido esta banda se mencionan a continuación:

- Los anchos que se manejan para esta banda son en múltiplos de 25 mm por lo que se puede alcanzar el ancho requerido para los dos transportadores que es 150 mm.
- Este tipo de banda está diseñada especialmente para realizar transferencia de producto a altas velocidades con mínimos diámetros de giro, lo cual es perfecto para los transportadores recordando que necesitan realizar transferencia en sus extremos y el producto es pequeño.
- Esta serie de bandas se encuentra disponible en polipropileno estándar, el material elegido para la aplicación.
- Esta serie se encuentra disponible en superficie abierta.

4.6.2.2 Comprobación de la resistencia de la banda elegida

El paso siguiente, tras preseleccionar una banda transportadora, es determinar si esta tiene la resistencia requerida para la aplicación, para ello es necesario contar con la siguiente información[12]:

1. Peso del producto aplicado a la banda.
2. Longitud del transportador propuesto.
3. Especificar si existen cambios de altura del transportador.
4. Velocidad de funcionamiento deseada.
5. Porcentaje de producto acumulado y parado sobre la banda.
6. Temperatura máxima de funcionamiento que va a soportar la banda.
7. Tipo de material sobre el que se va a deslizar la banda en la estructura del transportador.
8. El rendimiento de servicio, es decir, arranques frecuentes bajo cargas pesadas, etc.

Para determinar si la banda es apta para la aplicación se tiene que seguir una serie de pasos y realizar ciertos cálculos, lo cual se muestra a continuación:

Paso 1: Cálculo de la carga de tensión de la banda o la tracción de la banda (BP)

La carga de tensión de la banda se determina a partir de la siguiente formula[12]:

$$BP = [(M + 2W) \times Fw + Mp] \times L + (M \times H)$$

Donde:

M = Carga de producto (kg/m²).

W = Peso de la banda (kg/m²).

L = Longitud de la parte recta del transportador (m).

H = Cambio de altura del transportador (m).

Fw = Coeficiente de fricción entre la guía de desgaste y la banda.

Mp = Carga debida a la acumulación del producto (kg/m²).

Cálculo de M = Carga de producto (kg/m²)

Para determinar la carga del producto por m² se calculó el área de la cara frontal de este tomando en cuenta sus dimensiones que son 0.035 m de largo por 0.035 m de ancho.



$$\text{Área} = 0.0035 \text{ m}^2$$

De acuerdo al resultado obtenido se sabe que en un área de 0.0035 m² se tiene un peso de 0.03 kg, por lo que se puede estimar el peso que habría en 1 m² y determinar el valor de M .

$$M = 8.5714 \text{ kg/m}^2$$

El valor de M es el mismo para el transportador de transferencia y el transportador de carga.

Figura 4-10. Características de la barra alimenticia para determinar la carga del producto sobre la banda.

Cálculo de W = Peso de la banda (kg/m²)

El peso de la banda se obtiene de manera sencilla, ya que una vez preseleccionada se puede acceder a su hoja de datos donde se encuentra esta información. El valor de W es el mismo para el transportador de transferencia y el transportador de carga.

$$W = 4.6 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de L = Longitud de la parte recta del transportador (m)

Los valores de las longitudes para el transportador de transferencia y el transportador de carga se explicaron anteriormente en la definición de las especificaciones técnicas. Estos valores son:

$$L_{transferencia} = 0.6 \text{ m}$$

$$L_{carga} = 0.65 \text{ m}$$

Cálculo de H = Cambio de altura del transportador (m)

Para este caso en la aplicación del sistema de distribución de barras no será necesario algún cambio de altura para los transportadores de carga y transferencia, es decir, cada uno de estos transportadores en todo momento a lo largo de su recorrido se mantienen a una misma altura por lo tanto el valor se muestra a continuación.

$$H = 0 \text{ m}$$

Cálculo de Fw = Coeficiente de fricción entre la superficie de apoyo y la banda

Para obtener este dato hay que elegir una guía de desgaste que es el elemento que sirve como superficie de apoyo para que la banda se deslice en la parte recta del transportador. Se habla más a fondo sobre la descripción y la selección de este elemento en el diseño de la estructura del transportador, por ahora solo es necesario saber que el material elegido para estas guías de desgaste es U.H.M.W. que es un polietileno de ultra alto peso molecular.

Una vez que se define el material de la guía de desgaste Eurobelt proporciona una tabla para conocer el coeficiente de fricción entre este y el material de la banda.

Tabla 4-6 Factor de fricción entre la banda y la superficie de apoyo[13].

MATERIALES DE LA SUPERFICIE DE APOYO	POLIPROPILENO				POLIETILENO				ACETAL			
	SUPERFICIE LISA		SUPERFICIE ABRASIVA		SUPERFICIE LISA		SUPERFICIE ABRASIVA		SUPERFICIE LISA		SUPERFICIE ABRASIVA	
	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO
U.H.M.W.	0,11	0,13	NR	NR	0,24	0,32	NR	NR	0,10	0,10	NR	NR
H.D.P.E.	0,09	0,11	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,09	0,08	NR	NR
Nylon impregnado con molibdeno o silicona	0,24	0,25	0,29	0,30	0,14	0,13	NR	NR	0,13	0,15	NR	NR
Acero inoxidable o al carbono con acabado laminado en frío	0,26	0,26	0,31	0,31	0,14	0,15	NR	NR	0,18	0,19	NR	NR

[NR] No recomendado

De acuerdo a la Tabla 4-6 se determina el valor de F_w , donde el material de la banda es polipropileno seco con superficie lisa y el material de la guía de desgaste es U. H. M. W., el valor para el coeficiente de fricción es el mismo para los transportadores de transferencia y carga y se muestra a continuación.

$$F_w = 0.13$$

Cálculo de M_p = Carga debida a la acumulación del producto (kg/m²)

La carga debida a la acumulación del producto se debe tomar en cuenta para los dos transportadores, esto ya que en el transportador de trasferencia habrá una carga acumulada de 12 barras alimenticias y en el transportador de carga habrá una carga acumulada de 18 barras alimenticias.

La carga debido a la acumulación de producto se calcula de la siguiente manera:

$$M_p = M \times F_p \times \left(\frac{\% \text{ del área la banda acumulada}}{100} \right)$$

Donde:

M = Carga de producto (kg/m²).

F_p = Coeficiente de fricción entre el producto a transportar y la banda.

Para obtener F_p es necesario conocer las propiedades de las barras alimenticias en contacto con el polipropileno, como se mencionó anteriormente las barras alimenticias estas hechas con materias primas como amaranto y frutos secos, por lo que es complicado saber el valor de F_p . Lo que se propuso es utilizar cantidades dadas en tablas de diferentes productos en contacto con el polipropileno.

Tabla 4-7. Coeficientes de fricción entre el material de la banda y el producto a transportar[13].

MATERIAL DEL PRODUCTO A TRANSPORTAR	POLIPROPILENO		POLIETILENO		ACETAL	
	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO
VIDRIO	0,18	0,19	0,08	0,09	0,13	0,14
ACERO INOXIDABLE	0,26	0,32	0,10	0,13	0,13	0,13
PLÁSTICO	0,11	0,17	0,08	0,08	0,13	0,16
CARTÓN	—	0,21	—	0,15	—	0,18
ALUMINIO	0,40	0,40	0,20	0,24	0,33	0,27

De la tabla 4-7 se tomó el valor del coeficiente de fricción más alto que es el del Aluminio con el polipropileno seco por lo cual se propuso un valor de $F_p = 0.40$

El porcentaje del área acumulada se calcula en función de la longitud que ocupa la carga acumulada de la banda y longitud total de la parte recta de la banda. Para el transportador de transferencia la longitud de la parte recta de la banda es igual a 600 mm y la longitud que ocupa la carga acumulada es 550 mm. Para el transportador de carga la longitud total de la parte recta de la banda es igual a 650 mm y la longitud que ocupa la carga acumulada es 630 mm. De acuerdo a los datos proporcionados el porcentaje se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ del área de la banda acumulada} = \frac{\text{Longitud de la carga acumulada}}{\text{Longitud de la parte recta de la banda}} * 100$$

Por lo que:

$$\% \text{ del área de la banda acumulada}_{\text{transferencia}} = 91.66\%$$

$$\% \text{ del área de la banda acumulada}_{\text{carga}} = 96.92\%$$

La carga del producto M ya ha sido calculada anteriormente y de igual manera ya se tiene el valor del coeficiente de fricción entre la banda y el producto y el porcentaje de la carga acumulada por lo que la carga debida a la acumulación del producto se muestra a continuación.

$$Mp_{\text{transferencia}} = \left(8.5714 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) \times 0.40 \times \left(\frac{91.66\%}{100}\right)$$

$$Mp_{\text{carga}} = \left(8.5714 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) \times 0.40 \times \left(\frac{96.92\%}{100}\right)$$

Por lo tanto:

$$Mp_{\text{transferencia}} = 3.1426 \text{ kg/m}^2$$

$$Mp_{\text{carga}} = 3.3229 \text{ kg/m}^2$$

Hasta el momento ya se cuenta con todos los datos necesarios para realizar el cálculo de la carga de tensión de la banda o la tracción de la banda (BP).

$$BP_{Transferencia}$$

$$= \left[\left(8.5714 \frac{kg}{m^2} + 2 \times \left(4.6 \frac{Kg}{m^2} \right) \right) \times 0.13 + 3.1426 \frac{kg}{m^2} \right] \times 0.6 m$$

$$+ \left(8.5714 \frac{kg}{m^2} \times 0 m \right)$$

$$BP_{Carga}$$

$$= \left[\left(8.5714 \frac{kg}{m^2} + 2 \times \left(4.6 \frac{Kg}{m^2} \right) \right) \times 0.13 + 3.3229 \frac{kg}{m^2} \right] \times 0.65 m$$

$$+ \left(8.5714 \frac{kg}{m^2} \times 0 m \right)$$

Por lo tanto:

$$BP_{Transferencia} = 3.2716 \frac{kg}{m}$$

$$BP_{Carga} = 3.3798 \frac{kg}{m}$$

Paso 2: Ajustar la tracción de la banda (ABP) a las condiciones específicas de servicio

Debido a que la banda puede experimentar diversas condiciones, el BP debe ser ajustado aplicando un Factor de servicio (SF) apropiado. La guía de ingeniería de bandas Intralox[12] proporciona información para calcular el factor de servicio, esta información se visualiza en la Tabla 4-8.

Tabla 4-8. Información para el cálculo de factor de servicio de una banda transportadora modular[12].

Factor de servicio (SF)		SF
Arranques sin carga, con carga aplicada gradualmente.		1
Arranques frecuentes bajo carga (más de una vez por hora).	Agregar 0.2	
A velocidades mayores de 30 metros/min	Agregar 0.2	
Transportadores ascendentes	Agregar 0.4	
Transportadores por empuje	Agregar 0.2	
	TOTAL	

De la Tabla 4-8 se extrajeron las condiciones de servicio que se adecuaban a la aplicación de los transportadores de transferencia y carga que para los dos casos es el mismo valor. En la Tabla 4-9 se muestran las condiciones agregadas y el factor de servicio que se determinó.

Tabla 4-9. Cálculo de factor de servicio.

Factor de servicio (<i>SF</i>)		<i>SF</i>
Arranques sin carga, con carga aplicada gradualmente.		1.0
Arranques frecuentes bajo carga (más de una vez por hora).	Agregar 0.2	0.2
A velocidades mayores de 30 metros/min	Agregar 0.2	0.2
TOTAL		1.4

Teniendo el valor del factor de servicio hay que calcular la Tracción ajustada de la banda *ABP* que se determina a partir de la siguiente formula:

$$ABP = BP \times SF$$

De esta manera queda:

$$ABP_{Transferencia} = 4.5802 \frac{kg}{m}$$

$$ABP_{Carga} = 4.7317 \frac{kg}{m}$$

Paso 3: Calcular la resistencia permitida de la banda (ABS)

La resistencia permitida de la banda está indicada en la hoja de datos de esta, sin embargo debido las condiciones específicas de funcionamiento esta resistencia puede variar. Por lo tanto, la resistencia permitida de la banda *ABS* debe ser calculada de la siguiente forma[12]:

$$ABS = B \times ST \times S$$

Donde:

BS = Resistencia de la banda obtenida de la hoja de datos (kg/m).

T = Factor de temperatura.

S = Factor de resistencia donde se involucra a la velocidad.

Cálculo de BS = Resistencia de la banda (kg/m)

La resistencia de la banda se obtiene accediendo a la hoja de datos de la banda preseleccionada. El valor de BS es el mismo para el transportador de transferencia y el transportador de carga.

$$BS = 980 \text{ kg/m}$$

Cálculo de T = Factor de temperatura

El factor de temperatura se calcula con la ayuda de graficas donde se encuentra establecido como es afectado el material de la banda transportadora de acuerdo a las temperaturas de trabajo, en dichas graficas se puede observar que mientras más altas son las temperaturas el factor de temperatura disminuye y en contraste, mientras más bajas son las temperaturas el factor de temperatura aumenta. En la Figura 4-11 se pueden visualizar los factores de temperatura para el polipropileno de acuerdo a la temperatura de trabajo.

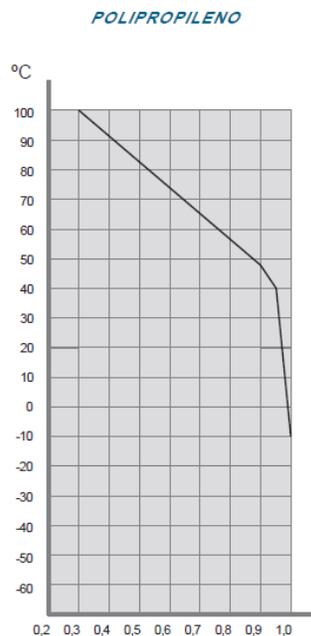


Figura 4-11. Grafica para el cálculo de factor de temperatura del polipropileno[13].

De la figura anterior (Figura 4-11) se puede deducir que para la aplicación del transportador de carga y del transportador de transferencia el factor de temperatura $T=0.95$.

Cálculo de S = Factor de resistencia

Para calcular el factor de resistencia es necesario conocer las velocidades máximas estimadas de los transportadores de transferencia y carga, también es necesario conocer el número de dientes del engranaje que accionara la banda transportadora. A continuación se explicara cómo se estimaron las velocidades máximas de los transportadores, con respecto al engranaje de accionamiento por ahora se explicará únicamente que es de 31 dientes, más adelante en la sección de diseño de la estructura de los transportadores se dará más información sobre este.

Estimación de la velocidad de los transportadores de carga y transferencia

Para comenzar a estimar las velocidades de los transportadores tendremos que tomar en cuenta que un requerimiento del sistema es que se empaquen 180 barras/ min, debido a eso vamos a plantear que se ingresarán a la línea de empaclado 240 barras/min, esto para estimar velocidades por encima de las que se requieren.

Para el transportador de carga es sencillo estimar su velocidad ya que se sabe que se tienen que ingresar 240 barras/min en la línea de empaclado, entonces, el transportador de carga tiene que ingresar 4 barras por segundo, esto es, una barra cada 0.25 segundos. Tomando en cuenta el ancho de la barra alimenticia que es 0.035 m podemos decir que el transportador de carga tiene que realizar arranques de 0.035m cada 0.25 segundos lo que nos da como resultado una velocidad de 0.14m/s que es igual a 8.4 m/min.

De acuerdo con lo anterior se puede decir que si una barra es ingresada cada 0.25 segundos al transportador de carga, entonces, una hilera de 12 barras proveniente del transportador de transferencia es ingresada en 3 segundos a la línea de empaclado. Por lo tanto el transportador de transferencia tiene como máximo 3 segundos para enviar una hilera de 12 barras al transportador de carga, sin embargo no se puede correr el riesgo de quedarse sin barras en el transportador de carga, debido a esto se plantea enviar la hilera de 12 barras mientras el transportador de carga aún se encuentre descargando en la línea de empaquetado una hilera anterior. Para poder visualizar de mejor forma dicho proceso y estimar la velocidad máxima del transportador de transferencia se plantea lo siguiente:

En la Figura 4-12 se puede observar un esquema del sistema donde se visualiza el transportador de alimentación (1), el transportador de transferencia (2), una hilera de 12 barras (3), el transportador de carga (4), una hilera de 10 barras (5) y la línea de empaclado (6).

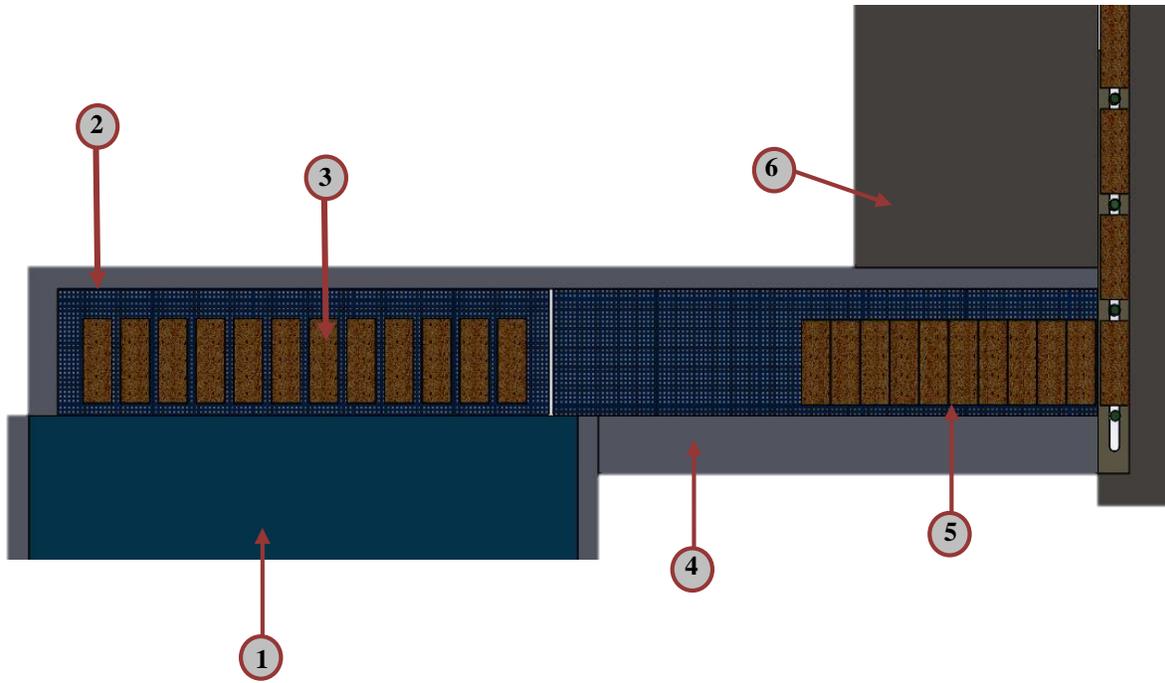


Figura 4-12. Esquema de funcionamiento del sistema de distribución de barras.

El transportador de carga tiene la capacidad de 18 barras alimenticias, esto para que queden 6 de reserva cada vez que el transportador de transferencia vuelva a enviar una hilera de 12 barras. Lo que se planea es que cuando en el transportador de carga quede una hilera de 10 barras se accione el transportador de transferencia para mover una hilera de 12 barras.

De acuerdo a lo mencionado se requiere que la hilera de 12 barras proveniente del transportador de transferencia se mueva al transportador de carga en el tiempo que este deposita 4 barras en la línea de empaclado. Explicando lo anterior cuando se depositen 4 barras en la línea de empaclado, en el transportador de carga quedaran 6 barras y más las 12 provenientes del transportador de transferencia sumarán 18 barras.

El tiempo en el que el transportador de carga deposita 4 barras a la línea de empaclado es 1 segundo, entonces el transportador de transferencia tiene que mover una hilera de 12 barras en 1 segundo. Por lo tanto tomando en cuenta la longitud de la hilera de barras con sus respectivos espacios la banda de transferencia tiene que moverse a una velocidad de 0.55 m/s que es igual a 33 m/min.

Estimadas las velocidades de los transportadores se procede a calcular el factor de resistencia, esto se hace con la ayuda de la gráfica que se muestra en la Figura 4-13.

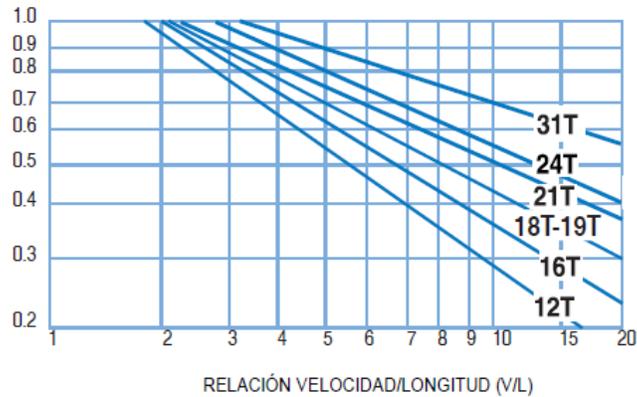


Figura 4-13. Gráfica para el cálculo del factor de resistencia[12].

Para poder utilizar la gráfica mostrada en la Figura 4-13 hay que sacar la relación velocidad/longitud que se calcula dividiendo la velocidad del transportador sobre la longitud de la parte recta de este.

$$Relacion V/L_{Transferencia} = \frac{33}{0.6} = 55$$

$$Relacion V/L_{Carga} = \frac{8.4}{0.65} = 12.92$$

De acuerdo a los resultados de las relaciones de velocidad/longitud obtenidos, el número de dientes del engranaje (T) y a la gráfica de la Figura 4-13 se pueden estimar los factores de resistencia para el transportador de carga. Para el transportador de transferencia se puede ver que los valores de las relaciones velocidad/longitud son muy grandes, cuando pasa eso el factor de resistencia se toma como 0.2. De esta manera los valores del factor de resistencia para los transportadores son:

$$S_{Transferencia} = 0.2 \quad S_{Carga} = 0.65$$

Teniendo el valor de la resistencia de la banda (BS), el factor de temperatura (T) y el factor de resistencia (S), ya se puede calcular la resistencia permitida de la banda (ABS).

$$ABS_{Transferencia} = 980 \frac{kg}{m} \times 0.95 \times 0.2 = 186.2 \frac{kg}{m}$$

$$ABS_{Carga} = 980 \frac{kg}{m} \times 0.95 \times 0.65 = 605.15 \frac{kg}{m}$$

Paso 4: Comparar la tracción ajustada y la resistencia permitida de la banda

En este paso hay que comparar los resultados obtenidos de la tracción ajustada de la banda (ABP) con la resistencia permitida de la banda (ABS), si ABS excede a ABP, la banda es suficientemente fuerte para la aplicación[12]. De acuerdo a lo anterior y a los resultados obtenidos podemos observar que:

$$ABP_{Transferencia} = 4.5802 \frac{kg}{m}$$

$$ABP_{Carga} = 4.7317 \frac{kg}{m}$$

En ambos casos ABS excede a ABP por lo tanto la banda transportadora elegida es lo suficientemente fuerte para la aplicación.

4.6.3 Diseño de la estructura del transportador

En esta parte se explica la elección de directriz de diseño de los transportadores, el diseño de la superficie de apoyo de la banda, la selección de rodillos de apoyo, las selección de engranajes motrices, el diseño de soportes para fijar accesorios, la selección de rodamientos, el diseño de eje motriz, y la selección de otros accesorios.

Directriz de diseño

La directriz de diseño se refiere al desarrollo de la banda, es decir, el recorrido de esta a través de los rodillos de apoyo, el eje motriz y la parte recta por donde se transportará el producto. Los vendedores de bandas modulares recomiendan en sus manuales una serie de directrices de diseño dependiendo de la aplicación del transportador. Entre las directrices de diseño establecidas existen directrices de diseño para transportadores cortos, transportadores de longitud media, transportadores largos, transportadores por gravedad, transportadores unidireccionales, transportadores bidireccionales, transportadores inclinados, transportadores con capacidad de transferencia de productos, entre otros. En este caso para la aplicación se requiere una directriz de diseño para transportadores con capacidad de transferencia de producto.

Proveedores de bandas modulares como Habasit, Intralox y Eurobelt, coinciden en la recomendación de la siguiente directriz de diseño para transportadores modulares con capacidad de transferencia.

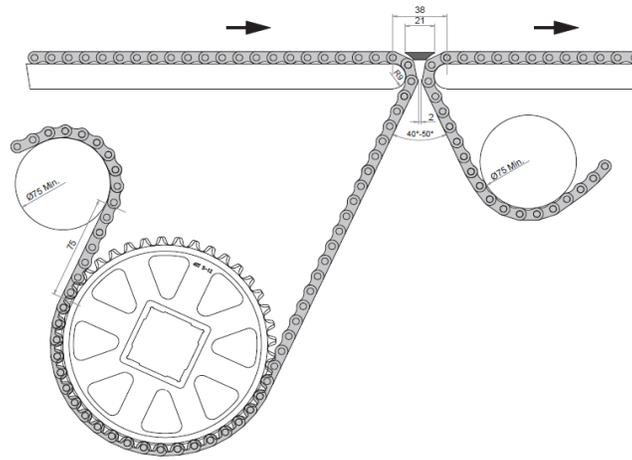


Figura 4-14. Esquema de la directriz de diseño para transportadores con capacidad de transferencia[14].

Basándose en la directriz de diseño de la Figura 4-14 y en las recomendaciones del dimensionamiento de los rodillos, engranajes, y superficies de apoyo sugeridos en los manuales de ingeniería, se propuso la siguiente directriz de diseño.

En la Figura 4-15 se puede observar la directriz de diseño propuesta para los transportadores de transferencia y carga, se visualiza la banda transportadora (1), la superficie de apoyo (2), las barras frontales para transferencia (3), los rodillos de apoyo (4) y el eje motriz (5).

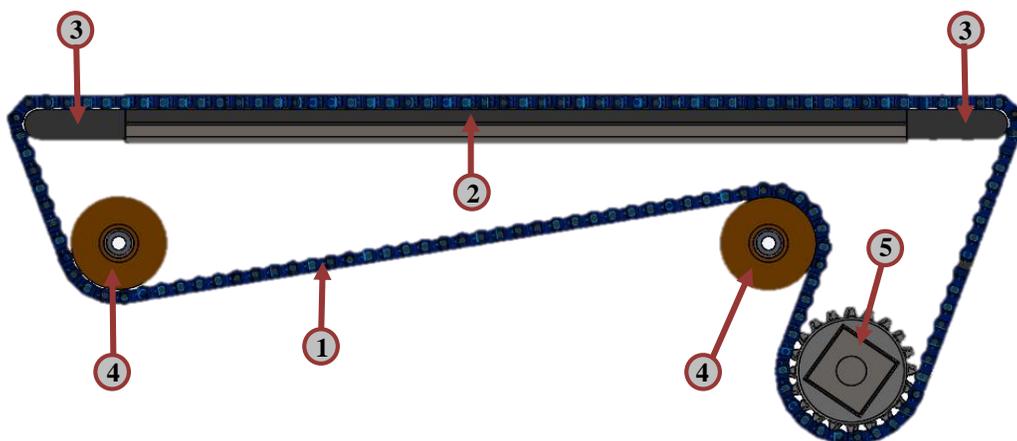


Figura 4-15. Directriz de diseño de los transportadores de transferencia y carga.

Superficie de apoyo de la banda transportadora

EL objetivo principal de la superficie de apoyo es proporcionar una superficie rodante de baja fricción y reducir el desgaste, tanto de la banda como de la estructura[12]. La superficie de apoyo puede ser de materiales como metal acero inoxidable, acero al carbono, acabado por laminado en frío, o de uno de los plásticos comúnmente usado como acetal, polietileno o UHMW.

En este caso para la superficie de apoyo se propusieron colocar pletinas de deslizamiento de UHMW, Eurobelt de acuerdo a la información que proporciona, por medio de una tabla (Tabla 4-10) sugiere que la cantidad de pletinas de deslizamiento sea de acuerdo al ancho de la banda.

Tabla 4-10. Cantidad de pletinas de deslizamiento de acuerdo a ancho de la banda[14].

Ancho nominal de la banda (mm)		Cantidad mínima de engranajes por eje	Cantidad mínima de pletinas de deslizamiento	
			Lado de carga	Retorno
50	75	1	2	2
100	225	3	2	2
250	375	5	3	2
400	525	7	4	3

De acuerdo a la tabla 4-10 y sabiendo que el ancho de los transportadores de carga y transferencia es de 150 mm se puede decir que el sistema necesita 2 pletinas de deslizamiento para el lado donde va la carga (la parte recta de la banda), en este caso que se utiliza la directriz de diseño para transferencia de producto no se necesita colocar pletinas de deslizamiento de retorno. Definido el número de pletinas de deslizamiento se buscó un tipo de pletinas laterales que se colocaran en los extremos de la banda y que aparte de funcionar como superficie de apoyo de la banda también cumplieran la función de mantener la alineación de la banda (Figura 4-16).

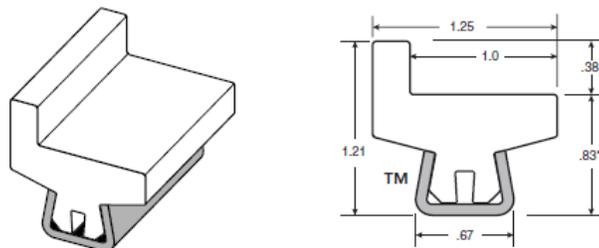


Figura 4-16. Plano que muestra el perfil de la pletina lateral de deslizamiento[15].

En la Figura 4-17 se puede observar a la superficie de apoyo para la banda, en los extremos se visualizan las barras frontales (1) y al centro las pletinas de deslizamiento laterales (2).



Figura 4-17. Superficie de apoyo de la banda transportadora.

Barras frontales para transferencia de producto

En las directrices de transferencia de producto normalmente se recomienda utilizar rodillos o barras frontales, en este caso el producto que se necesita transferir es de un tamaño pequeño por lo que se debe utilizar rodillos o barras con un diámetro muy pequeño, sin sobrepasar el diámetro mínimo que permite la banda. Para los transportadores de transferencia y carga se propuso utilizar barras frontales con un diámetro de 19 mm que se encuentra dentro los límites permitidos de la banda transportadora. Las barras frontales (1) se pueden observar en la Figura 4-17.

En la figura 4-18 se puede observar el uso de barras frontales para poder unir dos transportadores y realizar la transferencia de producto, la distancia entre los dos transportadores dependiendo el diámetro de las barras frontales varía entre 21 y 38 mm lo que permite usar pequeñas placas de transferencia por si el producto es muy pequeño.

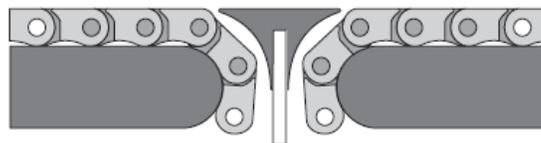


Figura 4-18. Diagrama que muestra el uso de barras frontales para la transferencia de producto[15].

Rodillos de apoyo

Existe una gran variedad de rodillos de apoyo para bandas transportadoras, en este caso se propuso colocar 4 rodillos para que funcionaran como apoyo en los extremos de la banda, así mismo estos rodillos funcionan como tensores, un conjunto de dos rodillos ayuda a tensar la banda para que haga buen contacto con el engranaje motriz y el otro conjunto de dos rodillos a ayuda a tensar la banda para mantener el ángulo con una de las barras frontales. En la Figura 4-19 se puede observar en color naranja a los rodillos y la forma en que se planteó colocarlos.

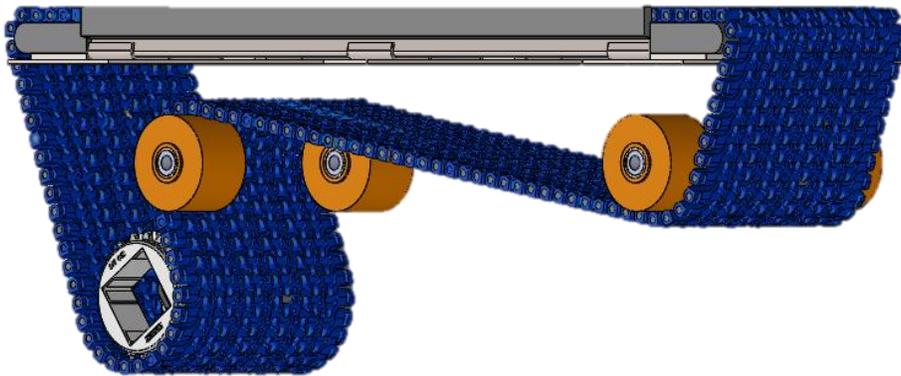


Figura 4-19. Dibujo CAD que muestra la posición de los Rodillos de apoyo en la directriz de diseño.

Las dimensiones del diámetro de los rodillos y de su ubicación fueron seleccionadas basándose en las dimensiones propuestas en la hoja de datos de la banda transportadora Eurobelt, dichas dimensiones se pueden observar en la figura 4-14 de la sección directriz de diseño.

Los rodillos elegidos están hecho con materiales de grado alimenticio, son resistentes a impactos y a diferentes productos químicos, además tienen características auto lubricantes. Estos rodillos tienen un buje integrado que les permite girar cuando la banda se está moviendo, tener este buje le da la opción a los rodillos de poder ser fijados fácilmente con la ayuda de un solo tornillo.

Engranaje Motriz

Antes de elegir un tipo de engranaje se debe determinar el número mínimo necesario de engranajes para el transportador, para ello se puede acudir a la tabla que proporciona Eurobelt (Tabla 4-10) o calcularlo mediante la siguiente formula[14]:

$$\text{Cantidad mínima de engranajes} = \frac{\text{Ancho de la banda (mm)}}{75 \text{ mm}}$$

La cantidad de engranajes siempre debe ser impar, para este caso se determinó que el eje motriz debe contener 3 engranajes.

Existen diferentes tipos de engranajes de acuerdo a cada banda transportadora, en este caso para la banda elegida lo que varía entre los diferentes tipos de engranajes es el número de dientes, el diámetro primitivo, el tipo de agujero correspondiente al eje motriz y el material de fabricación.

Para elegir el número de dientes el manual de ingeniería Intralox[12] sugiere basarse en dos aspectos, el primero es escoger el engranaje de acuerdo a las dimensiones del transportador, es decir, que el tamaño del engranaje sea congruente con el tamaño del transportador, el segundo aspecto es tomar en cuenta la acción poliédrica.

A medida que los módulos de la banda se engranan a su paso sobre los engranajes motores, se produce una pulsación en la velocidad lineal de la banda, esto es lo que se llama acción poliédrica, es decir, la elevación y caída de un módulo al girar alrededor de los engranajes, que produce una variación en el radio de la sección de banda que gira alrededor de la línea central de un eje[12]. Todas las bandas y cadenas accionadas por engranajes cuentan con esta característica. La variación en la velocidad es inversamente proporcional al número de dientes del engranaje.

En la gráfica mostrada en la Figura 4-20 se puede observar la variación de velocidad de acuerdo al número de dientes del engranaje.

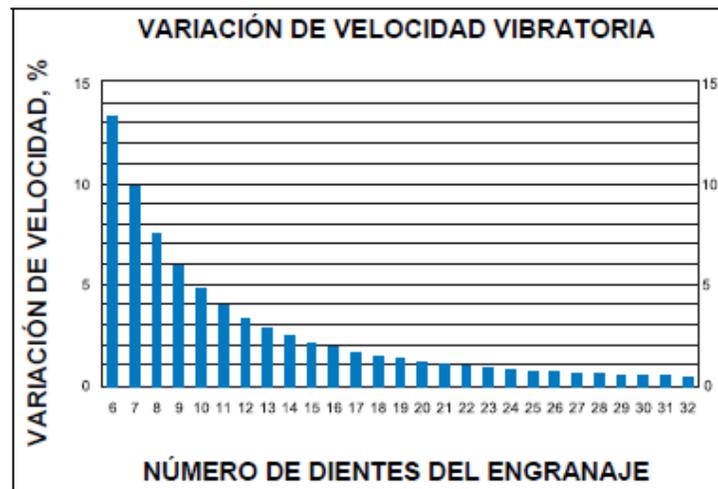


Figura 4-20. Gráfica de la variación de velocidad de acuerdo al número de dientes del engranaje del transportador[12].

De acuerdo con lo anterior se eligió un engranaje con 31 dientes, de agujero cuadrado de 40 mm y fabricado de polipropileno. En la Figura 4-21 se puede observar el engranaje elegido.

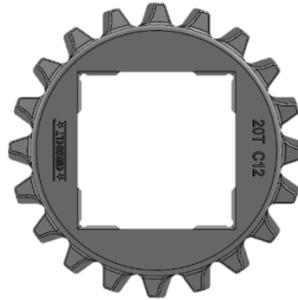


Figura 4-21. Dibujo CAD del engranaje del sistema[14].

Eje motriz

Para el diseño del eje motriz se tienen que tomar en cuenta las dimensiones del agujero del engranaje, el ancho de la banda, la cantidad de engranajes que llevara el eje, el ancho total del transportador y la distancia entre rodamientos. El diseño del eje inicialmente se debe hacer de acuerdo a las dimensiones antes mencionadas, una vez que se tenga un diseño previo hay que tomar en cuenta que los ejes motrices deben ser lo suficientemente rígidos para resistir la flexión o deflexión excesivas, originadas por la tracción de la banda y suficientemente fuertes para transmitir el par de torsión requerido, por lo tanto, se deben determinar la deflexión del eje motriz y el par de torsión[12]. En esta sección también se determinará la potencia necesaria para accionar la banda.

El eje en los extremos debe ser cilíndrico debido a que irá montado en rodamientos y en el centro debe ser cuadrado para poder montar los engranajes. De acuerdo con el engranaje elegido la sección cuadrada debe medir 40 mm de lado, para las secciones cilíndricas de los extremos del eje se propuso un diámetro de 20 mm.

Ahora hay que determinar la longitud de la sección cuadrada y las longitudes de los extremos cilíndricos. La longitud de la sección cuadrada se determinó en base al ancho de la banda y las dimensiones de los engranajes. La longitud de las partes cilíndricas se determinó en base al ancho total de los transportadores y las dimensiones de los rodamientos.

De esta manera quedo un eje motriz (ver Figura 4-22) con una sección cuadrada de 40 mm de lado y 140 mm de longitud. Los extremos cilíndricos quedaron con un diámetro de 20 mm, uno de los extremos con una longitud de 60mm y el otro extremo con una longitud de 90 mm, quedando así un eje con una longitud total de 290 mm. El eje está diseñado para ser fabricado en acero inoxidable AISI 304, esto debido a que es un material de grado alimenticio.



Figura 4-22. Dibujo CAD del eje motriz.

Teniendo las dimensiones del diseño del eje motriz ahora procede verificar la deflexión del eje motriz, el eje se flexiona bajo las cargas combinadas de la tracción ajustada de la banda y su propio peso, la carga total del eje, w , se obtiene de la siguiente manera[12]:

$$w = (ABP + Q) \times B$$

Donde:

Q = Peso del eje (kg/m).

B = Ancho de la banda (m).

Tabla 4-11. Datos para el cálculo de deflexión y par de torsión de el eje motriz[12].

EJE B DATOS	(Q) PESO DEL EJE, lb/pie (kg/m)			I MOMENTO DE INERCIA pulg. ⁴ (mm ⁴)
	ALUMINIO	ACERO AL CARBONO	Los engranajes bipartidos de ACERO INOXIDABLE	
5/8 PULG. CUADRADAS	0,46	1,33 ^a	1,33 ^a	0,013
1 PULG. CUADRADA	1,17 ^a	3,40 ^a	3,40 ^a	0,083
1,5 PULG. CUADRADAS	2,64 ^a	7,85 ^a	7,85 ^a	0,42
2,5 PULG. CUADRADAS	7,34	21,25 ^a	21,25 ^a	3,25
3,5 PULG. CUADRADAS	14,39	41,80 ^a	41,80	12,50
25 mm CUADRADOS	(1,899)	(4,920) ^b	(4,920) ^b	(32,550)
40 mm CUADRADOS	(4,335)	(12,55) ^b	(12,55) ^b	(213,300)
60 mm CUADRADOS	(10,05)	(29,11) ^b	(29,11) ^b	(1,080,000)
65 mm CUADRADOS	(11,79)	(34,16) ^b	(34,16) ^b	(1,487,800)
E MÓDULO DE ELASTICIDAD libras/pulg. ² (kg/mm ²)	10,000,000 (7000)	30,000,000 (21,100)	28,000,000 (19,700)	

De acuerdo a la tabla anterior (Tabla 4-11) se observa que el peso de un eje con las dimensiones planteadas y construido con acero inoxidable 304 es 12.55 kg/m y el ancho de la banda en los transportadores es 0.15 m.

Al calcular la carga total del eje se obtiene:

$$w_{Transferencia} = \left(4.5802 \frac{kg}{m} + 12.55 \frac{kg}{m} \right) \times 0.15 m = 2.5695 kg$$

$$w_{Carga} = \left(4.7317 \frac{kg}{m} + 12.55 \frac{kg}{m} \right) \times 0.15 m = 2.5922 kg$$

La deflexión del eje (D), se calcula mediante la siguiente formula[12]:

$$D = \frac{5}{385} \times w \times \frac{Ls^3}{E \times I}$$

Donde:

Ls = Largo del eje entre rodamientos (m).

E = Módulo de elasticidad del eje. (kg /mm²)

I = Momento de inercia del eje (mm⁴).

El largo del eje entre rodamientos es 192.7 mm, basándose en la Tabla 4-11 se puede deducir que el módulo de elasticidad (E) es igual a 19,700 kg/mm² y el momento de inercia (I) es igual a 213,300 mm⁴.

Por lo tanto:

$$D_{Transferencia} = \frac{5}{385} \times 2.5695 kg \times \frac{(192.7mm)^3}{19700 \frac{kg}{mm^2} \times 213,300 mm^4} = 5.64 \times 10^{-5} mm$$

$$D_{Carga} = \frac{5}{385} \times 2.5922 kg \times \frac{(192.7mm)^3}{19700 \frac{kg}{mm^2} \times 213,300 mm^4} = 5.69 \times 10^{-5} mm$$

De acuerdo con el manual Intralox para transportadores unidireccionales comunes, la deflexión máxima del eje debe ser 2.5 mm, comparándolo con los resultados para los dos transportadores podemos observar que el eje diseñado se mantiene muy por debajo de esta cantidad, por lo que el eje diseñado es apto para la aplicación.

Para comprobar que el diámetro de las partes cilíndricas del eje sean los correctos hay que calcular par de torsión el cual se puede obtener con la siguiente formula[12]:

$$T_o = ABP \times B \times \frac{PD}{2}$$

Donde:

B = Ancho de la banda (mm).

PD = El diámetro primitivo del engranaje (mm).

Por lo tanto:

$$T_{oTransferencia} = 4.5802 \frac{kg}{m} \times 0.15 m \times 59.305 mm = 40.7443 kg mm$$

$$T_{oCarga} = 4.7317 \frac{kg}{m} \times 0.15 m \times 59.305 mm = 42.0920 kg mm$$

El diámetro propuesto para las secciones cilíndricas del eje motriz es 20 mm, de acuerdo a los datos obtenidos del par de torsión podemos comparar con la Figura 4-22. Nos podemos dar cuenta que para un diámetro de 20 mm de un eje construido en acero inoxidable 304, el par máximo recomendado es aproximadamente 11,500 kg mm, por lo que con el diámetro propuesto estamos muy por debajo del par máximo recomendado.

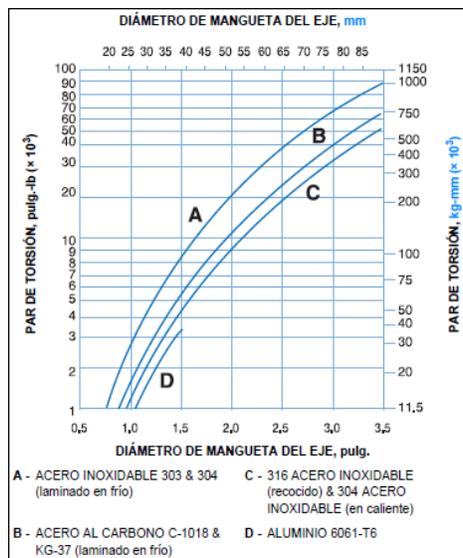


Figura 4-23. Grafica que muestra el par de torsión máximo recomendado en el eje motriz[12].

En esta sección también se calcula la potencia necesaria para accionar la banda, este dato se puede obtener de acuerdo a la siguiente formula[12]:

$$Potencia = \frac{ABP \times B \times V}{6.12}$$

Donde:

ABP = Ancho de la banda (kg/m).

B = Ancho de la banda (m).

V = Velocidad de la banda (m/min)

De acuerdo a lo anterior la potencia en watts necesaria para accionar la banda es:

$$Potencia_{Transferencia} = \frac{4.5802 \frac{kg}{m} \times 0.15m \times 33 m/min}{6.12} = 3.7045 W$$

$$Potencia_{Carga} = \frac{4.7317 \frac{kg}{m} \times 0.15m \times 8.4 m/min}{6.12} = 0.9741 W$$

Selección de rodamientos para eje motriz

Para la selección de rodamientos principalmente hay que basarse en los parámetros de la aplicación, en general estos pueden ser el espacio disponible, la capacidad de carga, las velocidades de rotación y las condiciones de funcionamiento[16].

Para iniciar la selección se buscaron rodamientos que cumplieran con los principales requerimientos de la aplicación, es decir, que estuvieran fabricados con materiales de grado alimenticio y que nos les afectaran los procesos de limpieza de la planta. En la búsqueda se encontró un catálogo de rodamientos de la marca Emerson para uso específicamente en transportadores[15], en este catálogo se incluyen rodamientos que están fabricados con materiales resistentes a detergentes y a distintos tipos de ácidos y aptos para poder trabajar con transportadores que manejan productos alimenticios.

Para continuar con la selección de rodamientos se buscó un rodamiento que cumpliera con los requerimientos del eje motriz, esto es, un diámetro de 20 mm, velocidades de rotación máximas superiores a la velocidad del eje y que soportaran las cargas radiales ejercidas.

El rodamiento seleccionado es de la marca Emerson, está fabricado de polipropileno y acero inoxidable 304, materiales de grado alimenticio. El rodamiento tiene una carcasa que es resistente a la corrosión, tienen buena resistencia a muchos productos químicos tales como agua, aceites, grasas, entre otros, además posee insertos pre-lubricados que ayudan a un bajo mantenimiento y a operar libre de problemas. El rodamiento que se lección viene montado en una chumacera de brida para 4 tornillos (ver Figura 4-23) debido a la forma en que será colocado.



Figura 4-24. Fotografía del rodamiento para eje motriz[15].

Sujeción de elementos de la estructura del transportador

Para poder unir y fijar los componentes de la estructura del transportador se diseñaron diferentes elementos de sujeción y también se seleccionaron algunos elementos comerciales, a continuación se describirán cada una de estas piezas y la función que cumplen en la estructura del transportador.

Para poder sujetar las pletinas de deslizamiento se seleccionaron unas abrazaderas especiales para rieles que funcionan como superficie de apoyo. Las abrazaderas se pueden observar en la Figura 4-24.

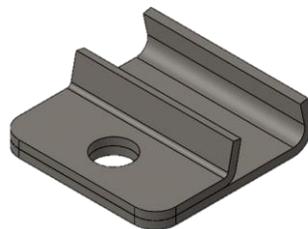


Figura 4-25. Dibujo CAD de la abrazadera para sujetar pletinas de deslizamiento[15].

Para poder fijar las abrazaderas junto con las pletinas de deslizamiento se diseñaron 2 placas de soporte, estas placas se observan la Figura 4-25, una de las placas diseñadas (1) se utiliza dos veces y se puede ver en los extremos de las pletinas de deslizamiento y la otra placa diseñada (2) se puede ver en el centro de las pletinas.



Figura 4-26. Dibujo CAD que muestra las placas de soporte para fijar elementos de superficie de apoyo de la banda transportadora.

Las placas de soporte de los extremos (1) que se observan en la Figura 4-25 también se utilizan para fijar las barras frontales del transportador, pero para que las barras frontales se posicionen al mismo nivel que las pletinas de deslizamiento se diseñó una placa niveladora.

En la Figura 4-26 se puede observar en la parte superior izquierda una de las barras frontales (1) colocada sobre una placa de soporte y una placa niveladora, en la parte inferior derecha se observa la placa niveladora (2) que va debajo de las barras frontales.



Figura 4-27. Dibujo CAD que muestra las placas de nivelación para fijar barras frontales.

Para poder sujetar los engranajes al eje motriz se seleccionaron unos anillos de retención para ejes cuadrados, el engranaje del centro se debe sujetar con 2 anillos de retención en sus lados y los engranajes de los extremos deben ir sin ningún tipo de sujeción para absorber las posibles dilataciones y contracciones de la banda[14]. En la Figura 4-26 se puede observar el eje motriz con los engranajes y los anillos de retención para sujetar el engranaje central.

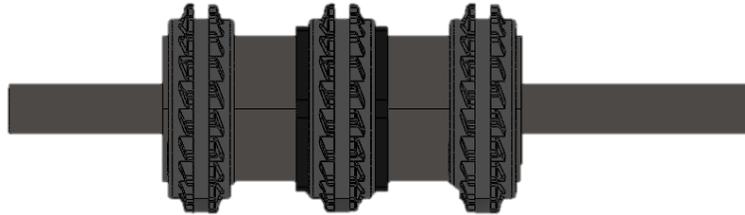


Figura 4-28. Dibujo CAD que muestra la sujeción de los engranajes al eje motriz.

La directriz de diseño del transportador que incluye la banda transportadora, la superficie de apoyo, las barras frontales de transferencia, los rodillos de apoyo, el eje motriz y los elementos de sujeción de estos debe quedar como se muestra en la Figura 4-29.

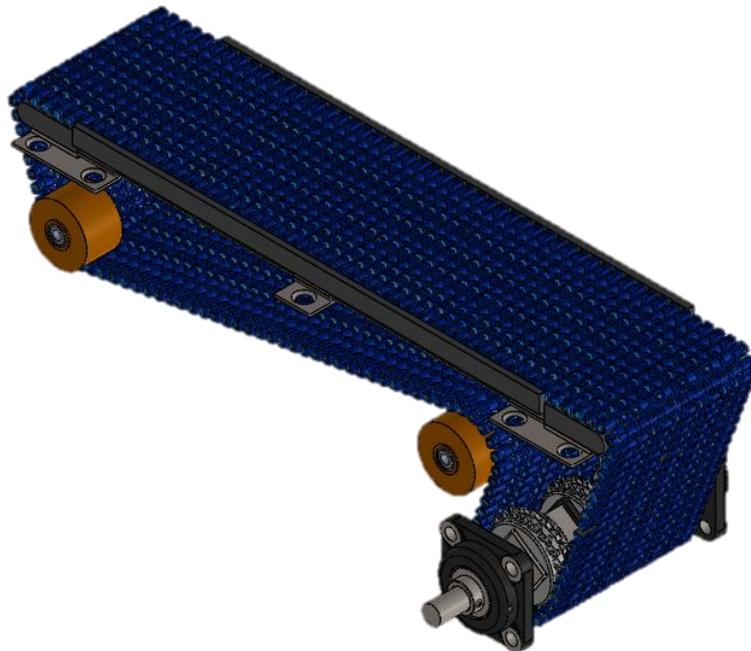


Figura 4-29. Dibujo CAD que muestra la directriz de diseño con sus componentes y elementos de sujeción.

Para poder fijar todos los elementos de la directriz de diseño del transportador se diseñaron dos placas laterales que se pueden visualizar en la Figura 4-30.

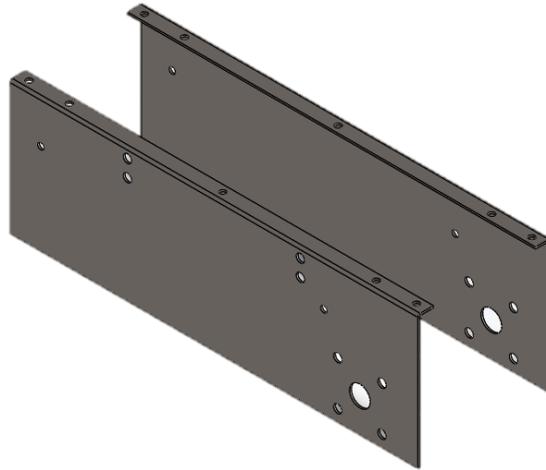


Figura 4-30. Dibujo CAD que muestra las placas laterales de la estructura del transportador.

Accesorios

Como accesorios extra a la estructura del transportador, se agregaron a los transportadores de transferencia y carga unos rieles guía con rodillos como el de la Figura 4-31, estos para poder mantener a las barras alimenticias dentro de la banda transportadora.



Figura 4-31. Dibujo CAD que muestra un riel guía con rodillos[15].

El riel guía mostrado en la Figura 4-31 va fijado a las placas laterales, para poder fijarlo se seleccionaron unas escuadras especiales (ver Figura 4-32) con correderas que permiten ajustar la posición horizontal y vertical.



Figura 4-32. Dibujo CAD de escuadra para fijar riel guía[15].

El diseño de la estructura del transportador de transferencia se puede observar en la Figura 4-33, se puede ver que para este transportador solo se agregó un riel guía de rodillos en uno de los costados, esto debido a que el otro costado debe quedar libre para poder recibir la hilera de barras del transportador de alimentación.

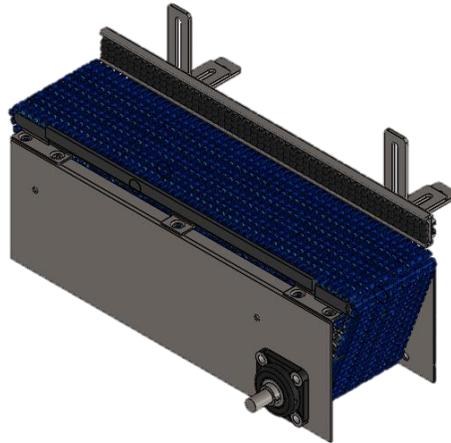


Figura 4-33. Dibujo CAD de la estructura del transportador de transferencia.

El diseño de la estructura del transportador de carga se puede observar en la Figura 4-34, se puede ver que para este transportador se agregó un riel guía de rodillos en cada uno de los costados, estos rieles servirán para que las barras alimenticias se mantengan en todo momento en la banda transportadora, los rieles se pueden ajustar de manera vertical y horizontal para acomodarse con respecto a la banda transportadora y al tamaño de las barras alimenticias.

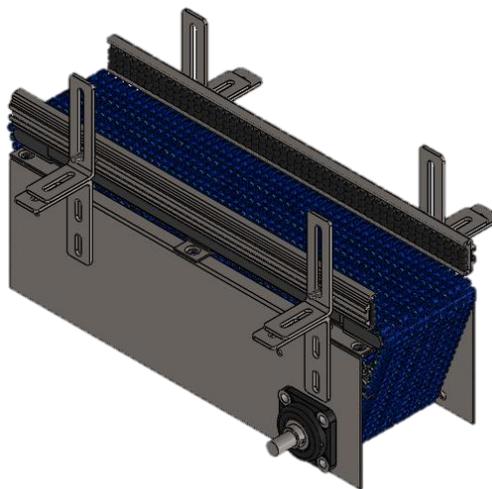


Figura 4-34. Dibujo CAD de la estructura del transportador de carga.

4.6.4 Estructura de soporte de los transportadores

Para soportar la estructura del transportador de transferencia y la estructura del transportador de carga se diseñaron dos estructuras de soporte. Los diseños de estas estructuras fueron basados en las estructuras de los transportadores existentes en la planta, los cuales están contruidos con perfiles tubulares cuadrados de acero.

Para este caso se propuso realizar la estructura con perfiles tubulares cuadrados de acero inoxidable de 2 in de lado y 0.065 in de espesor y realizar la unión estos perfiles es por medio de soldadura. La estructura de soporte propuesta es similar para los 2 transportadores, se puede observar en la Figura 4-35.

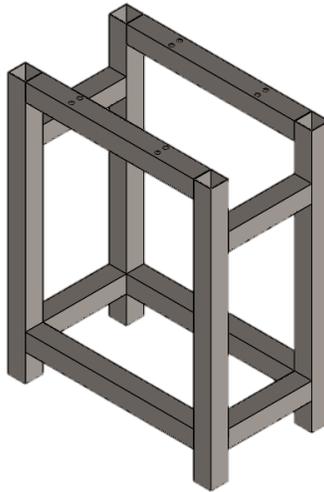


Figura 4-35. Dibujo CAD de la estructura de soporte propuesta para los transportadores de transferencia y carga.

La altura de la estructura de soporte debe de ser ajustable para poder nivelar el transportador de transferencia con el transportador de alimentación y el transportador de carga con la línea de empaclado, para ello se propuso colocar niveladores con orificio de montaje (ver Figura 4-36) en los 4 extremos de la estructura que tienen contacto con el suelo.



Figura 4-36. Dibujo CAD del dispositivo nivelador con orificio de montaje[15].

Los orificios de montaje servirán para que una vez que quede nivelado el transportador este pueda ser fijado al suelo y se eviten desplazamientos inesperados.

Para poder unir los niveladores a la estructura de soporte se seleccionaron tapas para los tubulares elegidos, estas tapas cuentan con orificios roscados, lo que permite la unión del tubular y del nivelador, el ensamble de los elementos se puede observar en la Figura 4-37.



Figura 4-37. Dibujo CAD que muestra el ensamble de perfiles estructurales con tapas y niveladores.

Para poder fijar los transportadores de carga y transferencia a las estructuras de soporte se propusieron unas escuadras de acero inoxidable las cuales se visualizan en la Figura 4-38.

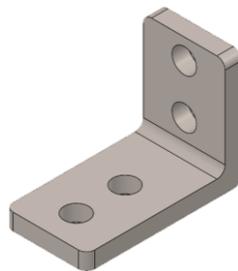


Figura 4-38. Dibujo CAD de escuadra de fijación para los transportadores y la estructura de soporte.

4.6.5 Dibujo CAD de los transportadores

El dibujo CAD del diseño final del transportador de transferencia se puede observar en la Figura 4-39, en dicha figura se visualiza la estructura del transportador y la estructura de soporte con sus respectivos elementos cada una.



Figura 4-39. Dibujo CAD del transportador de transferencia.

El dibujo CAD del diseño final del transportador de carga se puede observar en la Figura 4-40, en dicha figura se visualiza la estructura del transportador y la estructura de soporte con sus respectivos elementos cada una.



Figura 4-40. Dibujo CAD del transportador de carga.

El dibujo CAD del sistema diseñado acoplado al sistema actual de la planta se puede observar en la Figura 4-41, en dicha figura se visualiza el transportador de alimentación, el transportador de transferencia, el transportador de carga y la línea de empaclado.

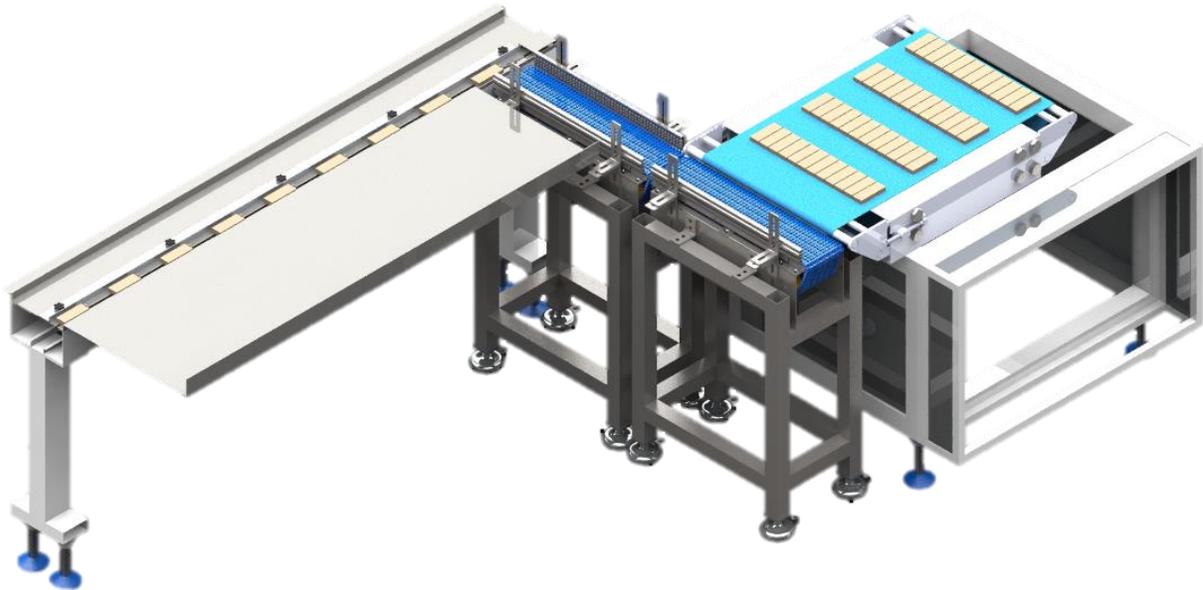


Figura 4-41. Diseño CAD del sistema mecánico de distribución de barras alimenticias.

4.6.6 Planos del diseño

Los planos de fabricación y ensamble de los transportadores de transferencia y carga e se pueden observar en el apéndice A y apéndice B respectivamente. En los planos de fabricación se encuentran las dimensiones y las características de los elementos que se tienen que manufacturar y en los planos de ensamble se muestra el armado de cada uno de los transportadores y un listado de los elementos comerciales propuestos.

Cabe mencionar que para ambos casos en los planos no se especifican las tolerancias a considerar para el correcto ensamble de todos los elementos que componen a cada trasportador, esto debido a que los elementos comerciales que se proponen aún no se están tomando como los definitivos a usar si el sistema es implementado, en el momento que los elementos comerciales a emplear sean definidos completamente se podrán especificar las tolerancias para que durante las construcción del sistema las piezas ensamblen correctamente.

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En base a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos de este proyecto se puede decir que:

- Se evaluó el sistema actual de la planta ExpoFood para identificar la problemática existente originada debido a que el proceso de carga de barras a la línea de empaquetado no está automatizado, esto originó la generación de diferentes propuestas de solución.
- Se desarrolló el diseño detallado de un sistema de distribución de barras alimenticias de acuerdo a los requisitos solicitados por el cliente y las especificaciones técnicas de la línea de producción de la planta.
- Se generó la documentación necesaria para poder realizar la compra de elementos comerciales, fabricación de elementos diseñados y posteriormente la construcción e implementación del sistema en una de las líneas de producción de la empresa ExpoFood.
- El sistema diseñado al ser implementado por la empresa ExpoFood brindaría una buena alternativa para solucionar la problemática identificada, además sería una ventaja que ayudaría a la empresa a participar en mercados más competitivos.

A partir del diseño realizado y la documentación generada para la implementación del sistema se proponen algunos trabajos futuros:

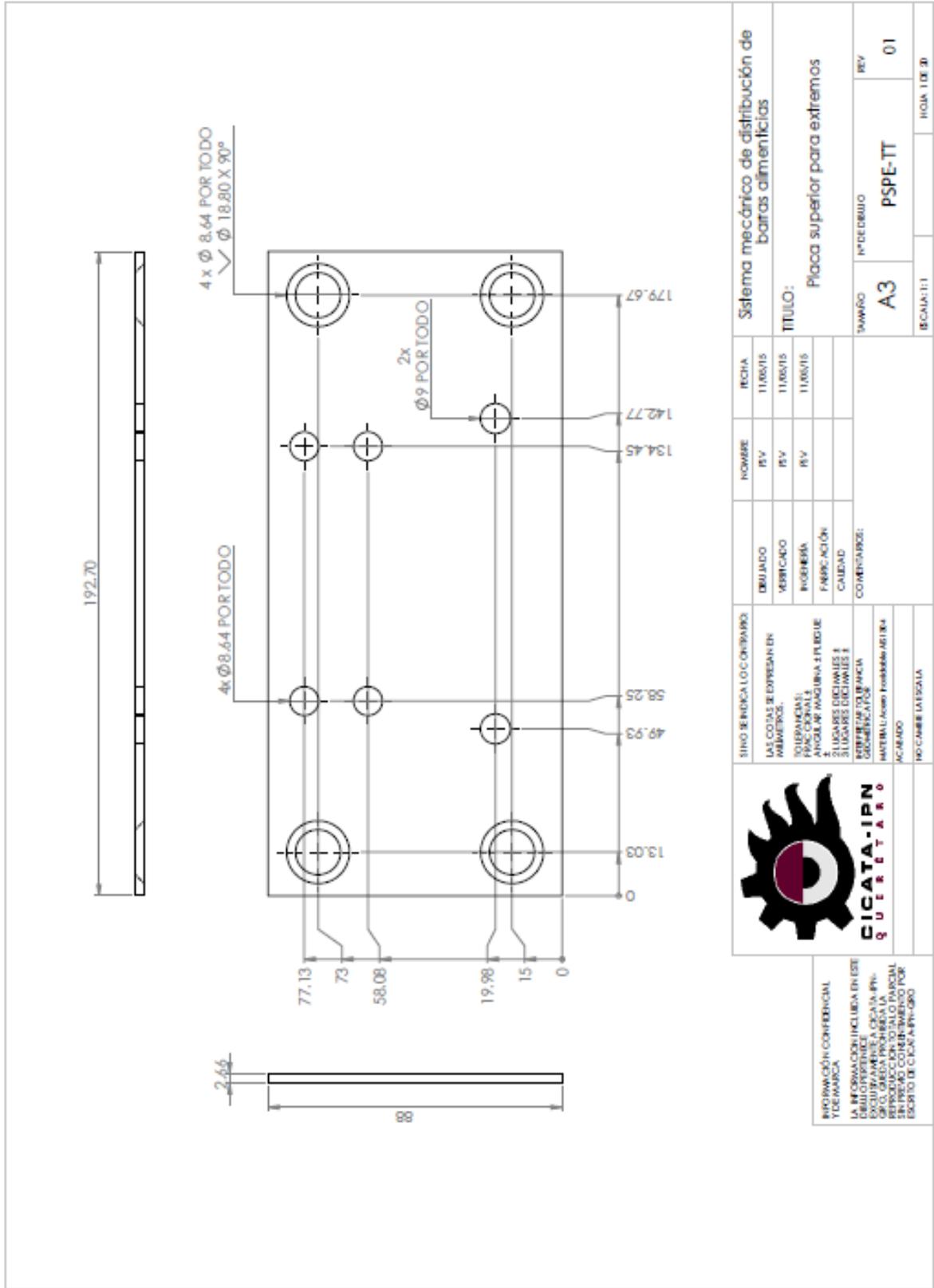
- Realizar una simulación del funcionamiento del sistema antes de implementarlo en la planta.
- De acuerdo a los resultados de la simulación realizar una optimización del diseño si es necesaria.
- Realizar la compra y fabricación de elementos para la construcción del sistema.
- Realizar la construcción del sistema de acuerdo a la documentación de diseño generada.
- Implementar el sistema en la planta y realizar pruebas de funcionamiento.
- De acuerdo a las pruebas de funcionamiento realizar ajustes en el sistema si son necesarios.
- Implementar el sistema de distribución de barras alimenticias en todas las líneas de producción con las que cuenta la planta.

REFERENCIAS

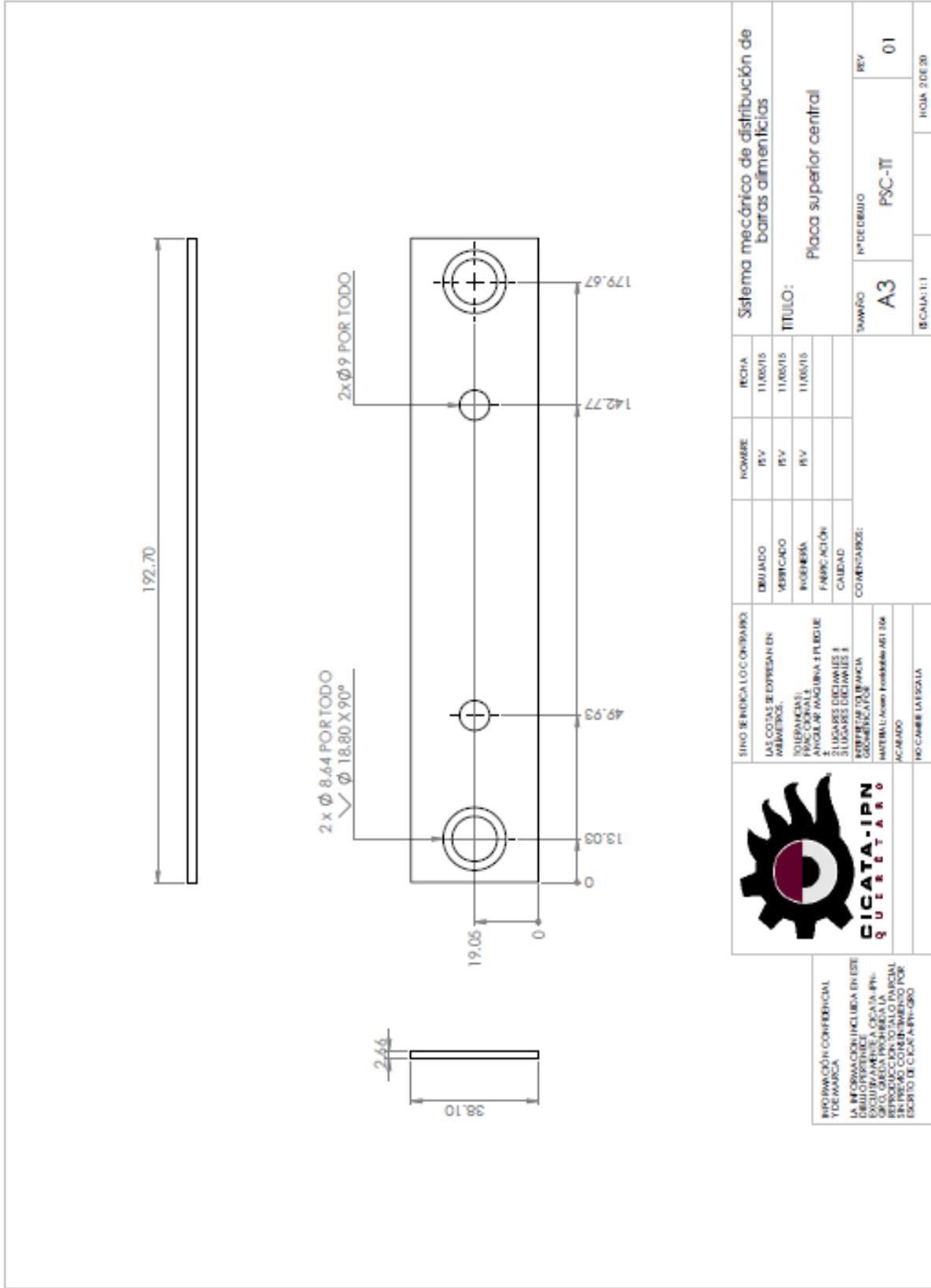
- [1] Bosch Packaging Technology, “Transver SPD,” 2014. [Online]. Available: http://www.boschpackaging.com/doboy/eng/pdf/Bosch-Transver-SDP_PDS_en.pdf.
- [2] Record Packaging Machinery, “Flowangle feeding system,” 2014. [Online]. Available: <http://www.record.it/packaging-machines-and-equipments/automatic-feeders/flowangle-en-gb/>.
- [3] Bosch Packaging Technology, “Module++ Automating your line has never been easier,” 2010. [Online]. Available: <http://www.boschpackaging.com/doboy/eng/pdf/Bosch-ModuleHorizontal-Robotics.pdf>.
- [4] Bosch Packaging Technology, “Paloma packaging technology, Delta Robot automation for primary and secondary packaging,” 2014. [Online]. Available: <http://www.boschpackaging.com/en/pa/products/industries/pd/product-detail/paloma-d2-12225.php?ind=1678&mt=14030&tg=17538>.
- [5] Bosch Packaging Technology, “Automated Product Handling Delta Robot Delfi 1R , 2R or 3R,” 2014. [Online]. Available: http://www.boschpackaging.com/extranet/media/pdf/PACD_Delfi_3R_en.pdf.
- [6] C. Headquarters, “Talon™ Pick and Place Packaging Systems,” *JLS*, 2013. [Online]. Available: <http://www.jlsautomation.com/automated-food-packaging/talon-packaging-systems.php>.
- [7] P. Costas Comesaña, *Montaje e instalación de sistemas de transporte por cinta continua*. Ideaspropias Editorial S.L, 2004.
- [8] J. A. Platas García, *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones*. Grupo Editorial Patria, 2014.
- [9] E. Conveyors, “EMCS head drive modular chain system,” 2013. [Online]. Available: <http://www.easy-conveyors.com/images/pdf/catalogue/EMCS/EMCS-HEADDRIVE.pdf>.
- [10] Habasit service media, “Directrices Técnicas HabasitLINK® – Bandas Modulares Habasit – Solutions in motion,” no. 6002, pp. 6–15, 2012.
- [11] Habasit service media, “HabasitLINK® Plastic Modular Belts Engineering Guide,” no. 6031, p. 42, 2012.
- [12] Intralox, “Manual de ingeniería de las bandas transportadoras,” pp. 3–32, 2013.
- [13] Eurobelt bandas transportadoras, “Eurobelt materiales y datos técnicos,” pp. 2–13, 2015.

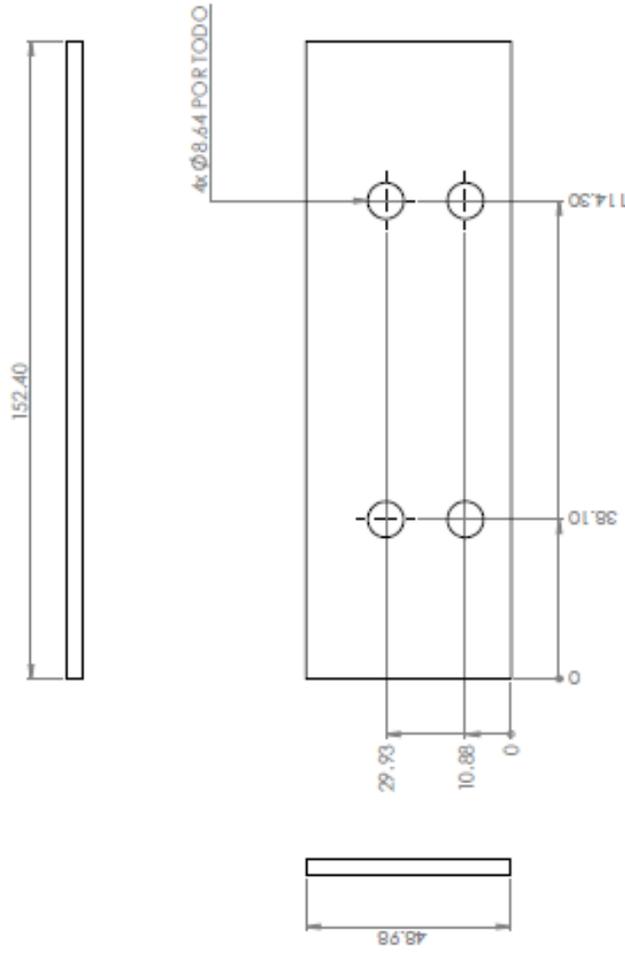
- [14] Eurobelt bandas transportadoras, “Datos técnicos de banda transportadoras serie C12,” Valladolid - Spain, pp. 1–7, 2012.
- [15] Emerson System Plast, “Conveyor components, chain, Belts, and bearings,” USA, p. 484, 2012.
- [16] Robert L. Mott, *Diseño de elementos de máquinas*. Pearson Educación, 2006.
- [17] Habasit service media, “HabasitLINK ® Plastic Modular Belts Product Guide Habasit – Solutions in motion,” no. 4178, p. 179, 2012.

**APENDICE A. PLANOS TRANSPORTADOR DE
TRANSFERENCIA**

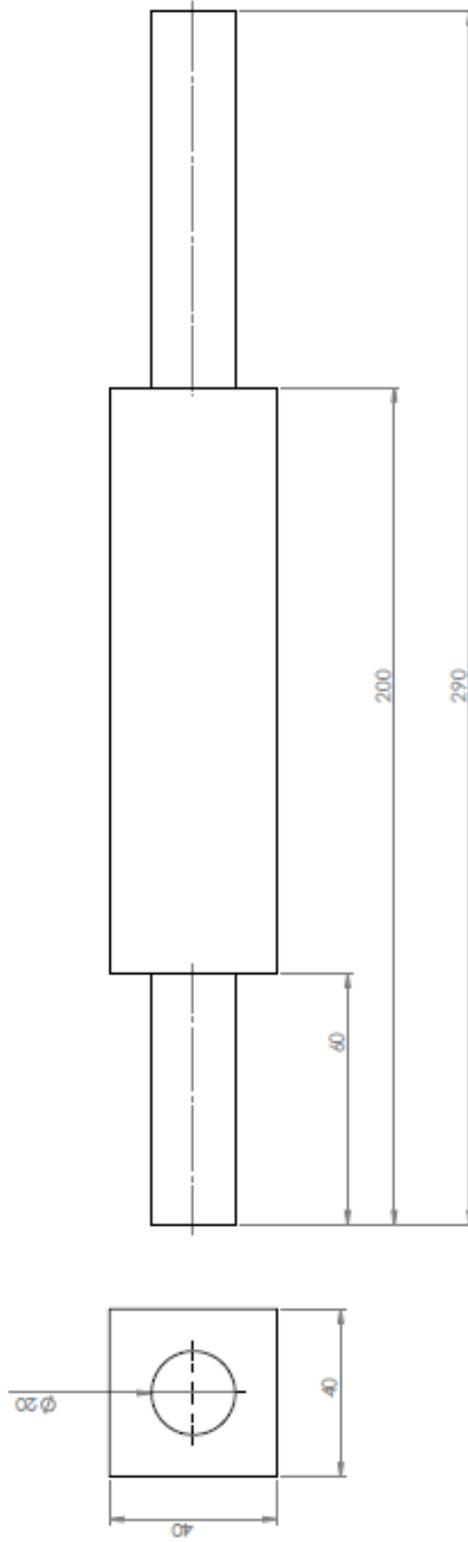


	INFORMACIÓN CONFIDENCIAL LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DISEÑO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN. QUITO CUALQUIER TIPO DE MARCA EN ESTE DISEÑO CONSERVAREMOS LOS DERECHOS DE CICATA-IPN-GRUPO.		SISTEMA MECÁNICO DE DISTRIBUCIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS		FECHA 11/05/15
	SINO SE INDICA LO CONTRARIO, LAS COTAS SE EXPRESAN EN MIMETROS. TOLERANCIAS: +0.05/0.00 PARA COTAS DE 0 A 10 +0.03/0.00 PARA COTAS DE 10 A 30 +0.02/0.00 PARA COTAS DE 30 A 100 +0.01/0.00 PARA COTAS DE 100 A 300 +0.005/0.00 PARA COTAS DE 300 A 1000		TÍTULO: Placa superior para extremos		NOMBRE REV 11/05/15 REV 11/05/15 REV 11/05/15
	MATERIAL: Acero inoxidable A316 ACABADO:		COMERCIO: DIBUJADO VERIFICADO INGENIERIA FABRICACIÓN CAMBIO		TAMAÑO A3
NO CAMBIE LA ESCALA			N° DE DISEÑO PSPE-IT		REV 01
			ESCALA: 1:1		HOJA 1 DE 3

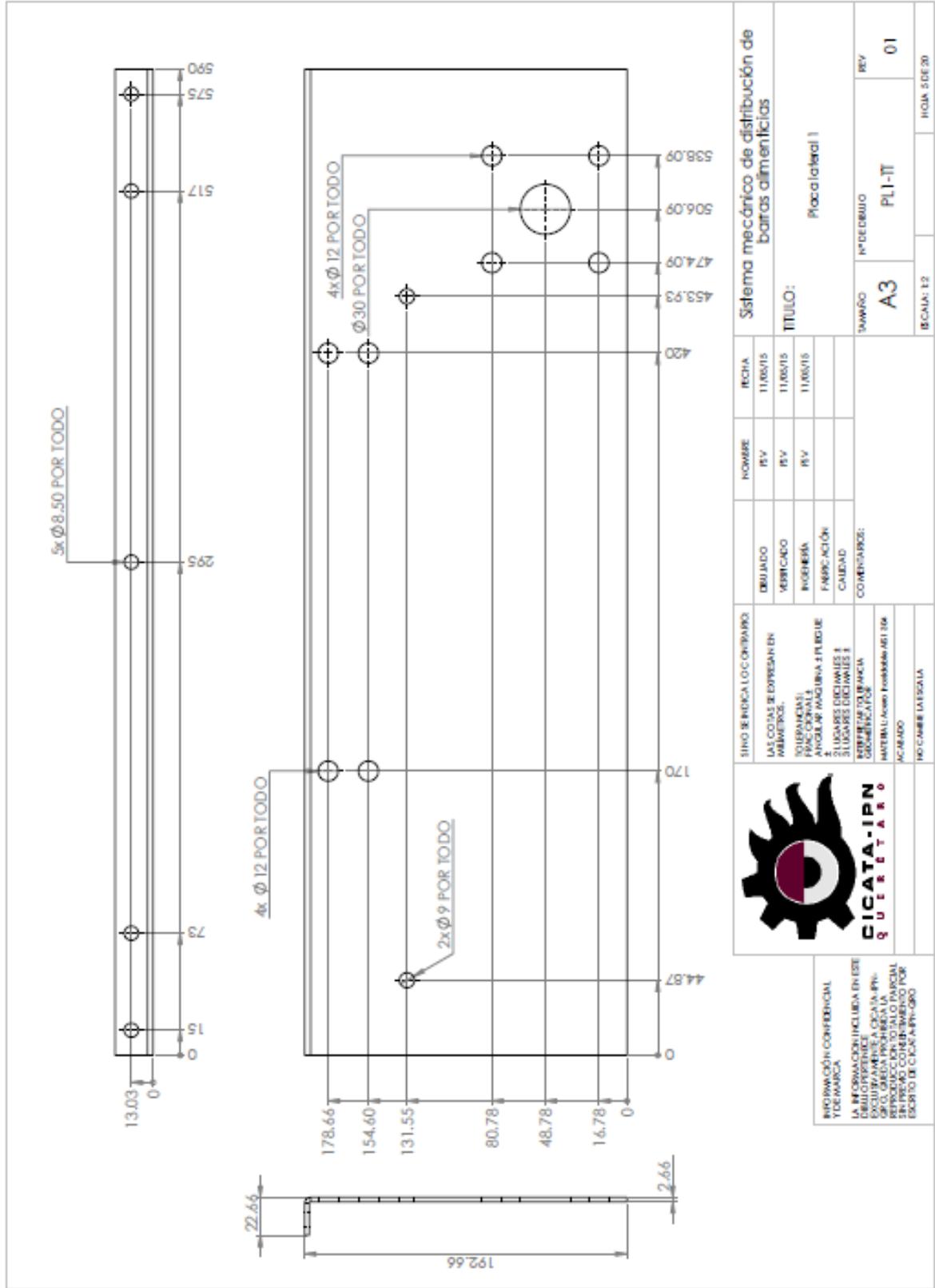




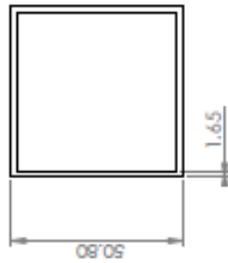
 CICATA-IPN Q U E T A R O	SINO SE INDICA LO CONTRARIO LAS COALES SE EXPRESAN EN MEMBRAS.		DEBIDO VERIFICADO	NOBRE RVV	FECHA 11/05/15	Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias	
	TOLERANCIAS: 1. ANGULO: ±0.10 2. LUGARES DICHA MUESTRAS ±0.10 3. LUGARES DICHA MUESTRAS ±0.10 4. LUGARES DICHA MUESTRAS ±0.10		INGENIERIA FABRICACIÓN	RVV	11/05/15	TITULO: Placa niveladora para barras frontales	
INFORMACIÓN CONFIDENCIAL Y DE MARCA LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DISEÑO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN. Queda prohibida la copia, reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento por escrito de CICATA-IPN-GRUPO.		REPRESENTACIÓN GEOMETRICAL ACABADO	COMENTARIOS:		FORMATO A3	Nº DE DISEÑO PNP-BF-TT	REV 01
NO CUMPLE LA ESCALA		ACABADO		ESCALA: 1:1		HOJA: 3 DE 30	



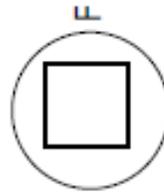
	TIPO DE BICHA LO CONTRIBUIDOR: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MIMETROS. TOLERANCIAS: 1. PARA COTAS DE 1 A 100: ± 0.15 2. PARA COTAS DE 100 A 1000: ± 0.25 3. PARA COTAS DE 1000 A 10000: ± 0.40 4. PARA COTAS DE 10000 A 100000: ± 0.60 5. PARA COTAS DE 100000 A 1000000: ± 1.00 6. PARA COTAS DE 1000000 A 10000000: ± 1.50 7. PARA COTAS DE 10000000 A 100000000: ± 2.00 8. PARA COTAS DE 100000000 A 1000000000: ± 3.00 9. PARA COTAS DE 1000000000 A 10000000000: ± 4.00 10. PARA COTAS DE 10000000000 A 100000000000: ± 5.00 11. PARA COTAS DE 100000000000 A 1000000000000: ± 6.00 12. PARA COTAS DE 1000000000000 A 10000000000000: ± 7.00 13. PARA COTAS DE 10000000000000 A 100000000000000: ± 8.00 14. PARA COTAS DE 100000000000000 A 1000000000000000: ± 9.00 15. PARA COTAS DE 1000000000000000 A 10000000000000000: ± 10.00	DIBUJADO: VERIFICADO: INGENIERIA: FABRICACIÓN: CALIDAD: COMENTARIOS:	NOMBRE: REV: NOMBRE: REV: NOMBRE: REV:	FECHA: 11/05/15 11/05/15 11/05/15	SISTEMA MECÁNICO DE DISTRIBUCIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS
	INFORMACIÓN CONFIDENCIAL Y DE MARCA. LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE A CICATA-IPN- Q U E R E T A R O Y NO DEBE SER REPRODUCIDA, DISTRIBUIDA, COPIADA, NI PRECISO, COMENTARIO POR ESCRITO DE CICATA-IPN-QRO.	MATERIAL: Acero Inoxidable A316 ACABADO: NO CHIBEE LATERAL	TÍTULO: Eje moltriz	TAMAÑO: A3	N° DE DIBUJO: EM-IT
ESCALA: 1:1		HOJA: 4 DE 30			



		SINO DE INDICAR LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MIMETROS. TOLERANCIAS: FRACCIONALES: ± 0.05 ANGULO DE INCLINACION EN GRADOS: ± 0.5 3 LUGARES DECIMALES: ± 0.005		DIBUJADO: VERIFICADO: INGENIERIA: FABRICACION: CALIDAD: COMENTARIOS:	NOMBRE: REV: REV: REV:	FECHA: 11/05/15 11/05/15 11/05/15	Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias	
INFORMACION CONFIDENCIAL Y DE MARCA. LA INFORMACION INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE A CICATA-IPN. EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN. QUILLO, QUITO, PROHIBIDA LA REPRODUCCION O DISTRIBUCION DE ESTE DIBUJO SIN EL PRECIO COMITADO POR ESCRITO DE CICATA-IPN-GRUPO.		MATERIAL: Acero Inoxidable AISI 304 ACABADO: NO CAMBIE LATERALIA		TAMAÑO: A3	Nº DE DIBUJO: PLI-IT	REV: 01	TITULO: Placa lateral I	
				ESCALA: 1:2		HOJA 5 DE 20		



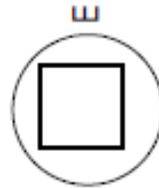
DETALLE F
ESCALA 2 : 2.5



	INDICACIÓN CONFIDENCIAL LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE EXCLUSIVAMENTE PARA EL USUARIO DEL SERVICIO. QUESA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN O USO DE CUALQUIER PARTE DEL DISEÑO SIN EL ESCRITO DE CICATA-IPN-QRO.				SINO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE ENTENDEN EN MILIMETROS. TOLERANCIAS: FRONTAL: ±0.15 ANGULAR: MAGNITUD ± 15 GRADOS 3 LUGARES DECIMALES ± 0.05	DEBILITADO VERIFICADO INGENIERIA FABRICACIÓN CALIDAD COMENTARIOS:	NOMBRE REV REV REV	FECHA 11/05/15 11/05/15 11/05/15	Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias	
	MATERIAL: Acero inoxidable AISI 304 ACABADO:			TAMAÑO A3	N° DE DIBUJO PES1-IT	REV 01	ESCALA: 1:25	HOJA: 7 DE 20		

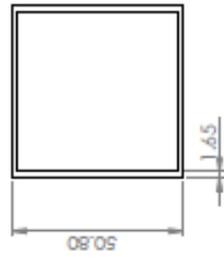


DETALLE E
ESCALA 2 : 2.5

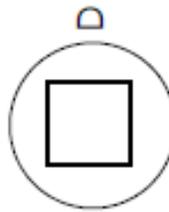


INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO ES PROPRIEDAD EXCLUSIVA DE CICALTA-IPN. Queda prohibida la reproducción o el uso no autorizado sin el consentimiento escrito de CICALTA-IPN-GRO.

	SINU SE INDICA LOC ORVARO LAS COTAS SE ENTREGAN EN MIMETICO.		NOMBRE REV REV REV	FECHA 11/05/15 11/05/15 11/05/15	Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias	
	TOLERANCIAS: PRAC: 0.05/0.1 ANGULAR: 0.05/0.1 2 LUGARES DECIMALES ± 3 LUGARES DECIMALES ±				TITULO: Perfil para estructura de soporte 2	
MATERIA: Acero Forjado AISI 304 ACABADO NO CAMBIE LA ESCALA		COMENTARIOS: BOBINA DE SOLDADURA GOMIFICACION		ESCALA: 1:2.5		HOJA 0 DE 20



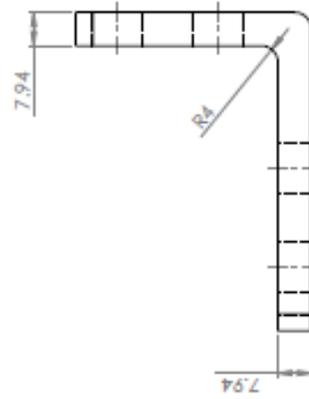
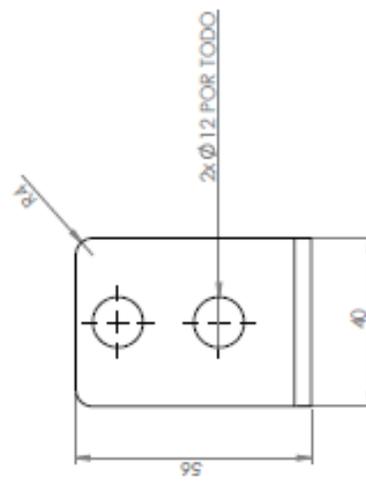
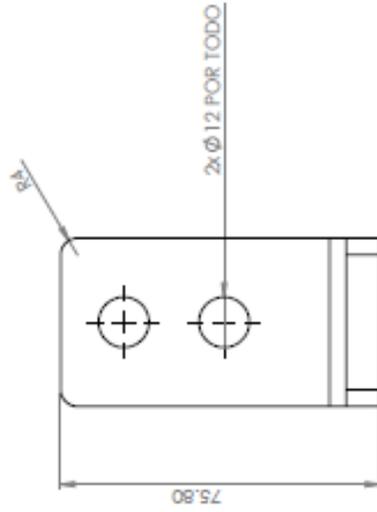
DETALLE D
ESCALA 2 : 2.5



INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
Y DE MARCA

LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE
DISEÑO TÉCNICO ES PROPIEDAD
EXCLUSIVA DE LA CICATA-IPN.
CICATA-IPN Q U E T E T A R O
SE PROHÍBE REPRODUCIR, COPIAR,
DISTRIBUIR, O USAR ESTE DISEÑO
SIN EL PRECIO COMERCIAL POR
ESCRITO DE CICATA-IPN-ORQ

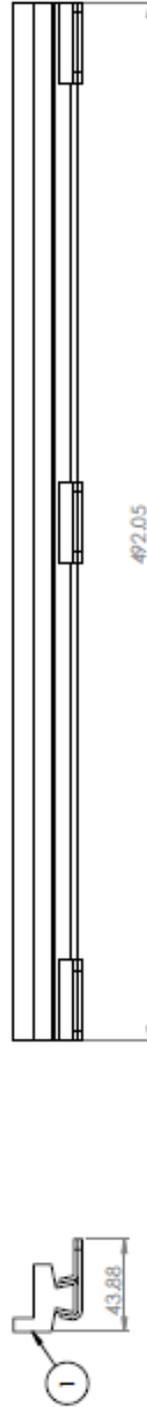
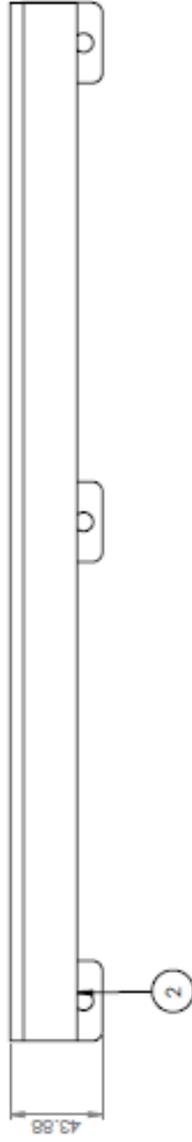
SISTEMA MECÁNICO DE DISTRIBUCIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS		FECHA	11/05/15
TÍTULO: Perfil para estructura de soporte 4		NOMBRE	REV
COMENTARIOS:		DEBIDO	REV
ACABADO		VERIFICADO	REV
NO CAMBIE LA ESCALA		INGENIERA	REV
NO CAMBIE LA ESCALA		FABRICACIÓN	
NO CAMBIE LA ESCALA		CALEIDAD	
NO CAMBIE LA ESCALA		TAMAYO	Nº DE DIBUJO
NO CAMBIE LA ESCALA		ESCALA: 1:2.5	REV
NO CAMBIE LA ESCALA			01
NO CAMBIE LA ESCALA			HOJA 10 DE 20



INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
 LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE
 DOCUMENTO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN.
 Queda prohibida la reproducción
 o el uso no autorizado, en todo o en parte,
 sin el consentimiento escrito de CICATA-IPN-ORIO.

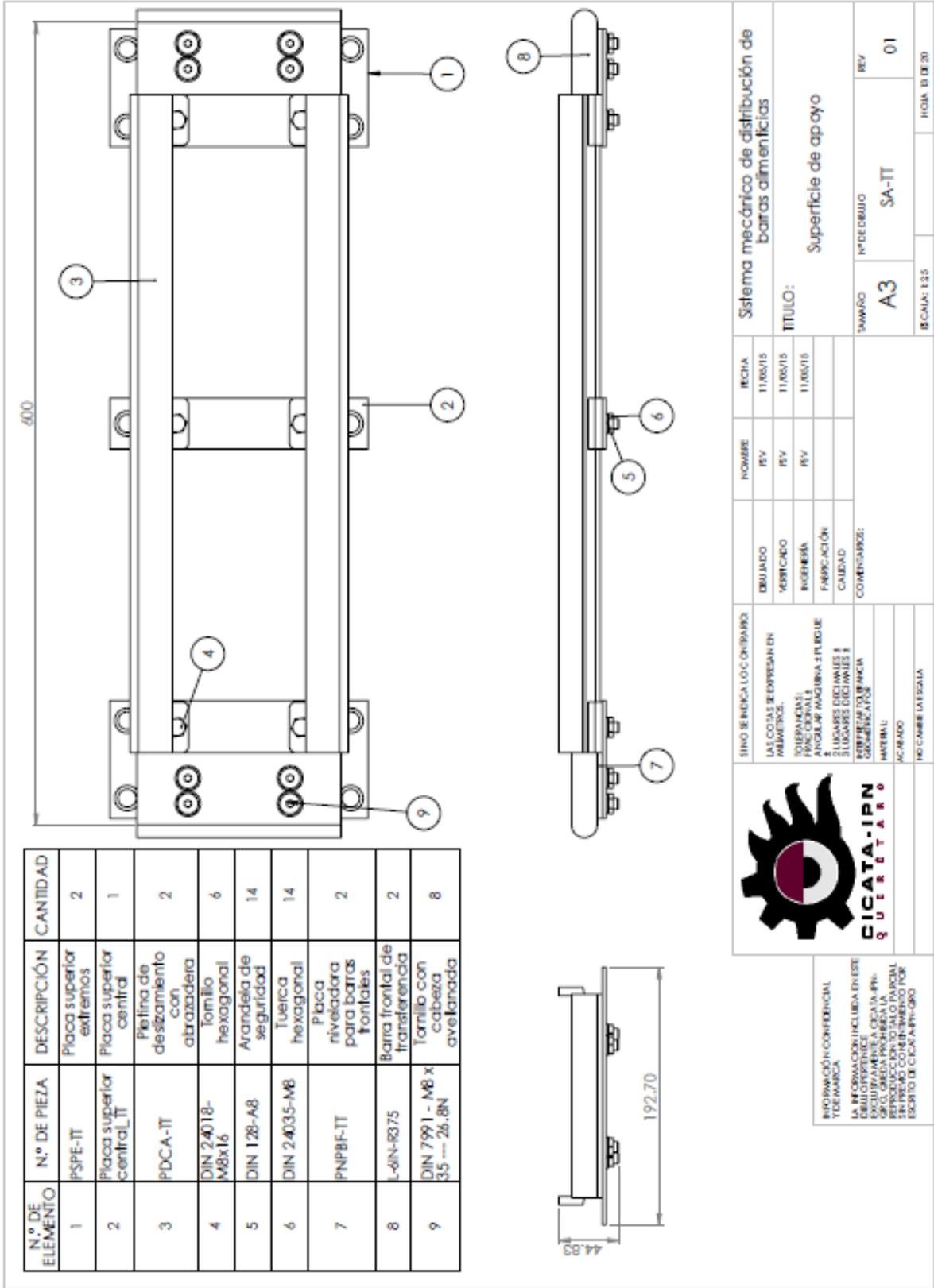
SISTEMA MECÁNICO DE DISTRIBUCIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS TÍTULO: Escuadra de sujeción		FECHA: 11/06/15 NOMBRE: REV. DEBILADO: REV. VERIFICADO: REV. INGENIERA: REV. FABRICACIÓN: REV. CAUDAD: REV. COMENTARIOS:	TAMAÑO: A3 N° DE DIBUJO: ES-IT REV: 01	ESCALA: 1:1 HOJA 11 DE 30
SINHO DE INDICA LOCALIZANDO: LAS COSAS DE ENTREGAR EN MATERIAL: 1. SOLERANCIAS; 2. AVIGLAR MAQUINA E TUBULE; 3. LIGAROS DECIMALES I; 4. SOBRENUEVA MAQUINA; 5. SOBRENUEVA MAQUINA		MATERIAL: Acero Forjado AISI 104 ACABADO:		
		INFORMACIÓN CONFIDENCIAL LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DOCUMENTO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN. Queda prohibida la reproducción o el uso no autorizado, en todo o en parte, sin el consentimiento escrito de CICATA-IPN-ORIO.		

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	VG-SSLS1.0x38-1.2	Pielina de deslizamiento	1
2	VG-012-01	Abrazadera para pielina de deslizamiento	3



INFORMACIÓN CONFIDENCIAL Y DE MARCA
 LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DISEÑO PERTENECE A CICATA-IPN. EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN. SE PROHÍBE SU REPRODUCCIÓN O USO PARCIAL SIN PREVIO CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE CICATA-IPN-ORO

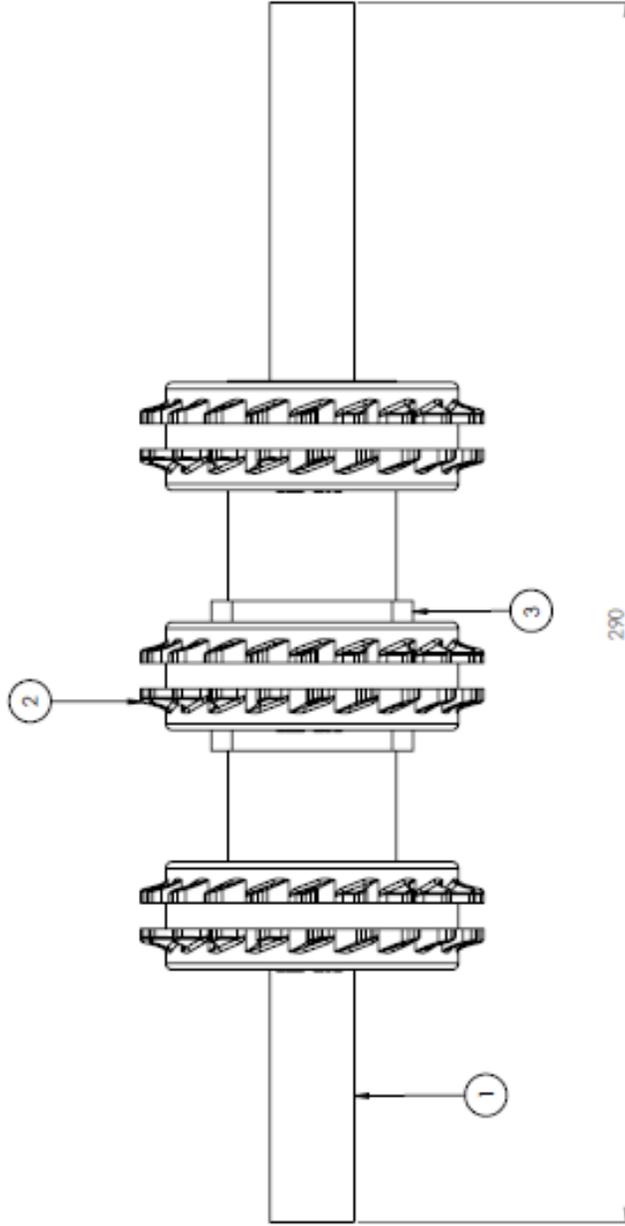
SISTEMA MECÁNICO DE DISTRIBUCIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS		FECHA	11/06/15
TÍTULO: Pielina de deslizamiento con abrazaderas		NOMBRE	REV REV REV
COMENZAR EN:		DEBILADO	11/06/15
MATERIAL: 04		VERIFICADO	11/06/15
ACABADO		INGENIERA	
NO CAMBIE LA ESCRITA		FABRICACIÓN	
		CAUDAL	
		TAMBO	Nº DE DIBUJO
		A3	PDCA-TT
		REVISIONES	01
		ESCALA: 1:2	Hoja 12 DE 30



INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
 LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN. QUILA Queda prohibida la REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN EL PREVILO CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE CICATA-IPN-SIKO



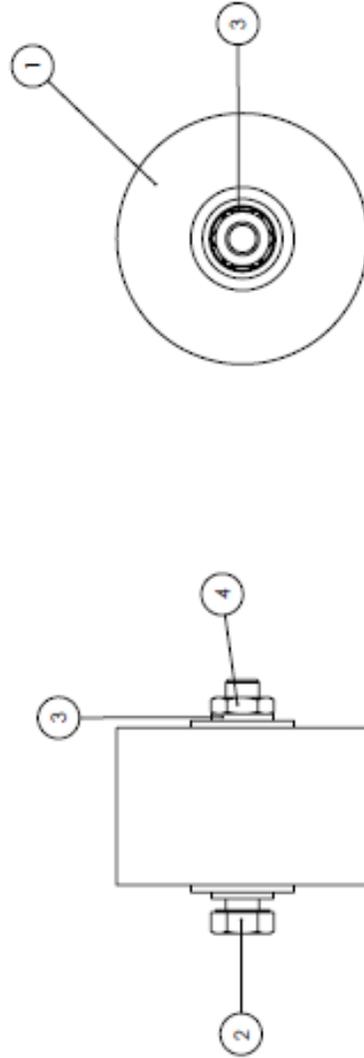
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	EM-IT	Eje motriz	1
2	C12-231-40	Engranaje	3
3	A-C12-40	Anillo de retención	2



INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
 Y DE MARCA
 LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE
 DIBUJO PERTENECE A CICATA-IPN.
 CUALQUIER REPRODUCCIÓN O
 REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL
 SIN EL PRECIO CONVENIENTE POR
 ESCRITO DE CICATA-IPN-QRO

SINO SE INDICA LO CONTRARIO:		DEBILADO	NOMBRE	FECHA	Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias TÍTULO: Eje motriz con engranajes
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILIMETROS.	VERIFICADO	REV	REV	11/05/15	
1. TOLERANCIAS: ANGULAR: MAGNITUD ± FLD 12 E	INGENIERO	REV	REV	11/05/15	
2. LUGARES DECIMALES 1 3. LUGARES DECIMALES 1 4. DECIMALES 1 5. DECIMALES 1	FABRICACIÓN CALIDAD				
MATERIAL		COMENTARIOS:		TAMÑO	N.º DE DIBUJO
ACABADO				A3	PSC-IT
NO CAMBIE LA ESCALA				REVISIÓN	
				01	
				HOJA N.º DE 30	

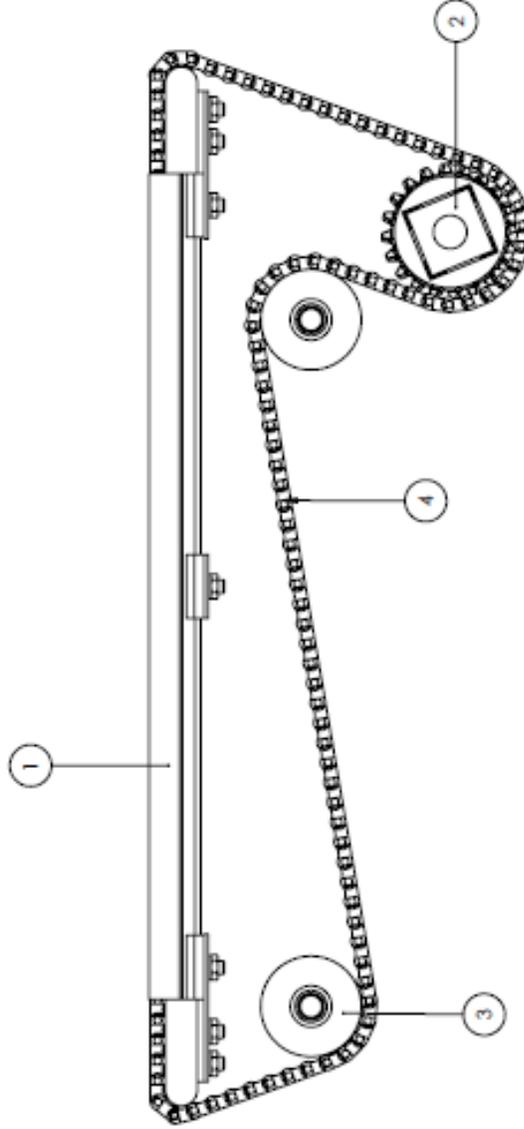
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	R15-32535	Rodillo de apoyo	1
2	ISO 4018 - M8 x 55-WN	Tornillo hexagonal	1
3	Spring washer DIN 128 - A8	Rondana de seguridad	2
4	DIN 24035 - M8	Tuerca	1



	SINO SE INDICA LO CONTRARIO LAS COTAS SE EXPRESAN EN MIMETROS.		DIBUJADO VERIFICADO	FECHA 11/05/15	NOMBRE REV	SISTEMA MECÁNICO DE DISTRIBUCIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS
	TOLERANCIAS: ANGULAR MAGNITUD ± 10 GRU 3 LUGARES DECIMALES ±		INGENIERÍA FABRICACIÓN CALIDAD	11/05/15	REV	TÍTULO: Rodillo de apoyo con tornillo de sujeción
REFERENCIAS: MATERIAL: ACABADO:			COMENTARIOS:		TAMAÑO A3	N.º DE DIBUJO RACTS-IT
NO CAMBIE LA ESCALA			HOJA 15 DE 20		REV 01	ESCALA: 1:1

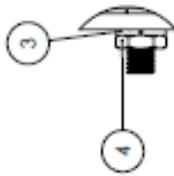
INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
 Y DE MARCA
 LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE
 DIBUJO ES EXCLUSIVAMENTE DE CICATA-IPN.
 QUTERETARO. Queda prohibida la
 reproducción total o parcial
 sin el consentimiento escrito por
 escrito de CICATA-IPN-QRO

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	SA-TT	Superficie de apoyo	1
2	EMCE-TT	Eje motriz con engranajes	1
3	RACTIS-TT	Rolillo de apoyo con tornillo de sujeción	4
4	E-C12-FLUSHG-RID	Banda transportadora	1



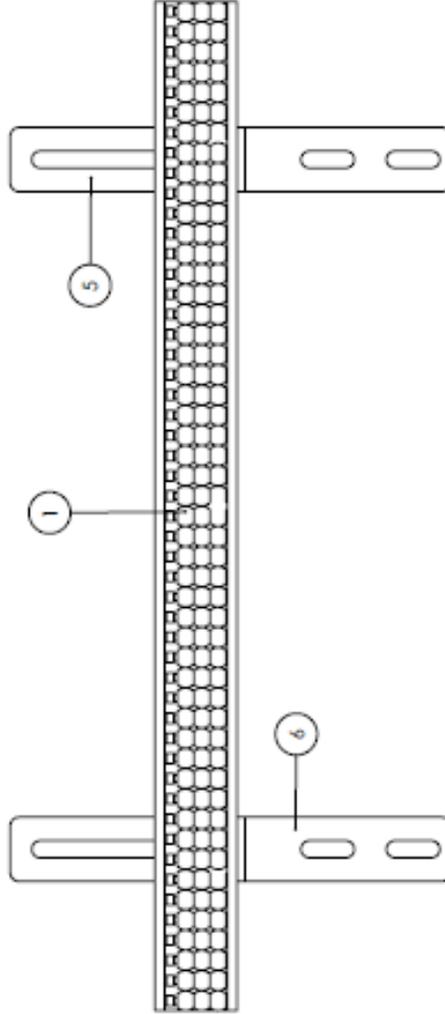
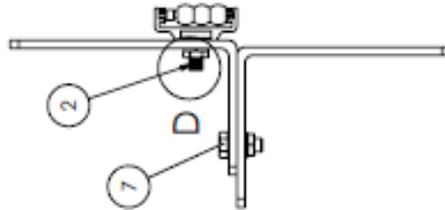
	SINO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MÍLIMETROS.		NOMBRE REV		FECHA 11.05.15		Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias	
	TOLERANCIAS: FRACCIONALES ANGULAR MAGNITUD ± 15 GRUOS 3 LUGARES DECIMALES ±		DIBUJADO VERIFICADO INGENIERIA FABRICACIÓN CANTIDAD		11.05.15 11.05.15 11.05.15		TÍTULO: Directriz de diseño	
	MATERIALES: ROSETAS: 2024 ALUMINIO GUBERNADOR: MATERIAL: ACERADO		COMENTARIOS:		01		N.º DE DIBUJO DDD-TT	
	NO CAMBIE LA ESCALA		ESCALA: 1:25		HOJA: 1 DE 30		REV 01	

INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
 LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE
 DIBUJO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN-
 GRCO. Queda prohibida la
 reproducción o el uso no autorizado
 sin el consentimiento escrito de CICATA-IPN-GRCO.



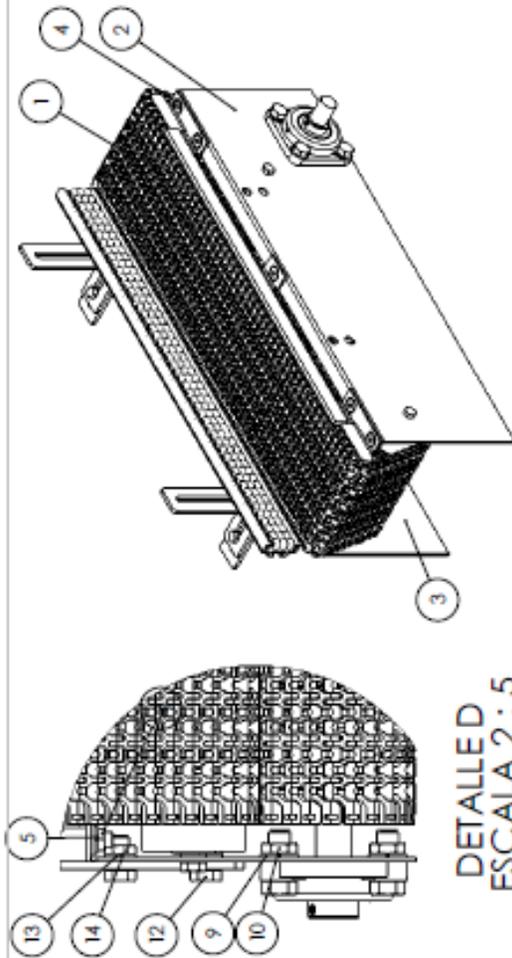
DETALLE D
ESCALA 2 : 2.5

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	VG-687H1.4-04	Riel guía de rodillos	1
2	VG-1-568-03	Tornillo para fijar riel guía	2
3	Spring washer DN 128 - A8	Rondana de seguridad	4
4	Hexagon Thin Nut S.O.4035 - M8 - N	Tuerca hexagonal	4
5	VG-205-D	Escuadra de sujeción	2
6	VG-205-C	Escuadra de sujeción	2
7	S.O.4018 - M8 x 20- WN	Tornillo hexagonal	2

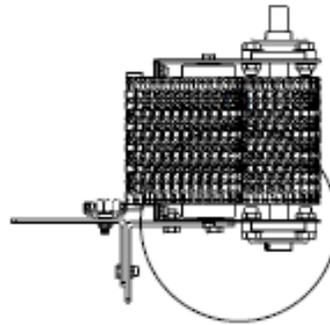


INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN. Q U E T E T A R O. Q U E L C U E D E A P R O P I A D A D E S EN ESTE PRECIO. COPIADO O REPRODUCCIÓN SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE CICATA-IPN-QRO

DETALLE	REVISIÓN	FECHA	PROYECTANTE	REVISOR	VERIFICADO	APROBADO	FECHA
	RV	11/05/15	RV	RV	RV	RV	11/05/15
	RV	11/05/15	RV	RV	RV	RV	11/05/15
TÍTULO: Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias							
TÍTULO: Riel guía con escuadras de sujeción							
CONVENIO: 2 LUGARES DECIMALES ± 3 LUGARES DECIMALES ± SUPERFICIE TOPOGRÁFICA GENERALIZADO							
MATERIAL: AC-3040							
NO CAMBIE LA ESCALA							
TAMAÑO A3				N.º DE DIBUJO RGES-IT		REV 01	
ESCALA: 1:25				HOJA: 17 DE 20			



DETAILED
ESCALA 2 : 5



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PEPEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	DDD-IT	Drectriz de diseño	1
2	PLI-IT	Placa lateral 1	1
3	PL2-IT	Placa lateral 2	1
4	DIN 7991 - M8 x 16 --- 7,8N	Tornillo de cabeza avelanada	10
5	DIN 128 - A8	Arandela de seguridad	10
6	DIN 24035 - M8	Tuerca hexagonal	10
7	UCF 702045-SS	Rodamiento	2
8	ISO 4018 - M12 x 30-WN	Tornillo hexagonal	8
9	DIN 128 - A12	Arandela de seguridad	8
10	DIN 24035 - M12	Tuerca hexagonal	8
11	RGES-IT	Riel guía consecutivas de sujeción	1
12	DIN 24018 - M10 x 20	Tornillo exagonal	4
13	DIN 128 - A10	Arandela de seguridad	4
14	DIN 24035 - M10	Tuerca hexagonal	4



INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
Y EXCLUSIVA
LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DISEÑO PERTENECE A CICATA-IPN-QUERÉTARO. Queda prohibida la reproducción total o parcial sin el previo consentimiento por escrito de CICATA-IPN-QUERÉTARO.

SINO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILÍMETROS.
TOLERANCIAS:
PARA COTAS DE:
ANGULAR: MAQUINA 5 FLEJE
3 LUGARES DECIMALES
5 LUGARES DECIMALES ±
GEOMÉTRICAS:
REFERIRSE A LA TABLA
MATERIAL:
ACERADO
NO CAMBIAR LA ESCALA

DELLADO
VERIFICADO
INGENIERA
PARB. ACÓN
CAIDAD
COMENTARIOS:

NOMBRE
REV
REV
REV
REV

FECHA
11/06/15
11/06/15
11/06/15

Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias

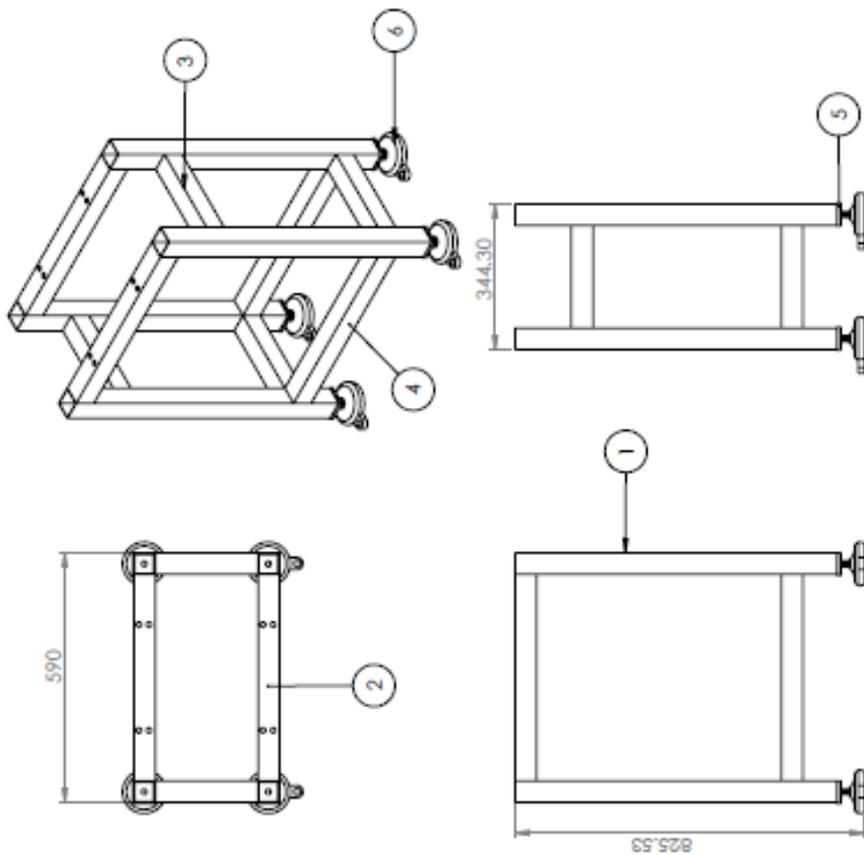
TÍTULO:
Estructura del transportador de transferencia

TAMBO
A3

PROBUEBO
ETT

REV
01

BOCA: 1:5
HOJA: 8 DE 20



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PES1-TT	Perfil para estructura de soporte 1	4
2	PES2-TT	Perfil para estructura de soporte 2	2
3	PES3-TT	Perfil para estructura de soporte 3	4
4	PES4-TT	Perfil para estructura de soporte 4	2
5	VG-555-B12	Tapá con orificio rasado para perfil cuadrado	4
6	177000U	Nivelador con orificio de montaje	4

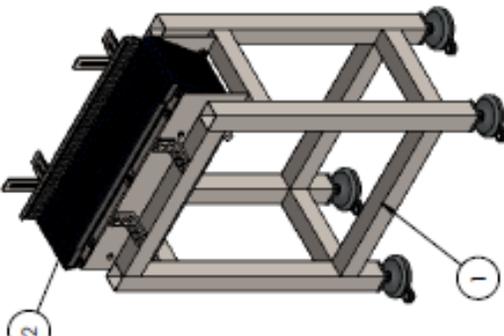
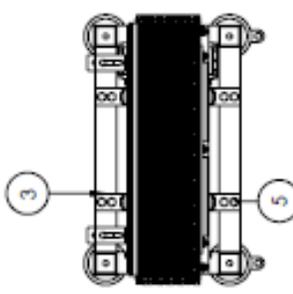
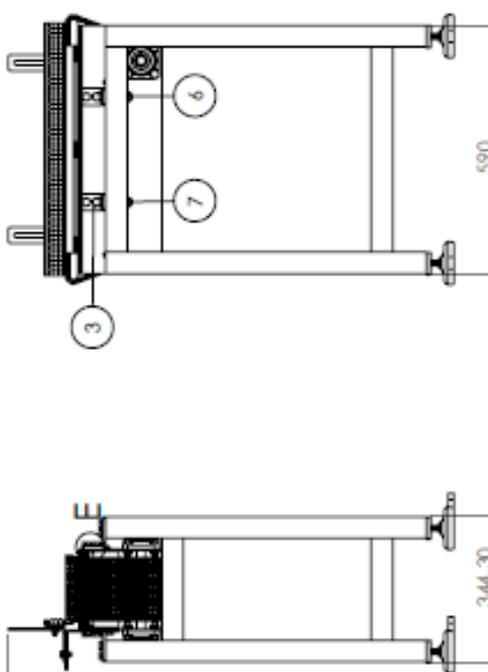
INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
 Y DE MARCA
 LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN-GRUPO. Queda prohibida la reproducción o el uso no autorizado sin el consentimiento escrito de CICATA-IPN-GRUPO.



SINO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE ENTENDEN EN MÍLIMETROS.
 TOLERANCIAS:
 - PARACENTRALES:
 - ANGULO DE MAGUIÑA ± 0,05 DE
 2 LUGARES DECIMALES ±
 3 LUGARES DECIMALES ±
 GEOMETRICAL:
 MATERIAL:
 ACABADO:
 NO CAMBIE LA ESCALA

DRIBUADO	NOMBRE	FECHA
VERIFICADO	REV	11/05/15
INGENIERIA	REV	11/05/15
FABRICACIÓN	REV	11/05/15
CANTIDAD		

Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias		
TÍTULO:		
Estructura de soporte		
TAMAYO	N.º DE DIBUJO	REV
A3	EDS-TT	01
ESCALA: 1:10		HOLIA: 10 DE 20


DETALLE E
ESCALA 1:2

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	EDS-TT	Estructura de soporte	1
2	ETT	Estructura del transportador de transferencia	1
3	ES-TT	Escuadra de sujeción	4
4	DIN 24018 - M12 x 25	Tornillo hexagonal	8
5	DIN 24018 - M12 x 70	Tornillo hexagonal	8
6	DIN 128 - A12	Arandela de seguridad	16
7	DIN 24035 - M12	Tuerca hexagonal	16



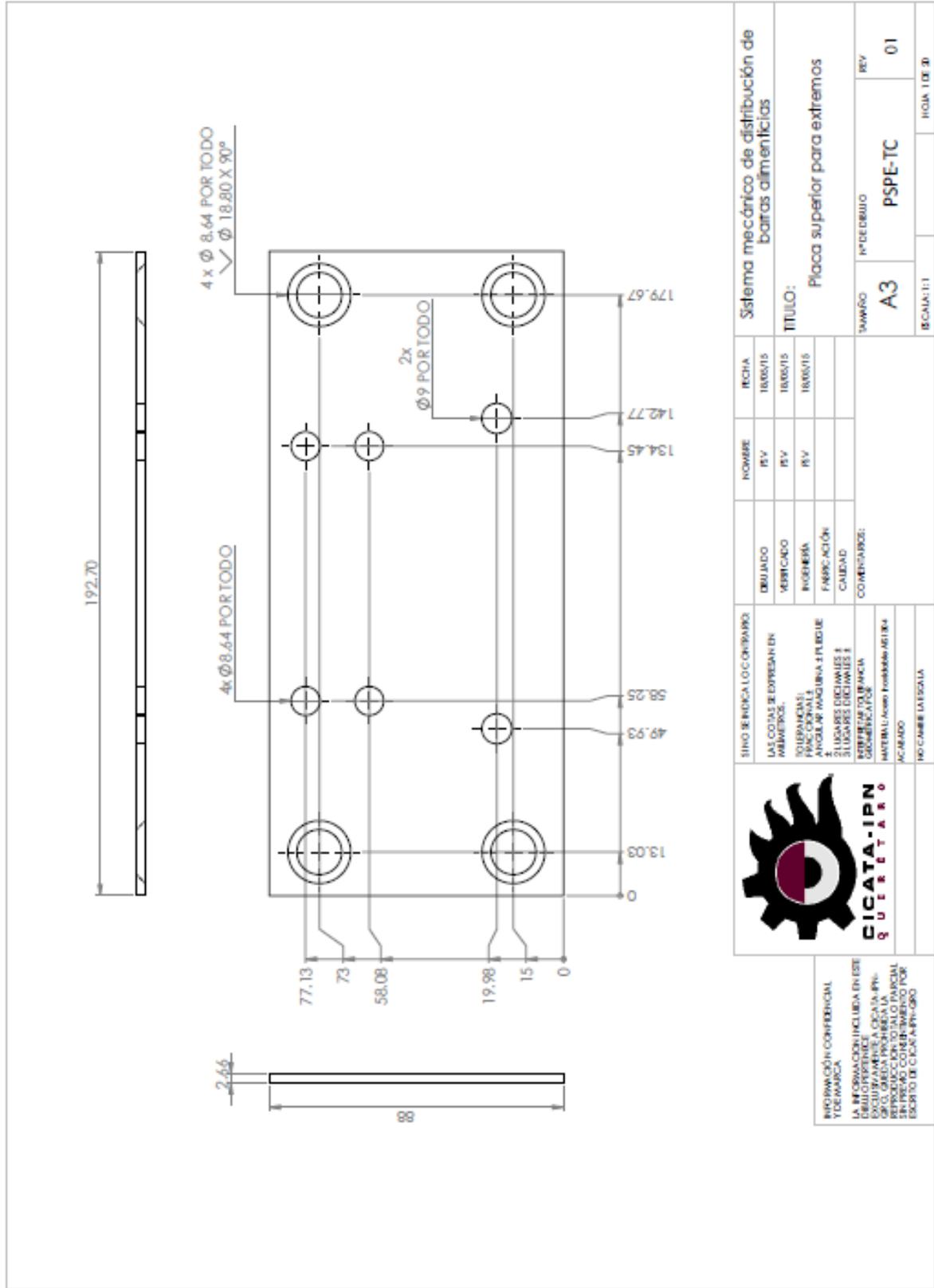
CICATA-IPN
S U L T A T O

SINO SE INDICA LO CONTRARIO:		FECHA	
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILÍMETROS.		REV.	11/05/15
TOLERANCIAS: FRACCIONALES 4 PUNTO 40; MAGNITUD 4 Y 16 DE 16		REV.	11/05/15
2 LUGARES DECIMALES E 3 LUGARES DECIMALES E COMPLEMENTAR		REV.	11/05/15
MATERIAL: ALUMINIO		TÍTULO: Transportador de transferencia	
ACABADO:		TAMBO:	
NO CAMBIE LA ESCALA		A3	N.º DE DIBUJO TT
		REV. 01	
		ESCALA: 1:10	HOJA 30 DE 30

INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN. QUICUIER QUE REPRODUZCA, COPIE, O MODIFIQUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DIBUJO SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE CICATA-IPN-GRUPO.

APENDICE B. PLANOS TRANSPORTADOR DE CARGA



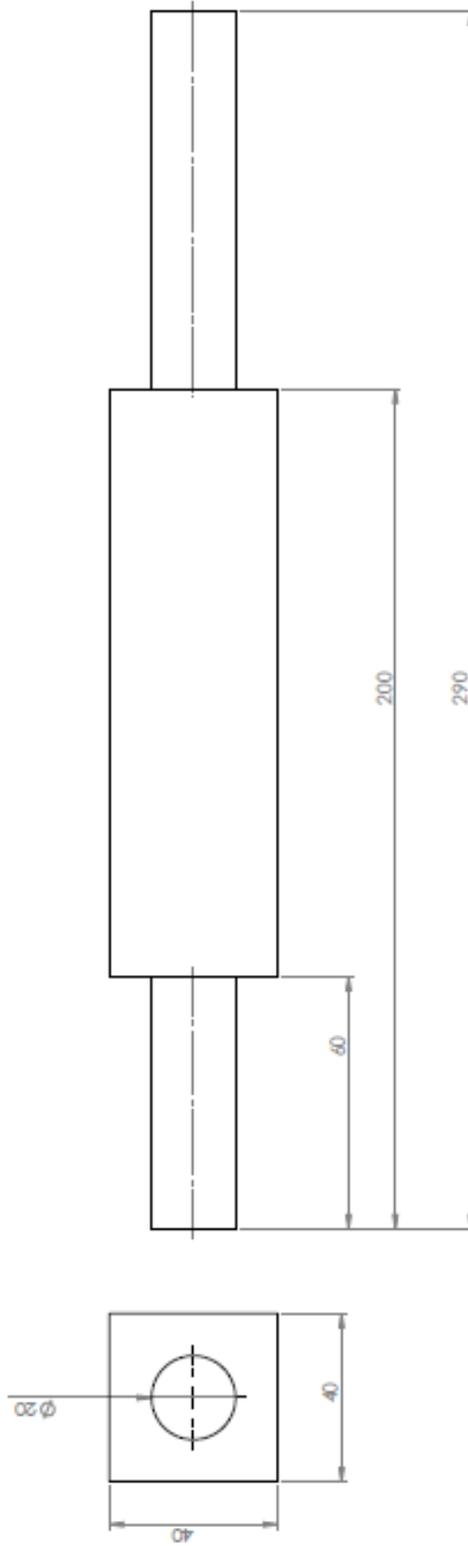
Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias		FECHA	16/05/15
		NOMBRE	REV
		DEBILADO	VERIFICADO
			INGENIERA
			FABRICACIÓN
			CAIDAD
		COMENTARIOS:	
		SINO SE INDICA LO CONTRARIO LAS COTAS SE ENTENDEN EN MILIMETROS.	
		TOLERANCIAS FUNCIONALES	
		ANGULAR: MÁQUINA ± 15 GRUOS	
		LUGARES CIRCUNFERENCIALES ± 0.05	
		LUGARES CIRCUNFERENCIALES ± 0.05	
		REPERTE DE TOLERANCIA GEOMÉTRICA POR ACABADO	
		MATERIAL: Acero inoxidable A316	
		ACABADO	
		NO CAMBIE LA ESCALA	

INFORMACIÓN CONFIDENCIAL Y DE MARCA
 LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DISEÑO PERTENECE A CICATA-IPN. SI SE REPRODUCE O SE REPRODUCE LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DISEÑO SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE CICATA-IPN, SE CONSIDERARÁ UN DELITO.

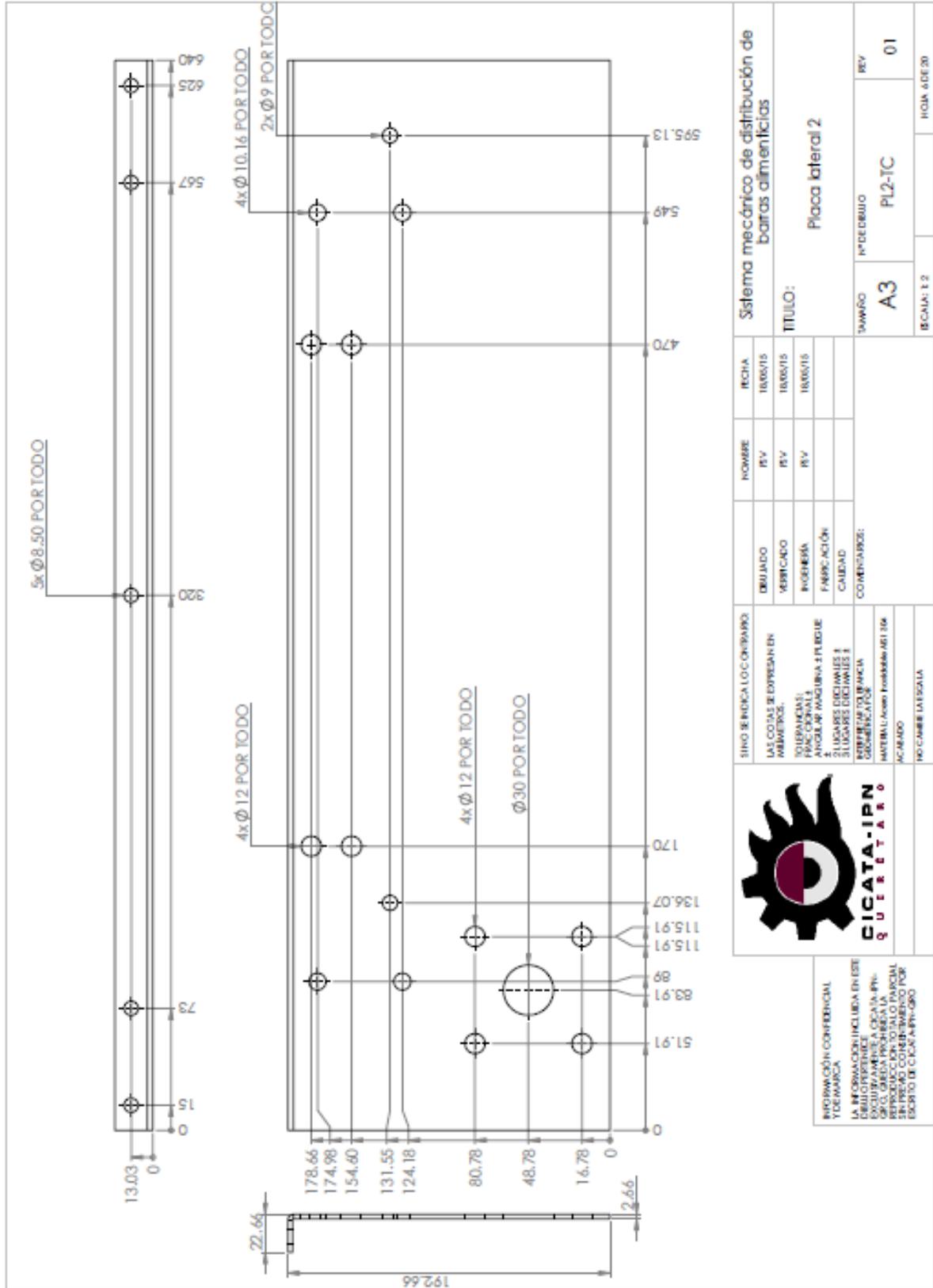
TÍTULO:
 Placa superior para extremos

TAMBO: A3 N° DE DISEÑO: PSPE-TC REV: 01

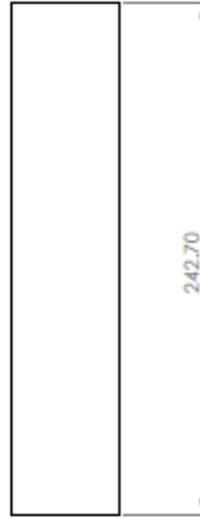
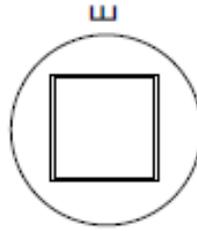
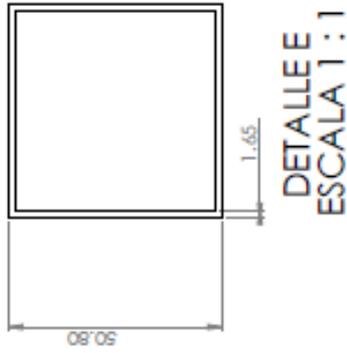
BOCANA: 111 HOJA: 1 DE 30



 CICATA-IPN C U E T A R O	SINÓ DE INDICIA LO C ONTARRO LAS COTAS DE ENTRESAR EN MEMBRAS, TOLERANCIAS, PARACORRAL, ANGULO Y MAGNITUD E PUEDE 2 LUGARES DECIMALES 3 LUGARES DECIMALES		DIBUJADO VERIFICADO INGENIERIA FABRICACIÓN CANTIDAD	NOMBRE REV REV REV	FECHA TAREAS TAREAS TAREAS	Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias	
	TOLERANCIAS: 2 LUGARES DECIMALES 3 LUGARES DECIMALES 4 LUGARES DECIMALES 5 LUGARES DECIMALES 6 LUGARES DECIMALES 7 LUGARES DECIMALES 8 LUGARES DECIMALES 9 LUGARES DECIMALES 10 LUGARES DECIMALES 11 LUGARES DECIMALES 12 LUGARES DECIMALES 13 LUGARES DECIMALES 14 LUGARES DECIMALES 15 LUGARES DECIMALES 16 LUGARES DECIMALES 17 LUGARES DECIMALES 18 LUGARES DECIMALES 19 LUGARES DECIMALES 20 LUGARES DECIMALES		COMENTARIOS: MATERIAL Acero Forjado AISI 304 ACABADO NO CAMBIE LA ESCALA		TÍTULO: Eje motriz	TAMAÑO A3	N° DE DIBUJO BM-TC
INFORMACIÓN CONFIDENCIAL LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE A CICATA-IPN QUE OBEDECE PROPIEDAD LA INSTITUCIÓN Y NO DEBE SER REPRODUCIDA NI UTILIZADA SIN EL PRECIO CONVENIENTE POR ESCRITO DE CICATA-IPN-GRU		ESCALA: 1:1		HOJA 4 DE 20			



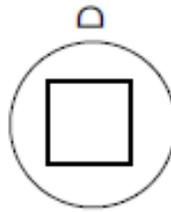
 CICATA-IPN S U E R T A S	SINO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MIMETROS.		DIBUJADO VERIFICADO INGENIERIA FABRICACIÓN CANTIDAD		NOMBRE REV		FECHA TERCERIS TERCERIS TERCERIS		Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias		
	TOLERANCIAS: ANGULO ± 0.05 4 LUGARES DECIMALES ± 3 LUGARES DECIMALES ± 2 LUGARES DECIMALES ± 1 LUGAR DECIMAL ± MATERIAL: Acero Inoxidable A316 ACABADO: NO CAMBIE LA ESCALA		COMENTARIOS: MATERIAL: Acero Inoxidable A316 ACABADO: NO CAMBIE LA ESCALA		TÍTULO: Placa lateral 2		TAMAÑO A3		N° DE DIBUJO PL2-TC		REV 01
INFORMACIÓN CONFIDENCIAL Y DE MARCA		LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN. Queda prohibida la reproducción o el uso no autorizado sin el consentimiento escrito de CICATA-IPN-GRUPO									
		ESCALA: 1:2		HOM. ADE30							



 CICATA-IPN S U P E R T E C A R O	SINGO SE INDICA LOC ORTARIO: LAS COTAS SE ENTREGAN EN MIMETICO.		DIBUJADO VERIFICADO INGENIERIA FABRICACIÓN CANTIDAD	NOMBRE REV	FECHA INICIÓ INICIÓ INICIÓ	Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias		
	TOLERANCIAS: 1. ANGULOS 45º Y 135º 2. LUGARES DECIMALES ± 3. LUGARES DECIMALES ±					TITULO: Perfil para estructura de soporte 3		
INFORMACIÓN CONFIDENCIAL LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE CICATA-IPN. Queda prohibida la reproducción o el uso no autorizado sin el consentimiento escrito por escrito de CICATA-IPN-GRO.	COMENTARIOS: MATERIAL Acero Formado en frío ACABADO		TAMAÑO A3		N° DE DIBUJO PES3-TC		REV 01	
NO CAMBIE LA ESCALA						ESCALA: 1:2		HOJA 9 DE 20



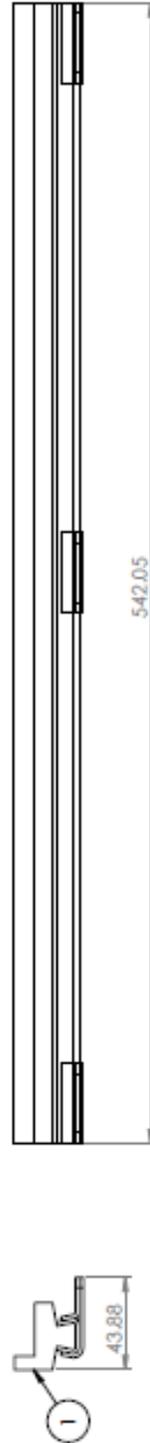
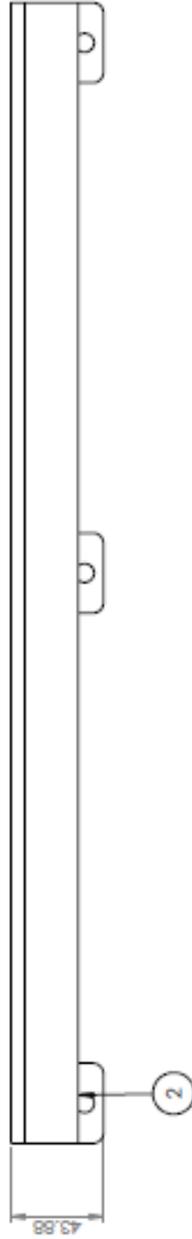
DETALLE D
ESCALA 2:2.5



INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
 LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DISEÑO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN. QUILICAMA S. DE C.V. NO SE PUEDE REPRODUCIR, COPIAR, DISTRIBUIR, EN PRECIO, COPIAR, REPRODUCIR O EN PRECIO, COPIAR, REPRODUCIR SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE CICATA-IPN-GRUPO

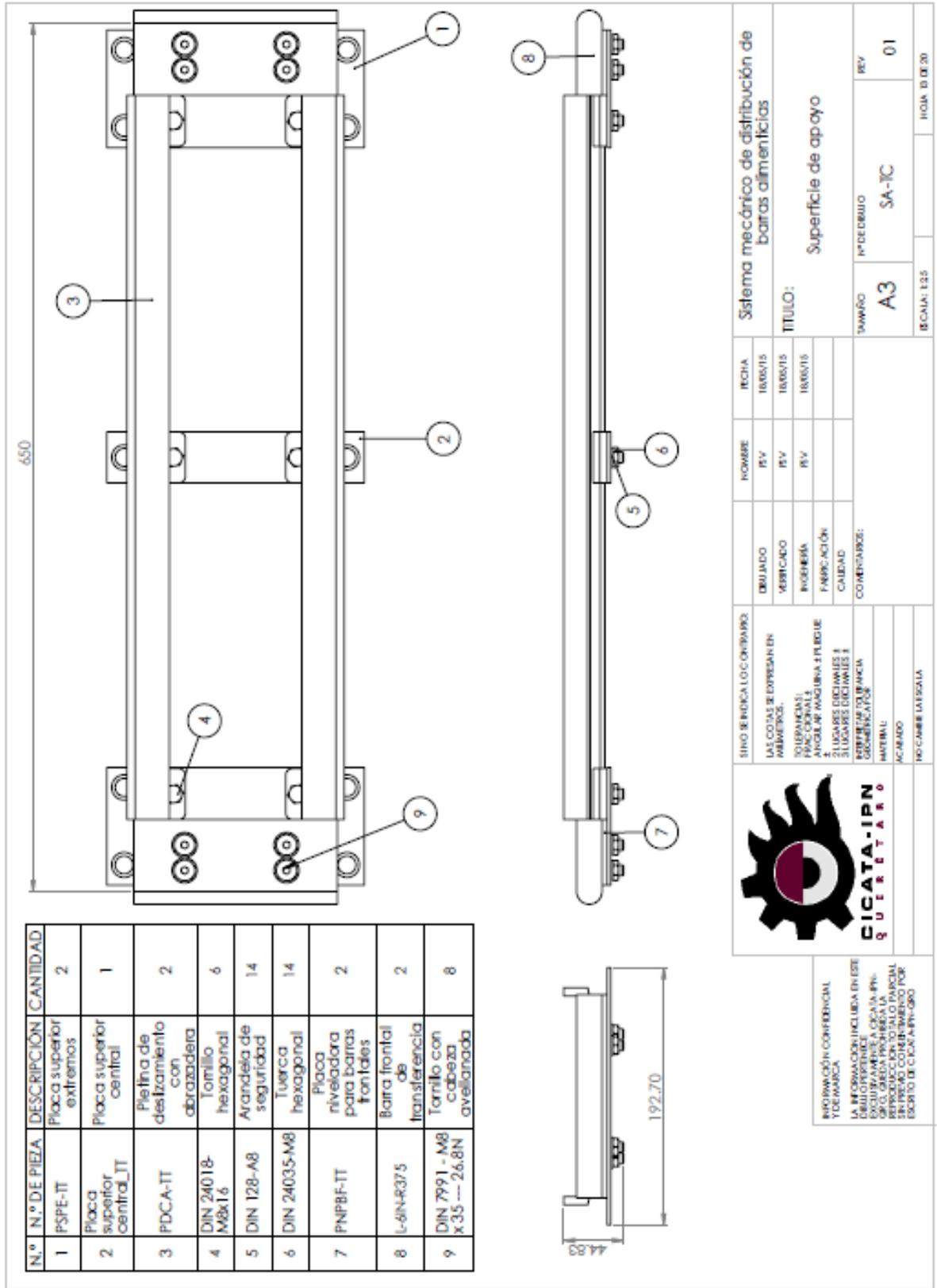
SINO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MIMETROS. TOLERANCIAS: ANGULO DE INCLINACIÓN ± 0.05 2 LUGARES DECIMALES ± 0.05 3 LUGARES DECIMALES ± 0.01 SIEMPRE TOLERANCIA POSITIVA MATERIAL: Acero Forjado AISI 1045 ACABADO:		DIBUJADO: VERIFICADO: INGENIERIA: FABRICACIÓN: CALIDAD: COMENTARIOS:	NOMBRE: REV: REV: REV:	FECHA: 16/05/15 16/05/15 16/05/15	Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias TÍTULO: Perfil para estructura de soporte 4 TAMAÑO: A3 N° DE DIBUJO: PES4-TC REV: 01
NO CAMBIE LA ESCALA		ESCALA: 1:2.5		HOJA: 10 DE 20	

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	VG-S3L1S1.0x38-12	Pielina de deslizamiento	1
2	VG-012-01	Abrazadera para pielina de deslizamiento	3

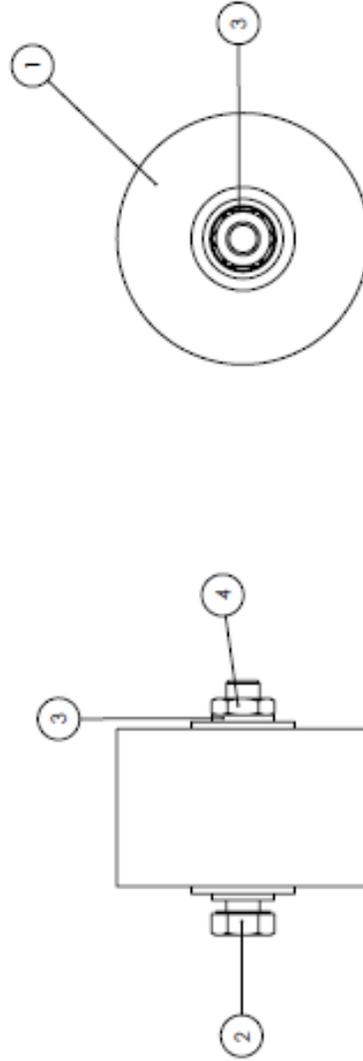


INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
 LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN- QFC. Queda prohibida la reproducción o el uso no autorizado sin el consentimiento escrito de CICATA-IPN-QFC.

SINO SE INDICA LO CONTRARIO:		DIBUJADO		NOMBRE		FECHA		Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias	
LAS COTAS SE ENTENDEN EN MIMETROS.		VERIFICADO		REV.		TRABAJOS		barras alimenticias	
TOLERANCIAS: ANGULO DE MACHUCADO Y FURTO		INGENIERIA		REV.		TRABAJOS		TITULO:	
3 LUGARES DECIMALES ±		FABRICACIÓN				TRABAJOS		Pielina de deslizamiento con abrazaderas	
SEMPRE SE DEBE INDICAR EL GRADIENTE POR DECIMALES		CANTIDAD						DIBUJO	
MATERIAL 04		COMENTARIOS:						N.º DE DIBUJO	
ACABADO								A3	
NO CAMBIE LA ESCALA								PDCA-TC	
								01	
								ESCALA: 1:2	
								HOJA 12 DE 20	



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	R15-32535	Rodillo de apoyo	1
2	ISO 4018 - M8 x 55- WIN	Tornillo hexagonal	1
3	Spring washer DIN 128 - A8	Rondana de seguridad	2
4	DIN 24035 - M8	Tuerca	1



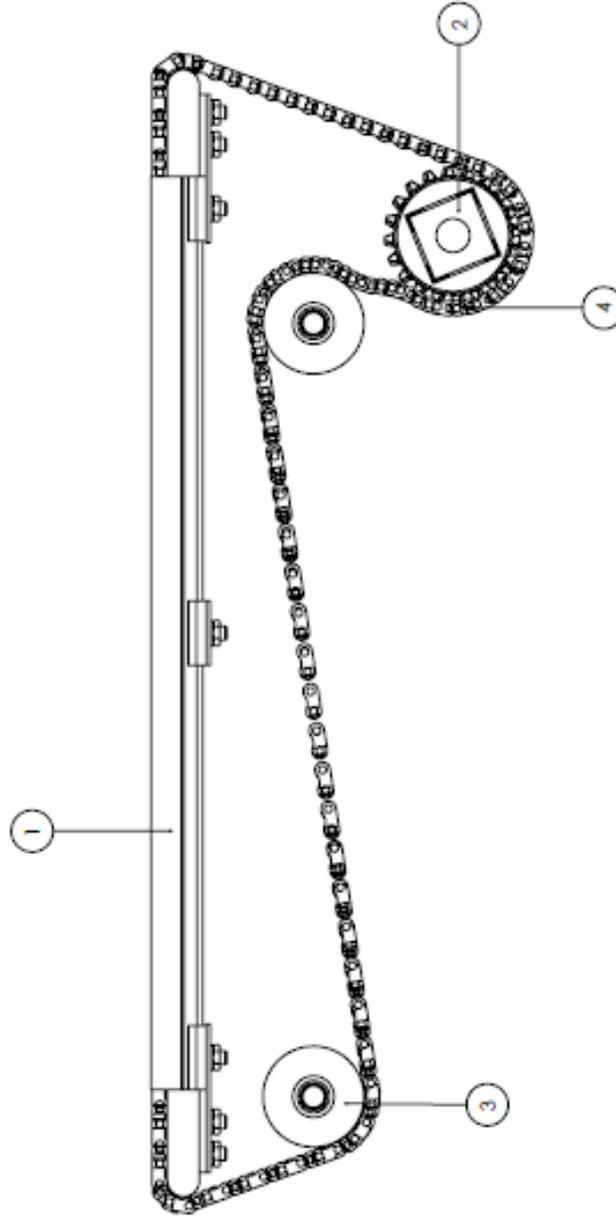
INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
 Y DE MARCA
 LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE
 DIBUJO PERTENECE A CICATA-IPN-
 Q U E R E T A R O. SU REPRODUCCIÓN
 PARCIAL O TOTAL SIN EL CONSENTIMIENTO POR
 ESCRITO DE CICATA-IPN-QRO

DEBIDO A:	FECHA	NO. DE DIBUJO	REVISIÓN
ELIMINACIÓN DE UN ELEMENTO	16/05/2018	A3	01
MODIFICACIÓN DE UN ELEMENTO	16/05/2018		
AGREGACIÓN DE UN ELEMENTO	16/05/2018		
OTRAS MODIFICACIONES			
COMENTARIOS:			
MATERIAL:			
ACABADO:			
NO CAMBIE LA ESCALA			

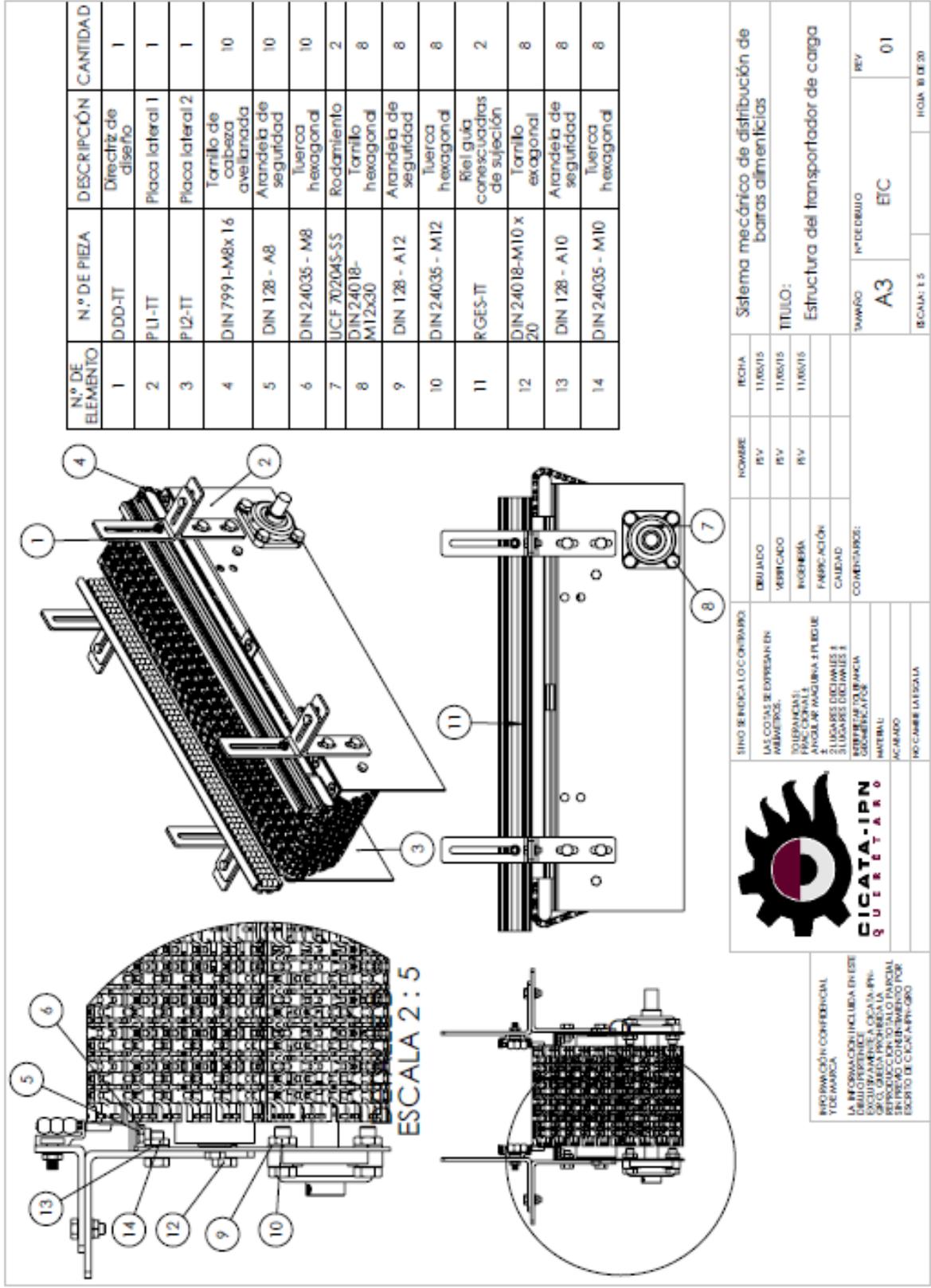
Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias

TÍTULO:
Rodillo de apoyo con lamina de sujeción

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	SA-IT	Superficie de apoyo	1
2	EMCE-IT	Eje motriz con engranajes	1
3	RACTS-IT	Rolillo de apoyo con tornillo de sujeción	4
4	E-C12-FLUSH-RID	Banda transportadora	1

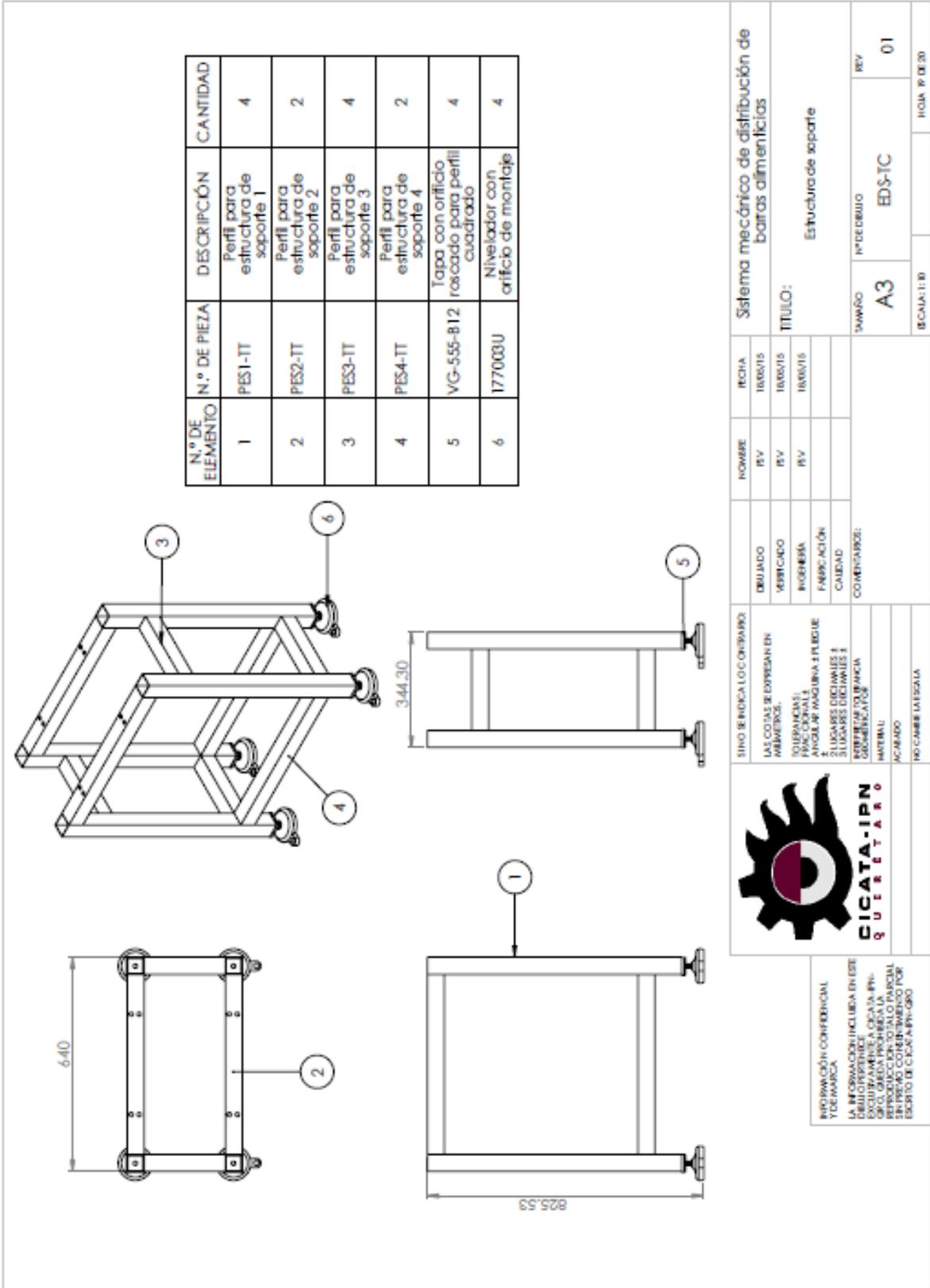


 CICATA-IPN S U E T A O	SINO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE ENTENDEN EN MIMETROS.		NOMBRE: REV.	FECHA: TRAYECTOS	Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias
	TOLERANCIAS: FRACCIONALES: 4 ANGULO 45º, 90º, 120º, 135º Y 180º 2 LUGARES DECIMALES ± 3 LUGARES DECIMALES ± SUPERFICIE TOLENCIA UNIFORME MATERIAL: ACERADO	DIBUJADO: VERIFICADO: INGENIERA: FABRICACIÓN: CANTIDAD: COMENTARIOS:	REV. REV. REV.	TRAYECTOS TRAYECTOS TRAYECTOS	TÍTULO: Dirección de diseño
INFORMACIÓN CONFIDENCIAL Y DE MARCA LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE A CICATA-IPN. QUICUIER REPRODUZCA, COPIE, DISTRIBUYA, PRECISE O PARCIAL EN PRECIO COMERCIAL POR ESCRITO DE CICATA-IPN-GRUPO		N.º DE DIBUJO: A3		REV. 01	ESCALA: 1:25
HOJA: 1 DE 30					HOJA: 1 DE 30



INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
 Y EXCLUSIVA
 LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE
 DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE
 CICATA-IPN. Q U E R E T A R O
 Q U E R E T A R O. Q U E R E T A R O
 Q U E R E T A R O. Q U E R E T A R O
 Q U E R E T A R O. Q U E R E T A R O

DISEÑO: L. G. CONTRERAS DIBUJADO: VERIFICADO: INGENIERIA: FABRICACIÓN: CALIDAD:	FECHA: 11/06/15 11/06/15 11/06/15	NOMBRE: REV. REV. REV.	SISTEMA MECÁNICO DE DISTRIBUCIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS ESTRUCTURA DEL TRANSPORTADOR DE CARGA
MATERIAL: ACERINO NO CAMBIE LA ESCALA	COMENTARIOS: REFERIRSE A LA TABLA DE DIMENSIONES Y A LA TABLA DE MATERIALES	NÚMERO: A3 ETC	REV: 01



SISTEMA MECÁNICO DE DISTRIBUCIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS		FECHA		NOMBRE		DIBUJADO		SINÓ DE DICALO CONTRA	
		18/05/15	18/05/15	REV	REV	VERIFICADO	VERIFICADO	LAS COTAS SE EXPRESAN EN MILÍMETROS.	
		18/05/15	18/05/15	REV	REV	INGENIERA	INGENIERA	TOLERANCIAS: FANUC QJWALL ANGULAR MAGURA 4 FLEQUE	
						FABRICACIÓN	FABRICACIÓN	3 LUGARES DECIMALES 1 5 LUGARES DECIMALES 1	
						CALIDAD	CALIDAD	REPRESENTACIÓN ORIGEN: IPN MATERIAL	
						COMENTARIOS:	COMENTARIOS:	ACABADO	
								NO CAMBIE LA ESCALA	

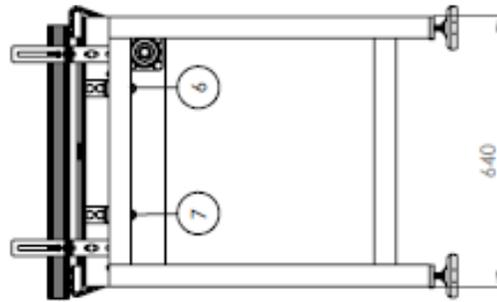
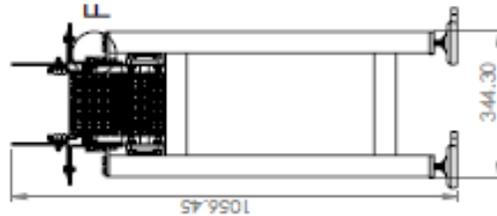
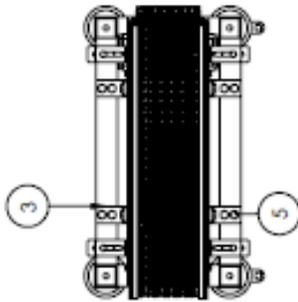
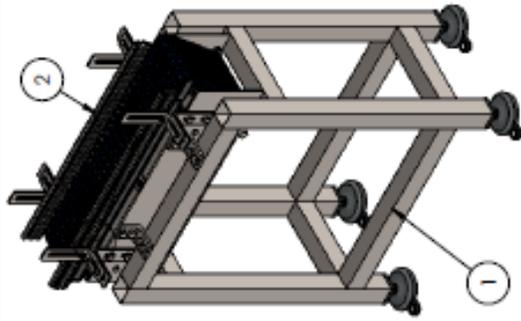
CICATA-IPN
S U P L E T A R O

INFORMACIÓN CONFENCIONAL Y DE MARCA

LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A CICATA-IPN. Queda prohibida la reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento escrito de CICATA-IPN-ORO.



DETALLE F
ESCALA 1:2.5



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ES-IT	Estructura de soporte	1
2	ET	Estructura del transportador de transferencia	1
3	ES-TT	Escuadra de sujeción	4
4	DIN 24018 - M12 x 25	Tornillo hexagonal	8
5	DIN 24018 - M12 x 70	Tornillo hexagonal	8
6	DIN 128 - A12	Arandela de seguridad	16
7	DIN 24035 - M12	Tuerca hexagonal	16



INFORMACIÓN CONFIDENCIAL
LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE LA CICATA-IPN-QUERÉTARO. Queda prohibida la reproducción total o parcial sin el consentimiento escrito de la CICATA-IPN-QUERÉTARO.

SINO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE ENTENDEN EN MILÍMETROS.
TOLERANCIAS:
FRANQUEO: ±0.15
ANGULO DE MAGUINA: ±0.05
LUGARES DECIMALES: ±0.05
RODILLOS: ±0.05
MATERIAL:
ACERADO
NO CAMBIE LA ESCALA

DEBILADO	NOMBRE	FECHA
VERIFICADO	REV	TRABAJOS
DISEÑADO	REV	TRABAJOS
PROBADO	REV	TRABAJOS
PARTE A CARGO		
COMENTARIOS:		

Sistema mecánico de distribución de barras alimenticias		
TÍTULO: Transportador de carga		
TAMAÑO	N.º DE DIBUJO	REV
A3	TC	01
ESCALA: 1:1		HOM: 30 DE 30