



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO®

DISEÑO DE UN EQUIPO ARMADOR DE CAJAS PREHECHAS

León David García Taborda

Yudiman Andrés Arango Sanmartín

Juan Carlos Gallego Moreno

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Mecánico

Asesor:

Sebastián Andrés Romo Arango

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA
MEDELLÍN
2022

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. ANTECEDENTES	14
1.1 Planteamiento del problema	14
1.2 Marco teórico	15
1.2.1 Metodología Ulrich & Eppinger	15
1.2.1.1 Planeación	15
1.2.1.2 Desarrollo del concepto	16
1.2.1.3 Diseño en el nivel del sistema	16
1.2.1.4 Diseño de detalle	17
1.2.1.5 Pruebas y refinamiento	17
1.2.1.6 Inicio de producción	18
1.2.2 Análisis de mercado	18
1.2.3 Maquinas utilizadas en la industria:	20
1.2.3.1 Eagle T20CF	20
1.2.3.2 Eagle T210-SS	22
1.2.3.3 Armadora de cajas INNOMECC	23
1.2.3.4 Máquina Armadora de cajas (Patente: 2 660 059)	25
1.2.3.5 Equipo de montaje de cajas de cartón	26
1.2.4 Encuesta de necesidades:	27
1.2.5 Matriz de Pugh	29
2. OBJETIVOS	30
2.1 Objetivo general	30
2.2 Objetivos específicos	30

3. METODOLOGÍA	31
3.1 Identificar necesidades	31
3.1.1 Reuniones (Etapa 1)	32
3.1.2 Exigencias (Etapa 2):	32
3.1.3 Evaluación Interna (Etapa 3)	32
3.1.4 Planificación (Etapa 4)	32
3.2 Resultado de las encuestas	33
3.3 Diseño.	34
3.3.1 Recolección (Etapa 1)	35
3.3.2 Investigación (Etapa 2)	35
3.3.3 Inicio (Etapa 3)	35
3.3.4 Realimentación (Etapa 4)	35
3.3.5 Correcciones (Etapa 5)	35
3.4 Cálculos de materiales.	36
3.4.1 Cálculos (Etapa 1)	36
3.4.2 Búsqueda (Etapa 2)	36
3.4.3 Clasificación (Etapa 3)	36
4. CONCEPTUALIZACIÓN	37
4.1 Selección de requerimientos del equipo	37
4.2 Especificaciones del equipo.	38
4.3 Presentación de diseños conceptuales.	38
4.4 Diseño del equipo.	40
4.4.1 Diseño conceptual del equipo:	40
4.4.2 Capacidad y modelación 3D del equipo:	46
4.4.3 Identificación de cada sistema:	50
4.4.4 Detalles de diseño:	56
4.5 Planos de la máquina.	68

4.5.1 Planimetría mecánica y de ensamble del equipo:	68
4.5.2 Planimetría eléctrica y neumática del equipo:	83
4.5.3 Esquema de funcionamiento de control:	86
5. CONCLUSIONES	88
ANEXO A. TABLA DE REQUERIMIENTOS	93
ANEXO B. RESULTADOS ADICIONALES	94
ANEXO C. SOLUCIONES DE DISEÑO	95
ANEXO D. LISTADO DE COMPONENTES	97

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Ilustración 1. Fases de desarrollo del proyecto (Amaya, 2022).	15
Ilustración 2. Armadora de cajas Eagle T20C (Berran Industrial Group, 2018)	21
Ilustración 3. Armadora de cajas Eagle T210-SS (Berran Industrial Group, 2018)	22
Ilustración 4. Armadora de cajas INNOMECC (INNOMECC, 2022).	24
Ilustración 5. Patente para hacer cajas de cartón (BOIX JAÉN, 2018)	26
Ilustración 6. Equipo de montaje de cajas de cartón (Kiyosaku, 2015)	27
Ilustración 7. Etapas del plan de desarrollo para la máquina armadora de cajas (Eppinger, 2022)	28
Ilustración 8. Diseño seleccionado para la máquina.	39
Ilustración 9. Máquina vista desde diferentes ángulos	49
Ilustración 10. Dimensiones máximas y mínimas que puede armar y encintar el equipo.	49
Ilustración 11. Sistema Magazine	50
Ilustración 12. Sensor que enviará la señal para realimentar el sistema magazine	51
Ilustración 13. Guías y sistema de agarre	51
Ilustración 14. Sensor del sistema de agarre	52
Ilustración 15. Sistema magazine y sistema de agarre juntos	52
Ilustración 16. Guías y sistema de empuje	53
Ilustración 17. Elemento de cierre de aleta transversal	53
Ilustración 18. Elemento de cierre longitudinal	54

Ilustración 19. Sistema de bandas	54
Ilustración 20. Aleta transversal frontal	55
Ilustración 21. Sistema guía superior de cajas	55
Ilustración 22. Sistema de estructura	56
Ilustración 23. Área transversal del perfil	57
Ilustración 24. Soporte cuadrado de acero.	58
Ilustración 25. Sistema guía superior [SGS]	58
Ilustración 26. Desplazamiento máximo que presenta el perfil 1	59
Ilustración 27. El diagrama de cuerpo libre y diagrama de momentos para el perfil 1	60
Ilustración 28. Factor de seguridad del perfil 1.	60
Ilustración 29. Cuadrado de acero inoxidable del perfil 2	61
Ilustración 30. Sistema del cierre de aletas inferiores.	61
Ilustración 31. Desplazamiento máximo que presenta el perfil 2	62
Ilustración 32. Diagrama de cuerpo libre y diagrama de momentos para el perfil 2	63
Ilustración 33. Factor de seguridad del perfil 2	63
Ilustración 34. Cuadrado de acero inoxidable del perfil 3	64
Ilustración 35. Sistema Magazine	64
Ilustración 36. Centro del perfil al centro de la carga.	65
Ilustración 37. Desplazamiento máximo que presenta el perfil 3	66
Ilustración 38. Diagrama de cuerpo libre y diagrama de momentos para el perfil 3	67
Ilustración 39. Diagrama de esfuerzo de cortante	67
Ilustración 40. Factor de seguridad del perfil 3	68

Ilustración 41. Sistema Magazine explosionado	69
Ilustración 42. Ensamble del equipo y posiciones.	70
Ilustración 43. Sistema de estructura	70
Ilustración 44. Isométrico del sistema de estructura	72
Ilustración 45. Sistema de estructura explosionado	72
Ilustración 46. Sistema de bandas explosionado.	73
Ilustración 47. Ensamble del sistema para los diferentes tipos de cajas.	74
Ilustración 48. Sistema de cierre de la aleta transversal frontal.	74
Ilustración 49. Explosionado del sistema de apertura de cajas por vacío.	75
Ilustración 50. Sistema ensamblado y la dirección de funcionamiento del sistema	77
Ilustración 51. Explosionado del sistema de empuje de cajas y listado de partes	77
Ilustración 52. Ensamble del sistema y vistas para el ensamble.	78
Ilustración 53. Explosionado del sistema de cierre longitudinal	79
Ilustración 54. Explosionado del subsistema de cierre de aleta transversal frontal de la caja.	80
Ilustración 55. Explosionado del sistema guía superior de cajas.	81
Ilustración 56. Isométrico del sistema de guía superior de cajas	82
Ilustración 57. Planos eléctricos de la máquina	84
Ilustración 58. Planos neumáticos de la máquina	86
Ilustración 59. Diagrama de la Opción 2	95
Ilustración 60. Diagrama de la Opción 3	95
Ilustración 61. Diagrama de la Opción 4	96

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Actividades y responsabilidades habituales de la planeación (Ulrich, (2004))	15
Tabla 2. Desarrollo del concepto del proyecto (Ulrich, (2004)).	16
Tabla 3. Diseño a nivel de sistema (Ulrich, (2004))	16
Tabla 4. Diseño de detalle del proyecto (Ulrich, (2004))	17
Tabla 5. Pruebas y refinamiento (Ulrich, (2004))	18
Tabla 6. Inicio de producción (Ulrich, (2004))	18
Tabla 7. Algunas preguntas de la encuesta realizada	33
Tabla 8. Valor de los requerimientos del cliente	34
Tabla 9. Funciones y opciones	41
Tabla 10. Función 1, alimentación de cartón desplegado.	42
Tabla 11. Función 2, selección del tamaño de la caja de cartón.	43
Tabla 12. Función 4, formar la caja de cartón.	43
Tabla 13. Función 3, selección y agarre caja de cartón	43
Tabla 14. Función 5, cerrar las aletas transversales inferiores.	44
Tabla 15. Función 6, cerrar las aletas longitudinales inferiores.	44
Tabla 16. Función 7, sellado inferior de la caja.	45
Tabla 17. Función 8, energía utilizada.	45
Tabla 18. Soluciones a los diferentes sistemas	47
Tabla 19. Características del acero. (Flux o fy, N.F.)	57

Tabla 20. Listado de partes del sistema Magazine	69
Tabla 21. Listado de partes del sistema de estructura	71
Tabla 22. Listado de partes del sistema de bandas	73
Tabla 23. Listado de partes del sistema de apertura de cajas	76
Tabla 24. Listado de partes del sistema de empuje	78
Tabla 25. Listado de partes del sistema de cierre longitudinal	80
Tabla 26. Listado de partes del sistema de cierre de aleta transversal	81
Tabla 27. Listado de partes del sistema de guía superior	82
Tabla 28. Tabla de requerimientos.	93
Tabla 29. Tabla de especificaciones	94
Tabla 30. Rodamientos	97
Tabla 31. Caja reductora	97
Tabla 32. Motor	97
Tabla 33. Componentes neumáticos	97

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Tabla de requerimientos	93
Anexo B. Resultados adicionales	94
Anexo C. Soluciones de diseño	95
Anexo D. Listado de componentes	97

INTRODUCCIÓN

Se observó como en la antigüedad la realización de trabajos era de manera más artesanal, menos práctica e improductiva, donde la técnica, la capacitación, la seguridad, la salud y el bienestar del operario se encontraban en un segundo plano o incluso no hacían parte de los lineamientos o políticas establecidos en las empresas; la unificación de los errores anteriormente mencionados nos da como resultado de una u otra forma la ampliación de los tiempos en el cumplimiento de tareas productivas y por lo tanto afectan la efectividad de las mismas.

Con el pasar de los años la ejecución de actividades laborales han sufrido una evolución constante, lo cual nos da en la era actual la tecnificación y automatización de los procesos, buscando como tal la efectividad en las compañías, siempre apuntando al aumento de producción, el cuidado del trabajador y algo muy importante, ser amigable con el medio ambiente. La regulación actual del sistema de seguridad y salud en el trabajo en Colombia se ha vuelto demasiado estricta buscando velar por las condiciones tanto laborales, como extralaborales óptimas para el trabajador.

Siendo consecuentes con todo esto, la industria en la búsqueda de mejora permanente de sus procesos y tratando de automatizar sus líneas, tiene la necesidad de aumentar varios factores para un óptimo desempeño entre los cuales están, la seguridad del trabajador, mejorar la calidad de su producto, aumentar el ritmo de producción, entre otros. Nuestra propuesta en este artículo está enfocada directamente en la producción de un proceso que se encuentra en el final de su línea de empaque. Lo que esta empresa busca es la automatización del proceso de armado de cajas en la línea de una de sus filiales, aumentando de capacidad de producción y reduciendo las incapacidades generadas o derivadas por lesiones resultantes por las actividades o movimientos repetitivos establecidos.

*Nuestra propuesta en este trabajo de grados está dirigida puntualmente para la empresa **MVM Industries S.A.S.** está es una empresa ubicada en la ciudad de Medellín, constituida formalmente desde el año 2015 que se dedica a diseñar, integrar, fabricar, ensamblar y poner en servicio tecnología y maquinaria para el empaque final de línea. MVM se ha convertido en un proveedor estratégico de grandes empresas del país, logrando aportar soluciones individuales. La compañía hoy día cuenta con una amplia gama de productos que suple en su medida las necesidades de los clientes, con máquinas que están a la vanguardia de la tecnología y que buscan a su vez facilitar los procedimientos, aumentando la capacidad de oferta, reduciendo los riesgos inherentes a la actividad laboral y logrando la disminución de mano de obra necesaria, la cual a su vez puede ser reubicada o delegada para el desarrollo de otras actividades, observando las características y el campo de acción de la empresa entendemos que es una opción viable y aplicable a ella.*

Al identificar la necesidad de automatización que tenía Meals de Colombia, con MVM Industries, se planteó el desarrollo de un equipo dedicado al armado y encintado de cajas de cartón corrugado, diseñado a la medida de la necesidad que tenía la empresa. Este equipo permitirá eliminar las limitaciones que se tienen en la línea de empaque y como plus reducirá las incapacidades médicas que pueden aparecer al realizar esta actividad por los operarios de producción de manera manual.

1. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El empaque en cajas de cartón es un proceso casi que inherente en la línea de producción de un sinnúmero de empresas a nivel mundial; en la actualidad gran parte de la industria realiza este proceso de manera manual, disponiendo de cierta cantidad de personas para ello, conllevando a que este procedimiento se convierta en algo repetitivo, por lo cual se corre el riesgo de la aparición de enfermedades laborales como resultado de dicha actividad, además de problemas respiratorios derivados de la inhalación de material particulado.

La empresa Meals de Colombia S.A.S., ubicada en la ciudad de Bogotá, dedicada a la producción y venta de helados, lácteos, jugos, postres, entre otros, consideró la necesidad de automatizar el proceso de armado de cajas para la línea de Crem Helado, al referirse a la automatización se habla de aquellos sistemas que permiten transferir labores y tareas de producción, generalmente realizadas por operadores humanos, al conjunto de elementos tecnológicos disponibles, lo cual origina ventajas importantes, tal como mejorar las condiciones de trabajo del personal, optimización del tiempo en el desarrollo e incremento de la seguridad de los procesos y la simplificación de la ejecución al integrar la producción con la gestión (Ahmad, 2022). Para este proceso en la actualidad se utilizan tres operarios durante los tres turnos laborales, encargados de armar las cajas de cartón corrugado y aplicar cinta en la parte inferior, para pasar al sistema de empaque donde otros operarios se encargan de empacar el producto.

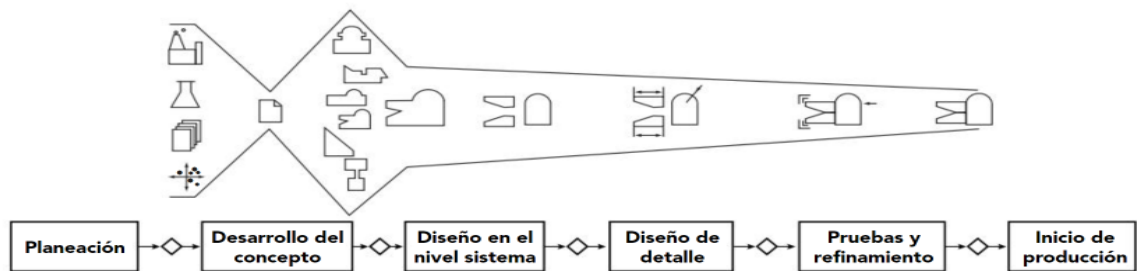
La empresa Meals con este proyecto muestra una responsabilidad social con los empleados, ya que se evita la ejecución de trabajos repetitivos que conlleven a la aparición de enfermedades laborales, afectando así la calidad de vida de estos.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 Metodología Ulrich & Eppinger

Generalmente el proceso para el desarrollo de un producto consta de seis fases organizacionales secuenciales, las cuales ayudan con la estructuración de este. Las seis fases que componen el desarrollo del producto son: Planeación, desarrollo de conceptos, diseño en el nivel del sistema, diseño de detalle, pruebas y refinamiento, inicio de producción.

Ilustración 1. Fases de desarrollo del proyecto (Amaya, 2022).



1.2.1.1 Planeación

En la fase inicial, se identifica el proyecto, la aprobación y el lanzamiento. En la figura 2 se muestran algunas actividades de planeación en las diferentes áreas. El objetivo de esta fase es declarar la misión del proyecto, los objetivos del producto y el mercado, para luego definir las restricciones y suposiciones.

Tabla 1. Actividades y responsabilidades habituales de la planeación (Ulrich, (2004))

Planeacion	
Marketing	Articular la oportunidad de mercado. Definir segmentos de mercado.
Diseño	Considerar la arquitectura y la plataforma del producto. Evaluación de las nuevas tecnologías.
Fabricación	Identificar las restricciones del producto. Establecer la estrategia para la cadena de suministro.

1.2.1.2 Desarrollo del concepto

En esta etapa se identifican las necesidades de los clientes, para establecer las especificaciones del producto, se determinan los sistemas, procesos, procedimientos adicionales que se puedan llevar a cabo y los conceptos que pueden aportar al desarrollo de este. En la figura 3 se puede observar las actividades y responsabilidades habituales del desarrollo de concepto.

Tabla 2. Desarrollo del concepto del proyecto (Ulrich, (2004)).

Desarrollo del concepto	
Marketing	Recabar necesidades de los clientes. Identificar productos competitivos. Identificar usuarios líderes.
Diseño	Investigar factibilidad de conceptos de producto. Desarrollo conceptos de diseño industrial . Construir y probar prototipos experimentales.
Fabricación	Estimar costos de manufactura. Evaluar factibilidad de producción.

1.2.1.3 Diseño en el nivel del sistema

En la etapa 4 se hallan los diferentes subsistemas que va a tener el producto, la arquitectura del proceso, componentes y esquemas de ensamble. Los resultados de esta fase, generalmente comprende las dimensiones finales, diagrama de flujo de funcionamiento, espacio y ubicación. En la figura 4 se observa el cronograma de actividades y responsabilidades habituales del diseño en el nivel del sistema.

Tabla 3. Diseño a nivel de sistema (Ulrich, (2004))

Diseño a nivel de sistema	
Marketing	Desarrollar plan para opciones de producto y familia extendida de productos.
Diseño	Generar arquitecturas de producto. Definir subsistemas e interfaces principales. Refinar diseño industrial. Ingeniería preliminar de componentes.
Fabricación	Identificar proveedor para componentes clave. Efectuar análisis de fabricación contra comprar. Definir esquema final de ensamble.

1.2.1.4 Diseño de detalle

La etapa 5, consta de definir específicamente la geometría final del equipo y todos sus componentes, se seleccionan los procesos de manufactura, mediante ensayos y estudios se seleccionan los materiales, componentes comerciales, proveedores entre otros. En la figura 5 se muestran actividades y responsabilidades habituales del diseño. El resultado de esta etapa es la documentación del producto (planos, archivos de cómputo, diagramas de flujo, fichas técnicas de productos, planes de fabricación, y sistemas de ensamble final).

Tabla 4. Diseño de detalle del proyecto (Ulrich, (2004))

Diseño de detalle	
Marketing	Desarrollar el plan de mercadotecnia
Diseño	Definir geometría de piezas. Seleccionar materiales. Asignar tolerancias. Completar documentación de control de diseño industrial.
Fabricación	Definir procesos de producción de piezas. Diseñar herramental. Definir procesos de aseguramiento de la calidad. Iniciar adquisición de herramental para fabricación.

1.2.1.5 Pruebas y refinamiento

El objetivo de esta fase es realizar pruebas al prototipo del producto, que, aunque no está completamente culminado permite realizar pruebas para así dar los ajustes pertinentes y obtener un resultado óptimo, se realizaran pruebas con materiales que puedan ser similares y cubran las necesidades de producto, esto con el fin de revisar si el producto cumplirá la funcionalidad con el que fue diseñado. Los resultados que se esperan obtener son determinar la confiabilidad del producto y determinar cambios importantes desde ingeniería que se necesiten para el diseño final. En la figura 6 se muestran actividades y responsabilidades habituales de las pruebas y refinamiento.

Tabla 5. Pruebas y refinamiento (Ulrich, (2004))

Pruebas y refinamiento	
Marketing	Desarrollar promoción y lanzar materiales. Facilitar pruebas de campo.
Diseño	Probar desempeño, confiabilidad y durabilidad generales. Obtener aprobaciones legales. Evaluar impacto ambiental. Implementar cambios de diseño.
Fabricación	Facilitar el inicio de producción de los proveedores. Refinar procesos de fabricación y ensamble. Capacitar personal, Refinar proceso de aseguramiento de la calidad.

1.2.1.6 Inicio de producción

Esta es la fase final y tiene como propósito el acompañamiento en el proceso de fabricación componentes y ensamble, las capacitaciones al personal y resolver las inquietudes que se generen en la fabricación. Otra característica es identificar en el proceso mejoras que se puedan realizar en futuros proyectos.

Tabla 6. Inicio de producción (Ulrich, (2004))

Pruebas y refinamiento	
Marketing	Poner la primer producción al servicio de clientes clave.
Diseño	Evaluar los resultados de la primera producción
Fabricación	Iniciar operaciones del sistema de producción.

1.2.2 Análisis de mercado

La investigación de mercados es la reunión, el registro y el análisis de todos los hechos acerca de todos los problemas relacionados con la transferencia y venta de bienes y servicios del productor al consumidor. (Herrera Prieto, 2022) por lo tanto, al realizar un estudio sobre el mercado se obtiene un análisis estratégico y profundo de las prácticas más eficientes llevadas a cabo por las empresas dedicadas al mismo sector productivo. Esta herramienta esencial nos sirve para el perfeccionamiento de productos, procesos y servicios.

Lo que se pretende con este tipo de estudios es analizar las experiencias, estudios y prácticas de otras empresas con el fin de mejorar el desempeño propio, superar de una manera más práctica y productiva los retos ya evidenciados y progresar en competitividad externa, a esto se le conoce en el mercado como un **benchmarking** que significa evaluación comparativa y **La intención es aprender de la experiencia de los demás para mejorar tu propio desempeño**, Contrario a copiar, esto te permitirá diferenciarte de los demás de una manera efectiva (Guest Autor, 2022). Los objetivos elementales del **benchmarking** que se tratan de alcanzar con este estudio son:

- Definir nuevos conceptos de análisis
- Ampliar el conocimiento de la propia empresa, lo que conlleva a mejorar lo que produce.
- Identificar qué procesos se deben mejorar.
- Disminuir el número de errores.
- Reducir costos. (Guest Autor, 2022)

Con base a la anterior información suministrada se realizó un estudio de mercado y un **benchmarking** en el sector industrial, buscando competidores que ofrecieran equipos que realicen la misma utilidad que nuestro producto diseñado va a entregar, conociendo empresas donde sea posible la aplicación de este producto, definiendo nuevos conceptos, que luego de ser analizados permitirán ampliar la idea sobre el desarrollo de este tipo de equipos. Para alcanzar esta meta se debe indagar sobre los sistemas y subsistemas que conforman estas máquinas, esto con el objetivo de conocer sobre lo que se está desarrollando, identificando qué procesos se podrían mejorar lo que posibilita realizar un diseño óptimo y eficiente creando así un factor diferenciador para ser competitivos en este mercado. Este proceso se debe estar actualizando regularmente para reflejar cambios en el ambiente de la competencia, cambios en tecnología e información sobre el éxito de los productos existentes, en nuestra investigación se encontraron cinco máquinas de diferentes fabricantes haciendo un análisis de las características que se consideran más importantes:

- Velocidad
- sistema de sellado
- para cuantos formatos de caja se puede adaptar

- Dimensiones y peso
- Materiales

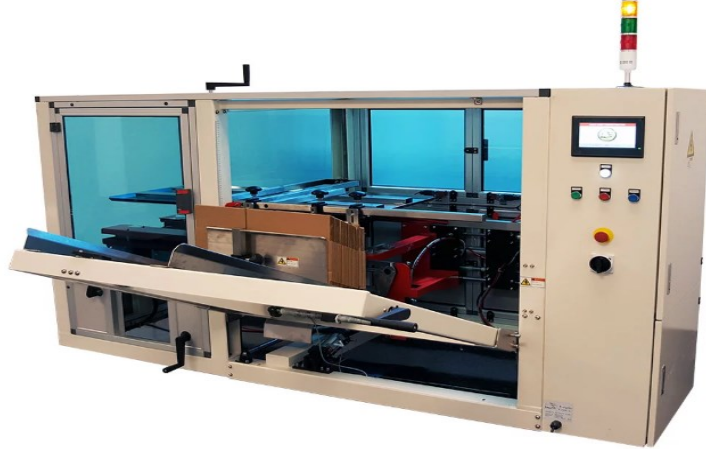
1.2.3 Maquinas utilizadas en la industria:

En esta fase del trabajo se realizó una investigación que nos permite conocer las máquinas que se encuentran actualmente disponibles en el mercado a nivel mundial según los requerimientos de los clientes, en la investigación se encontraron diferentes equipos que pueden cumplir una función igual o similar a la propuesta en este proyecto. Esto nos permite conocer las principales ventajas y desventajas que tiene nuestra maquina a nivel de competitividad empresarial y producción. El desarrollo de un producto nacional que supla esta necesidad es importante, ya que se puede ofrecer servicios técnicos, repuestos, capacitaciones más acordes y de forma más accesible. Las maquinas encontradas actualmente en el mercado son:

1.2.3.1 Eagle T20CF

De principio a fin, esta armadora de cajas construye y sella la parte inferior de cada caja en solo 3 segundos. En lugar de detener su producción, la **Eagle T20CF** es adecuada para varios tamaños de cartón. Por ejemplo, puede ajustar manualmente los tamaños de las cajas de cartón en menos de dos minutos. En resumen, estas características proporcionan una mayor productividad (Berran Industrial Group, 2018)

Ilustración 2. Armadora de cajas Eagle T20C (Berran Industrial Group, 2018)



La máquina Eagle T20CF cuenta con los siguientes sistemas que la ubican en una buena posición competitiva:

- Sistema magazine con contrapeso.
- Brazo captador con ventosas. (Maquina Armadora de cajas (Patente: 2 660 059))
- Brazo guía curvo para ayudar a formar la caja. (Maquina Armadora de cajas (Patente: 2 660 059))
- Sistemas neumáticos para el cierre de las aletas inferiores.
- Sistema de bandas laterales con motor para la salida de las cajas
- Encintador en la parte inferior.
- Sistema de parada de emergencia y seguridad de 5 puntos líder en la industria
- Máquina completamente cerrada con puertas de acceso de seguridad
- Cabezal de cinta ajustable para cinta de 2" o 3" usando el mismo cabezal
- Plegado y sellado de cajas completamente automático
- Ajuste de caja rápido y sencillo
- Alarma de advertencia de caso bajo
- Alarma de advertencia de cinta rota
- Pantalla táctil a color de 7" fácil de usar
- Sistema de autolimpieza

- Hasta 12 cajas por minuto.

1.2.3.2 Eagle T210-SS

Esta máquina tiene correas de transmisión superiores y laterales motorizadas que facilitan el encintado de la parte superior e inferior de la caja. Además, está construida en acero inoxidable resistente que proporciona una durabilidad extrema. (Berran Industrial Group, 2018).

Ilustración 3. Armadora de cajas Eagle T210-SS (Berran Industrial Group, 2018)



En este equipo se observan los siguientes sistemas para tener en cuenta:

- Sistemas de banda inferior con motor para la salida de cajas.
- sistemas de encintado inferior y superior.

Algunas características de la máquina son:

- Construcción de acero inoxidable
- Correas de transmisión superior e inferior
- Ruedas bloqueables
- Exprimidores superiores

- Mástil doble
- Cabezales de cinta superior e inferior
- Extensión de mesas de rodillos
- Ideal para cartones anchos

También cuenta con otras opciones Disponibles:

- Motores de alta velocidad
- Transportador de rodillos
- Altura de trabajo extendida
- indexador
- Accesorio de sujeción
- Sensor de cinta baja

Sensor de cinta rota

1.2.3.3 Armadora de cajas INNOMECC

La máquina armadora de cajas realiza el proceso de formar, doblar y sellar la caja de cartón completamente automática, sellando por la parte inferior de la caja. Se puede ajustar fácilmente a distintos tamaños de cajas. (INNOMECC, 2022).

Ilustración 4. Armadora de cajas INNOMEK (INNOMEK, 2022).



Algunas de las ventajas que nos ofrece esa armadora son:

- Control individual de los componentes de la máquina.
- Panel Touch para el ingreso de los menús de servicio de la máquina y aviso de fallas.
- Guardas de seguridad.
- Parada automática por ausencia de tapas, por apertura de puerta, por presión neumática insuficiente.

En este equipo se observan los siguientes sistemas para tener en cuenta:

- Sistema magazine con contrapeso.
- Brazo captador con ventosas. (Máquina Armadora de cajas (Patente: 2 660 059))
- Brazo guía curvo para ayudar a formar la caja. (Máquina Armadora de cajas (Patente: 2 660 059))
- Sistemas neumáticos para el cierre de las aletas inferiores.
- Sistema de bandas laterales con servomotor para controlar la posición de las cajas y la evacuación de estas.

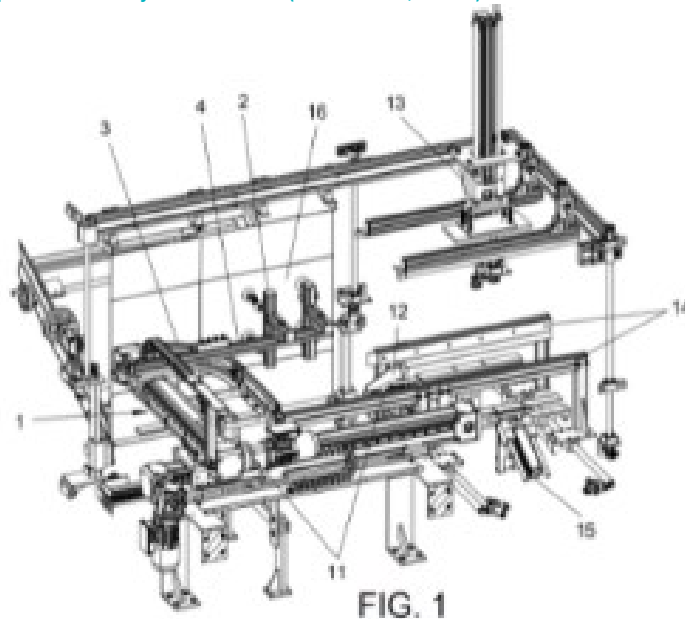
- Equipos de aplicación de Hotmelt (pegamento) para el sellado de las aletas en la parte inferior.
- Sistema pisador para el sellado con el Hotmelt.

1.2.3.4 Máquina Armadora de cajas (Patente: 2 660 059)

Esta máquina armadora de cajas comprende un dispositivo transportador mediante el que se recogen cajas de una zona de recepción que almacena las cajas plegadas y apiladas, y se entregan en una zona de conformado, sin dispositivos intermedios, donde se termina de configurar el armado de la caja. El dispositivo transportador incorpora un brazo captador, con un sistema de ventosas para captar cajas, que desliza por un riel frontal según una dirección y donde la caja se despliega al interferir en su movimiento de traslación con una viga curvada, desplazándose el dispositivo transportador por un raíl transversal, según una dirección perpendicular X para depositar la caja en la zona de conformado. (BOIX JAÉN, 2018). En este equipo se observan los siguientes sistemas para tener en cuenta:

- Brazo captador con ventosa
- Brazo curvo para el formado de cajas.
- Riel transversal con motor para la evacuación de las cajas.
- Riel frontal con el que se desplaza el brazo captador.

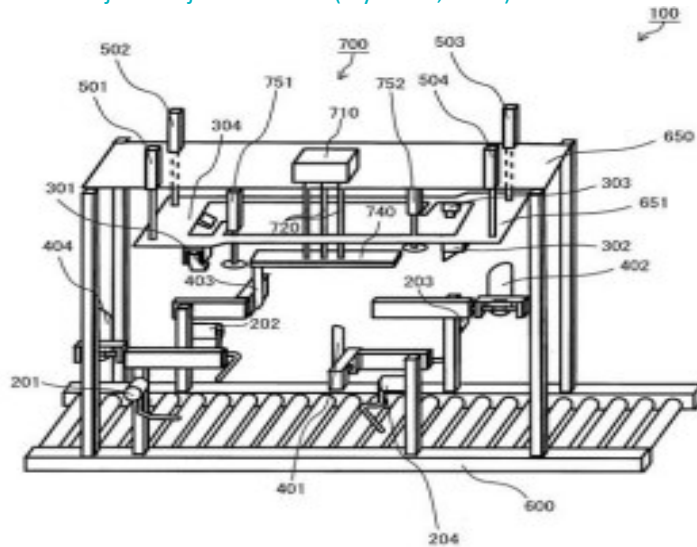
Ilustración 5. Patente para hacer cajas de cartón (BOIX JAÉN, 2018)



1.2.3.5 Equipo de montaje de cajas de cartón

Esta máquina cuenta con un elemento de bloqueo que evita que una parte de las cuatro piezas se mueva en la dirección de plegado solapado bloqueando una parte, posee un dispositivo móvil que mueve el extremo inferior del elemento de bloqueo en una dirección que incluye al menos un componente vertical y un miembro super plegable que empuja hacia abajo un parte de la otra de las cuatro piezas sirviendo como tapa de la caja de cartón. El dispositivo móvil sostiene integralmente una pluralidad de elementos de bloqueo. El miembro de bloqueo evita que cada parte de las cuatro piezas o aletas de la caja se muevan en la dirección de plegado superpuesto. Otra característica del dispositivo móvil es que mueve simultáneamente las partes extremas inferiores de la pluralidad de elementos de bloqueo y abre simultáneamente cada parte de las cuatro piezas. (Kiyosaku, 2015)

Ilustración 6. Equipo de montaje de cajas de cartón (Kiyosaku, 2015)



Este equipo cuenta con los siguientes sistemas para ser tenidos en cuenta:

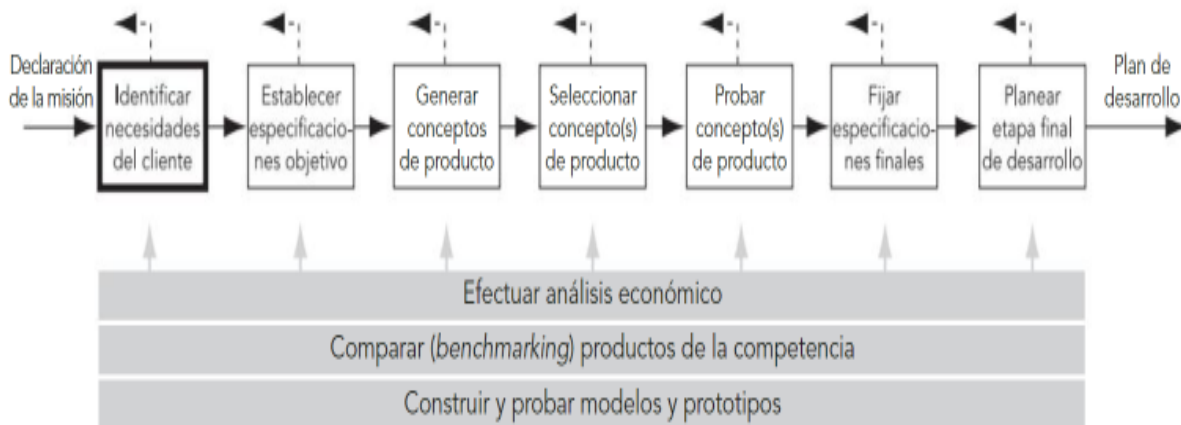
- Miembro de bloqueo
- Miembro de placa inclinado hacia abajo
- Mecanismo de ajuste de ángulo
- Mecanismo de rotación
- Elemento de presión

1.2.4 Encuesta de necesidades:

El objetivo de la encuesta de necesidades es identificar aquellas áreas dentro de un proceso que necesitan mejoras, para luego implementarla en tus procesos existentes, con esta encuesta sirve para analizar los datos y realizar cambios internos (Team Asana, 2022), La idea principal con este tipo de encuestas es generar un medio de información de alta calidad entre el cliente y los desarrolladores del producto. Esto se realizará basándose en la premisa de que los encargados del desarrollo del producto deben interactuar con el cliente para conocer el ambiente, las necesidades y el entorno donde se va a desempeñar la máquina que se va a desarrollar. Sin esta interacción directa entre cliente y desarrollador

del proyecto es muy complejo que las necesidades expuestas se resuelvan correctamente (Ulrich, (2004)).

Ilustración 7. Etapas del plan de desarrollo para la máquina armadora de cajas (Eppinger, 2022)



Para realizar nuestra encuesta de necesidades se realizó este estudio a posibles clientes, buscando identificar nuestras posibles fortalezas en el mercado y las necesidades que tenían principalmente en sus áreas de empaque, que es donde se ubica la máquina que se va a implementar. Tomando como referencia el libro de *Diseño y desarrollo de productos* se realiza un método de cinco pasos:

- Recopilar datos sin procesar de los clientes
- Interpretar los datos sin procesar en términos de las necesidades del cliente.
- Organizar las necesidades en orden de una jerarquía de necesidades primarias, secundarias y de ser necesarios terciarias.
- Establecer la importancia relativa de las necesidades
- Reflexionar en los resultados y el proceso

1.2.5 Matriz de Pugh

Este es un tipo de herramienta que se utiliza para la toma de decisiones sobre el desarrollo de un nuevo producto o servicio, diferenciar los criterios que van a aportar más valor de una manera cuantitativa, dicho de otra forma, es una manera rápida de poder priorizar las características del producto que se desea lanzar al mercado o a mejorar. Esta matriz también puede ser utilizada para observar cuál es la mejor opción frente a un problema, en otras palabras, se basa en el estudio comparativo de las diferentes alternativas para conseguir realizar la opción que vaya a conseguir un mayor beneficio. Por lo tanto, con esta matriz se observaron cuáles son los puntos fuertes y las limitaciones que presentan las posibles alternativas al problema que se presenta al momento del empaque, la ventaja de la Matriz Pugh es acercar de una manera más concreta la toma de decisiones subjetivas a una objetiva y cuantitativa (González, 2022).

Para tener una mayor certeza a la hora de la toma de decisiones se tuvo en cuenta una matriz de Pugh, la cual permitió comparar las opciones que se obtuvieron mediante un arreglo multidimensional (matriz de decisiones); la aplicación de esta se realiza durante la fase de diseño. Como primer paso se identifican los criterios a evaluar, que son básicamente las necesidades del cliente y se ubican en filas dentro de la matriz, posterior se asigna unos valores como referencia teniendo en cuenta la importancia de cada uno de estos criterios. A su vez se tomó una de las máquinas evaluadas en el **benchmarking** que se acercaba más a los requisitos planteados, para obtener de esta manera un punto de comparación con los cuatro posibles diseños propuestos.

En el proceso de evaluación se asigna valor **1** si supera las exigencias, **0** si es igual o **-1** si está por debajo o no las cumple. Posteriormente esas calificaciones se multiplican por los valores referencia anteriormente mencionados, para finalmente realizar la sumatoria de los resultados que conllevan a indicar la propuesta más viable.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una maquina semiautomatizada que implemente el encintado de cajas de cartón corrugado prearmadas para la línea final de empaque; dicho ingenio integrará procesos manuales, mecánicos, neumáticos y eléctricos, partiendo de un modelo 3D y una ingeniería detallada del equipo y el estudio de la necesidad; logrando así un impacto positivo en cuanto al aumento de producción, disminución de enfermedades laborales.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar los diferentes conocimientos adquiridos durante el ciclo de estudiantil de ingeniería que permitan elaborar, diseñar y aplicar de un equipo semiautomático de armado de cajas de cartón corrugado.
- Facilitar y mejorar el proceso al final de la línea de producción ya que se observaron diferentes falencias en distintas empresas estudiadas.
- Apoyar de manera practica la línea de producción en ciertas empresas, en especial la empresa Meals garantizando el aumento de rentabilidad por tiempo y disminuyendo costos por operación.

3. METODOLOGÍA

Lo que se va a realizar es el desarrollo de un conjunto coherente y racional de la utilización de técnicas y al mismo tiempo procedimientos que tiene como propósito la recolección, la clasificación, la validación de datos y de allí pasar a la ejecución. Es que a partir de experiencias reales en las diferentes compañías visitadas se pudo analizar, estudiar, cuantificar y canalizar la información con el fin de que la información obtenida se pueda adaptar de manera casi idónea al proyecto, que la máquina diseñada sea precisa, enfocada en las necesidades del cliente y que permita dar una solución de una forma más acertada, para ello lo que se hace entonces con la información recolectada fue dividir el proceso en cuatro etapas principales las cuales fueron:

- Identificar las necesidades del cliente
- Análisis y resultados de las encuestas
- Cálculos y selección de materiales
- Diseño y creación de la máquina según las necesidades

A su vez cada una de las etapas anteriores fueron subdividirlas en etapas secundarias con el fin de lograr un orden en el proyecto y tener un cronograma de ejecución.

3.1 IDENTIFICAR NECESIDADES

Para llevar a cabo este estudio y la recolección de datos nos valimos de diferentes métodos o acciones, se realizaron preguntas a los ingenieros encargados de los procesos de producción, visitas al lugar donde se presentaban las necesidades, videos, fotografías, entre otros.

3.1.1 Reuniones (Etapa 1)

Se realizaron 3 reuniones planificadas en compañía de diferentes personas de la empresa a la cual se visitaba, las reuniones se trabajaban de la siguiente manera:

- Recolección de datos y problemáticas planteadas por el cliente
- Se entrega idea de maquinaria adecuada para el lugar y se analizan sugerencias
- Entrega final de los resultados

El acompañamiento del personal de la empresa en estas entrevistas es idóneo y casi obligatorio ya que ellos nos exponen las necesidades de la línea de producción. Entre el personal se encontraban el ingeniero encargado del área de producción, una persona del área de mantenimiento y un operario de producción específicamente del área de empaque.

3.1.2 Exigencias (Etapa 2):

El personal que nos acompaña realiza una serie de peticiones o características que se deben tener en cuenta para el desarrollo del proyecto.

3.1.3 Evaluación Interna (Etapa 3)

Se realiza una inspección al sitio donde va a ser instalado el equipo para así evaluar las condiciones del lugar (temperatura, humedad, ventilación, iluminación, espacio, etc.), con esta inspección se observan las posibles condiciones de trabajo tanto de los operarios actualmente como de la máquina a futuro.

3.1.4 Planificación (Etapa 4)

Una vez las etapas anteriores ya han sido superadas se procede a realizar la planificación de la máquina, se empiezan a utilizar estos datos para determinar las dimensiones, el peso, a verificar si es posible realizarse la máquina según los diferentes factores que intervienen en el proyecto. Base con las etapas anteriores se realiza la planeación y el diseño inicial del equipo que se desea proponer al cliente.

3.2 RESULTADO DE LAS ENCUESTAS

Para identificar las necesidades del cliente y así poder obtener los resultados, se realiza una serie de entrevistas anteriormente mencionadas y explicadas al cliente, en la que se le hacen unas preguntas planteadas con antelación por nuestro equipo y basado en el libro de Diseño y desarrollo de productos para conocer de una manera más directa cuáles son las exigencias, necesidades y deseos del cliente para el desarrollo de la máquina. Todas estas respuestas se documentan, se archivan, se recopilan y luego se procesan por medio de estudios para dar la solución adecuada de diseño. En la tabla 1 se mostrará algunas de las preguntas realizadas y las respuestas de los clientes.

Tabla 7. Algunas preguntas de la encuesta realizada

Preguntas	Cliente Entrevistado				
	Zenú	Meals	Yanbal	Noel	Peldar
¿Cuál es la cantidad de cajas que necesita su línea de producción por minuto?	10	10	12	8	8
¿Cuántos formatos de cajas tiene su línea de producción?	5	4	3	13	2
¿Cuántas personas realizan este proceso actualmente?	2	2	3	3	2
¿Cómo realizar el proceso actualmente?	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual

Durante la entrevista nos enfocamos en conocer cuáles serían algunos de los aspectos de diseño importantes para la maquina según el cliente, algunas de sus prioridades se observan en la tabla 2. Este listado se realiza sobre necesidades del cliente, es el conjunto de todas las sugerencias obtenidas de todos los demás clientes que se han entrevistado pertenecientes a este tipo de mercado. Algunas necesidades no son técnicamente posibles de satisfacer, por lo tanto, se realiza un enfoque sobre los puntos que son posibles trabajar, los requerimientos expresados se clasifican en un orden jerárquico que permitirá determinar la importancia de cada uno y que ayudará en la definición del orden de desarrollo del equipo, buscando una solución competente con las necesidades que el

mercado requiere. Esta lista por lo general está formada por un conjunto de necesidades primarias y un conjunto de necesidades secundarias. Las necesidades primarias son más generales, mientras que las secundarias expresan necesidades con mayor detalle. Cuando se ordenan los requerimientos en orden jerárquico, inicialmente esta información por sí sola no muestra la importancia relativa que los clientes ponen a sus diferentes necesidades, esta importancia relativa de las diversas necesidades es esencial para hacer concesiones de manera correcta, entonces un paso importante en el proceso es hallar dicho orden de importancia, esto nos ayudara a establecer las prioridades expresadas por el cliente, para la ejecución de este punto se realiza una encuesta a un grupo de clientes donde se exponen las necesidades identificadas del cliente principal, para que los primeros califiquen la importancia relativa de las necesidades de este último.

Tabla 8. Valor de los requerimientos del cliente

	REQUERIMIENTO	VALOR DE IMPORTANCIA
D	Que sea liviana	6
D	Que sea Móvil	5
D	Que tenga la mayor cantidad de piezas móviles	1
D	Repuestos de fácil acceso	3
D	Que sea de bajo consumo	3
D	Bajo costo	2
D	Que genere poco desperdicio de materia prima	7
D	Que pueda ser graduable en tema de altura	6
E	Fabricar en materiales para la industria alimenticia	10
E	Que sea de un tamaño reducido	10
E	Que sea segura	10
E	Que garantice el mínimo de producción establecido	10
E	Que garantice diferentes tamaños de cajas	10
E	Que los niveles de ruido generados sean mínimos	10
E	Facilidad de operación	10
E	Facilidad de mantenimiento	10

3.3 DISEÑO.

Una vez analizada la información y hecha la recolección de datos se pasa a la parte del diseño de la máquina, la cual consiste en realizar bocetos, esquemas, estudios y

proyecciones con el equipo de trabajo para así informar una idea prediseñada al cliente, si el cliente aprueba esta etapa se pasaría a la etapa final donde se realizan los cálculos tanto económicos como de materiales.

3.3.1 Recolección (Etapa 1)

Con los datos de la investigación obtenidos anteriormente se empiezan a dar formato a las características esenciales que se desean obtener en la máquina.

3.3.2 Investigación (Etapa 2)

Se realizan búsquedas de información de maquinarias con características similares con el fin de análisis sus ventajas y evolucionar con respecto a sus desventajas.

3.3.3 Inicio (Etapa 3)

Una vez recolectada la información de investigación se da inicio la etapa de diseño, donde se tomarán en cuenta las exigencias, características y modificaciones que tiene que llevar la máquina.

3.3.4 Realimentación (Etapa 4)

Se realiza una nueva reunión con el cliente, donde se le muestra el prediseño realizado, los sistemas y subsistemas que componen el equipo y se explica su respectivo funcionamiento, también se le ofrecen otras opciones de funcionamiento. En esta etapa el cliente realiza sus observaciones, comentando principalmente los defectos que le parecen podría tener la máquina y haciendo otros requerimientos adicionales.

3.3.5 Correcciones (Etapa 5)

Los diseñadores se encargan de realizar las respectivas correcciones y peticiones hechas por el cliente dando por terminado el prediseño de la máquina.

3.4 CÁLCULOS DE MATERIALES.

Una vez concluidas las anteriores 3 etapas principales con sus respectivas subetapas, estamos listos para empezar a realizar los cálculos y la selección de los materiales más adecuados esto se debe a que conocemos las características del lugar donde se desea poner a funcionar el equipo, los requerimientos del cliente y las exigencias internas y externas para la producción.

3.4.1 Cálculos (Etapa 1)

Conociendo ya las exigencias y las condiciones reales se procede a realizar cálculos para determinar las piezas que requiere la máquina ya que estas piezas o componentes tienen diferentes características que pueden variar según su tamaño, fuerza, capacidad, consumo y otros factores que influyen en el correcto funcionamiento del equipo.

3.4.2 Búsqueda (Etapa 2)

Se realiza una búsqueda de los componentes que se necesitan con proveedores nacionales e internacionales con el fin de verificar disponibilidad, precios y se sean obviamente los idóneos para la máquina.

3.4.3 Clasificación (Etapa 3)

Conociendo la disponibilidad y el precio de los componentes se realiza una clasificación para seleccionar que componente se va a utilizar, adicionalmente se realiza otro tipo de clasificación y este se hace según el sistema al que pertenezcan (neumático, eléctrico, mecánico, etc.). esto con el fin de tener un orden y un control específico a la hora de realizar el ensamble de las piezas.

4. CONCEPTUALIZACIÓN

4.1 SELECCIÓN DE REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO

Previamente se había realizado una lista de deseos y exigencias las cuales se mostraron en la tabla 2 que se encuentra en el capítulo 4, esta lista se creó en una de las reuniones iniciales que se tuvieron con el cliente, con base en dicha lista se empiezan a discutir los requerimientos que deben ser tomados en cuenta en el momento de realizar el diseño de la máquina. En algunos requerimientos el cliente realizó énfasis, los cuales fueron:

Materiales y componentes: Estos componentes deben cumplir con la normatividad y exigencias del usuario final, además deben ser aptos para la industria alimenticia.

Dimensiones: La máquina tendrá unas medidas específicas para que pueda ser ubicada fácilmente en el punto donde va a realizar sus funciones.

Producción: El cliente determinó un valor mínimo de cajas armadas por minuto que deben ser entregadas por la máquina, ya que es la velocidad mínima que maneja la línea de producción.

Accesibilidad: La fácil accesibilidad a los componentes del equipo para permitir que se realice el respectivo mantenimiento, cambio de algún componente averiado y en caso de que haya algún tipo de atasco por un fallo en el proceso pueda ser resuelto de manera fácil y rápida.

Modo de operación: El control y manejo del equipo debe ser diseñado de modo que los operarios puedan configurar el equipo de manera fácil y rápida.

Se analizaron otros requerimientos del cliente, los cuales se le explicaron de manera técnica que era difícil garantizar el cumplimiento de estos, por ejemplo, que el equipo sea liviano, que el consumo de energía generado sea bajo, que la cantidad de ruido generado

por el equipo sea mínima, en la tabla 11 en la sección 7.1 se observa los requerimientos que se tuvieron en cuenta para empezar con el diseño de la máquina.

4.2 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO.

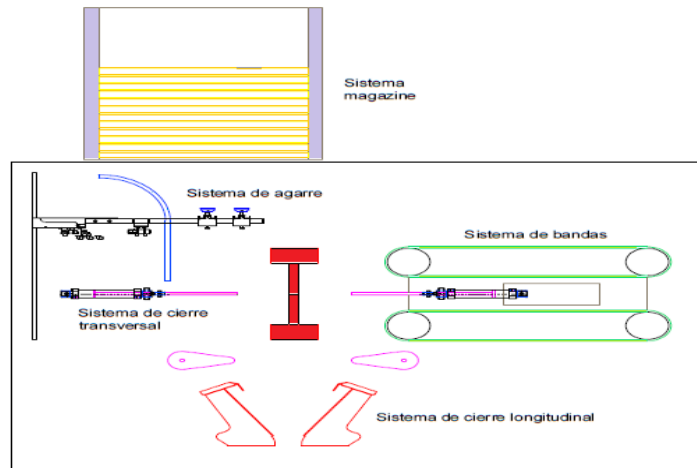
Para el desarrollo las especificaciones juegan un papel importante ya que, según sus especificaciones, los requerimientos del cliente, los materiales disponibles en el mercado y el presupuesto encontraremos las posibles soluciones, diseños y alternativas al proyecto. Los ítems que se tendrán en cuenta para el desarrollo de este proyecto son la geometría, energía, seguridad, costos, materiales, control, producción, seguridad, ergonomía, ensamble, operación y mantenimiento. En la tabla 12 en la sección 7.2 se pueden observar los resultados a estos parámetros.

4.3 PRESENTACIÓN DE DISEÑOS CONCEPTUALES.

Con base en los requerimientos que la empresa hace y teniendo en cuenta los requerimientos y las especificaciones para la máquina que se mencionan en las secciones 5.1 y 5.2, se idealizó inicialmente 4 posibles soluciones, de las cuales solo una puede ser tomada en cuenta como diseño final, a continuación, se presenta de una manera gráfica y escrita la solución encontrada para la empresa **MVM Industries S.A.S.**

En la ilustración 8 encontramos la solución número uno, donde se muestra la vista superior del sistema y donde se puede observar la disposición espacial de los subsistemas. Este diseño consiste en un sistema magazine (alimentación de cajas), un cuerpo de ventosas (para extraer la caja del sistema de alimentación), un perfil curvo que ayuda al formado de la caja, tres actuadores neumáticos encargados de cerrar las aletas transversales y longitudinales inferiores, un par de bandas transportadoras laterales, encargadas de pasar las cajas por el aplicador de cinta y a su vez de llevarlas a la línea final.

Ilustración 8. Diseño seleccionado para la máquina.



En la ilustración 60 de la sección 7.3 se observa la solución número dos. Este diseño está conformado por un sistema magazine (alimentación inicial de cajas), tres actuadores lineales (principal, longitudinal y esclavo) encargados del desplazamiento cartesiano del sistema de ventosas, las cuales se encargan de agarrar y sujetar la caja, pasarla por el riel curvo formador y posterior llevarlas al sistema de aplicación **hot melt**, adicional cuenta con sistema de cerrado de aletas inferiores y un pisador para evitar que se la caja se levante cuando se realice el suministro de pegante.

En la ilustración 61 de la sección 7.3 se observa la solución número tres. Este diseño presenta un sistema de entrada de cajas, doble cuerpo de ventosas (uno para extraer la caja del sistema de alimentación y el otro que ayuda a formar la caja y a transportarla hasta las bandas), un actuador neumático acompañado de un sistema de cierre encargados de cerrar las aletas transversales y longitudinales inferiores, un par de bandas transportadoras laterales, encargadas de pasar las cajas por el aplicador de **hot melt** y a su vez de llevarlas a la línea final.

En la ilustración 62 de la sección 7.3 se observa la solución número cuatro. Este diseño está conformado por un sistema de entrada de cajas, doble cuerpo de ventosas (uno para extraer la caja del sistema de alimentación y el otro que ayuda a formar la caja y a

transportarla hasta las bandas), dos actuadores neumáticos acompañado de un cilindro con dos pinzas neumáticas encargados de cerrar las aletas transversales y longitudinales inferiores, un par de bandas transportadoras laterales, encargadas de pasar las cajas por el aplicador de cinta y a su vez de llevarlas a la línea final.

Para este trabajo se toma como sistema idóneo la solución número uno ya que, por requerimientos, especificaciones del cliente, diseño, espacio, materiales, versatilidad y funcionamiento nos da la respuesta adecuada, después de haber mostrado los planos de la máquina en la empresa y de verificar que cumple con sus expectativas se pasa al diseño funcional en la sección 5.4. se amplía el concepto de este diseño.

4.4 DISEÑO DEL EQUIPO.

Este ítem se enfoca en mostrar cada una de las cualidades, análisis, patrones, cálculos y otras características esenciales para el diseño de la máquina.

4.4.1 Diseño conceptual del equipo:

Para el diseño conceptual del equipo se tomó en cuenta la forma de producción que se emplea actualmente en las empresas visitadas y a partir de allí se sacaron diferentes diseños y opciones para buscar el mejor sistema posible en cada una de las funciones que debe suplir la máquina, a continuación, se observará una tabla con imágenes explicando cada opción posible.

Matriz morfológica: Como se mencionó anteriormente, en la tabla 3 se observa al lado izquierdo la función a realizar durante el proceso de armado de la caja y se muestra en la mayoría de los casos 3 opciones para realizar dicha función.





En la tabla 3 hay 8 diferentes funciones que debe realizar la máquina para dar por terminado con el proceso de armado de la caja, se encuentran como primera opción la forma manual ya que es la forma actual como se viene realizando el proceso en la industria

y uno de los objetivos es cambiar esta forma de funcionamiento, más adelante se define cada una de las opciones encontradas para cada función realizada durante el proceso.

Tabla 9. Funciones y opciones

FUNCIONES	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
Alimentación de cartón desplegado	 Manual	 Sistema transmisión	
Selección del tamaño de la caja de cartón	 Manual	 Actuador lineal	 Tablero digital
Selección y agarre caja de cartón	 Manual	 Ventosas	 Pinzas neumáticas
Formar la caja de cartón	 Manual	 Perfil curvo	 Ventosas
Cerrar las aletas transversales inferiores	 Manual	 Cilindro neumático	 Perfil guía
Cerrar las aletas longitudinales inferiores	 Actuador neumático	 Cilindro neumático	 Perfil guía
Sellado inferior de la caja	 Manual	 Aplicador de cinta	 Aplicador hot melt

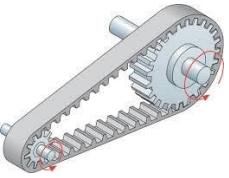
Tabla 9. Funciones y opciones

FUNCIONES	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
Energía utilizada	 Eléctrica	 Neumática	 Mecánica
Fin del proceso	 Caja formada		

Definición de las funciones: En este ítem se visualiza en cada una de las tablas las opciones o posibles soluciones para cada función, cada función puede ser realizada de forma manual pero no es el objetivo de nuestro trabajo:



Alimentación de cartón desplegado: En la tabla 10 se muestra solo una opción de sistema que puede reemplazar o servir para la alimentación de cartón desplegado, en este caso se tiene el sistema de transmisión mecánico.

Tabla 10. Función 1, alimentación de cartón desplegado.

 Sistema transmisión	El sistema de transmisión por poleas con correa consiste en dos poleas que están unidas por una misma correa o por un mismo cable. Su principal función es transmitir el movimiento circular del eje de una polea (motriz o, de entrada) al de la otra (polea conducida o de salida). De esta manera, ambas poleas giran solidariamente al eje.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------


Selección del tamaño de la caja de cartón: En la tabla 11 se observa 2 posibles opciones para esta función un actuador lineal o un tablero digital.

Tabla 11. Función 2, selección del tamaño de la caja de cartón.

 <p>Actuador lineal</p>	<p>Al aplicar alternativamente aire comprimido a las conexiones del cilindro, el émbolo avanza y retrocede. Por medio de un acoplamiento magnético, este movimiento es transferido a la corredera exterior. (FESTO, N.F)</p>
 <p>Tablero digital</p>	<p>Los tableros de control digital son dispositivos electrónicos que sirven como un sistema de control. En otras palabras, regulan y controlan la operación de los equipos y dispositivos. (WATTCO, 2022)</p>

Formar la caja de cartón: Para esta función se tienen 2 posibles opciones, un sistema de ventosas el cual se menciona en la tabla 13 y un sistema de perfil curvo.

Tabla 12. Función 4, formar la caja de cartón.

 <p>Perfil curvo</p>	<p>Elemento cuya función se centra en la formación de la caja de cartón corrugado.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

- **Selección y agarre caja de cartón:** En la tabla 13 se tienen 2 posibles opciones, un sistema de ventosas y un sistema de pinzas neumáticas.

Tabla 13. Función 3, selección y agarre caja de cartón





 <p>Ventosas</p>	<p>Son componentes que tras aplicar una presión negativa del aire (vacío) se adhieren a las superficies poco porosas. La diferencia de presión entre la atmósfera en el exterior de la ventosa y la cavidad de baja presión en el interior de la estructura es lo que mantiene la ventosa sujeta a la superficie. (URIARTE INDUSTRIA, 2018)</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 13. Función 3, selección y agarre caja de cartón

 <p>Pinzas neumáticas</p>	<p>Es un dispositivo que tiene la capacidad de retener y liberar un objeto mediante unos “dedos” mientras se ejecuta una operación específica. Los “dedos” no son parte de la pinza, sino que son herramientas especializadas y generalmente personalizadas por los clientes. (DIPRAX, N.F.)</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------


- **Cerrar las aletas transversales inferiores:** En la tabla 14 se observa 2 posibles opciones, un cilindro neumático y un perfil guía.

Tabla 14. Función 5, cerrar las aletas transversales inferiores.

 <p>Cilindro neumático</p>	<p>Los cilindros neumáticos se utilizan para la automatización industrial son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras. Básicamente consisten en un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón. (Micro, 2021)</p>
 <p>Perfil guía</p>	<p>Los perfiles guía se utilizan para guiar los productos transportados y también para evitar que se caigan del transportador. (Flex Link, N.F.)</p>



Cerrar las aletas longitudinales inferiores: Para esta función se tienen 3 posibles soluciones, un cilindro neumático, un perfil guía ya mencionados en la tabla 14 y un actuador neumático.

Tabla 15. Función 6, cerrar las aletas longitudinales inferiores.

 <p>Actuador neumático</p>	<p>Estos componentes convierten la energía del aire comprimido en movimiento mecánico. Se pueden encontrar fácilmente piezas que soportan el movimiento lineal o giratorio. (hntools, N.F.)</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------




Sellado inferior de la caja: En la tabla 16 se muestra 2 posibles soluciones, un aplicador de cinta y un aplicador *hot melt*.

Tabla 16. Función 7, sellado inferior de la caja.

 <p>Aplicador de cinta</p>	<p>Las encintadoras o aplicadores de cinta adhesiva son una herramienta de embalaje sumamente útil cuando utilizamos la cinta adhesiva de manera habitual y necesitamos una mayor comodidad. Incluyen cuchilla de corte y se utilizan en varios sectores. (Centro Embalaje Industrial, 2020)</p>
 <p>Aplicador hot melt</p>	<p>Los aplicadores de adhesivo hot melt operadas por aire (neumáticos) y eléctricas brindan una aplicación de adhesivos precisa, incluso en altas velocidades de línea. (abc PACK, N.F.)</p>

Energía utilizada: En la tabla 17 se muestra 3 posibles soluciones de alimentación para la máquina y su conjunto de sistemas, los cuales son la eléctrica, la neumática y la mecánica.

Tabla 17. Función 8, energía utilizada.

 <p>Eléctrica</p>	<p>La energía eléctrica es el movimiento de <u>electrones</u>. Definimos energía eléctrica o <u>electricidad</u> como la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos. (Planas, 2014)</p>
 <p>Neumática</p>	<p>La neumática es la tecnología que emplea un gas (normalmente aire comprimido) como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar <u>mecanismos</u> y máquinas. (AREATECNOLOGIA, N.F.)</p>
 <p>Mecánica</p>	<p>La energía mecánica se define como la capacidad de producir un trabajo mecánico que posee un cuerpo</p>

	debido a causas de origen mecánico, como su posición o su velocidad. (Planas, 2016)
--	-------------------------------------------------------------------------------------

Al final del proceso se tiene la caja de cartón corrugado totalmente formada como se observa en la tabla 9, con sus aletas inferiores debidamente cerradas, lista para ser utilizada por el operario en el proceso de empaque.

Conceptos de solución: Posteriormente a la matriz morfológica, la descripción y definición de las diferentes opciones dentro de cada una de las funciones, se trazaron cuatro posibles formas de solución del problema planteado, como se observa en la Tabla 18.

4.4.2 Capacidad y modelación 3D del equipo:

En esta sección se observan las capacidades, características y modelación en 3D de la máquina, lo que nos facilita identificar cada uno de los elementos o sistemas de esta, estos sistemas son:

- Sistema magazine (o de alimentación de cajas) **(M1298-ACA-SU007)**
- Sistema de estructura **(M1298-ACA-SU013)**
- Sistema bandas de salida **(M1298-ACA-SU004)**
- Sistema de apertura de cajas por vacío **(M1298-ACA-SU003)**
- Sistema de empuje de cajas **(M1298-ACA-SU001)**
- Sistema de cierre longitudinal **(M1298-ACA-SU008)**
- Sistemas de cierre transversal **(M1298-ACA-SU009)**
- Sistema guía superior de cajas **(M1298-ACA-SU005)**

Tabla 18. Soluciones a los diferentes sistemas

FUNCIONES	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
Alimentación de cartón desplegado	Manual	Sistema transmisión	
Selección del tamaño de la caja de cartón	Manual	Actuador lineal	Tablero digital
Selección y agarre caja de cartón	Manual	Ventosas	Pinzas neumáticas
Formar la caja de cartón	Manual	Perfil curvo	Ventosas
Cerrar las aletas transversales inferiores	Manual	Cilindro neumático	Perfil guía
Cerrar las aletas longitudinales inferiores	Actuador neumático	Cilindro neumático	Perfil guía
Sellado inferior de la caja	Manual	Aplicador de cinta	Aplicador hot melt
Energía utilizada	Eléctrica	Neumática	Mecánica
Fin del proceso	Caja formada		

Capacidades del equipo: La armadora de cajas, es una máquina que aproximadamente cuenta con un 80% de sus materiales en acero inoxidable, el otro 20% se distribuye en materiales como: UMHW (Polietileno de ultra alto peso molecular Aluminio, acrílico entre otros. (SUIMTEC, 2021) también cuenta con un gabinete eléctrico marca RITAL en poliéster, reforzado con fibra de vidrio el cual tiene una protección IP66. (rittal, N.F.)

Dimensiones del equipo: La máquina cuenta con las siguientes dimensiones aproximadamente:

- Largo: 2213mm
- Ancho: 1383mm
- Altura: 1468mm (con 120mm de regulación en altura).

Y cuenta con las siguientes dimensiones para la alimentación y salida de las cajas:

- Altura de alimentación de cajas de 824mm,
- Altura de salida de cajas de 830mm.

En la Ilustración 9 se observa la vista y las dimensiones generales de la máquina que ocupa en la planta de producción.

Peso: La máquina cuenta con un peso promedio de entre 350-400 Kg aproximadamente.

Capacidad: Tiene una capacidad de producción de 12 caja por minuto, este valor puede variar según la referencia de las cajas.

Almacenamiento: Tiene una capacidad de almacenamiento en su alimentación o sistema Magazine de 60 cajas según la referencia de las cajas.

Autonomía del equipo: 5 minutos

Referencias: El equipo cuenta con la capacidad de armar cajas entre las siguientes dimensiones:

- Largo: 350mm máximo – 230mm mínimo
- Ancho: 250mm máximo – 150mm mínimo
- Alto: 250mm máximo – 100mm mínimo

Seguridad: La máquina cuenta con guardas de seguridad y sensores inductivos que impiden que opere si una de estas guardas está abierta.

Maniobra: Cuenta con una pantalla Touch y volantes para la graduación del equipo para sus diferentes referencias de cajas.

Ilustración 9. Máquina vista desde diferentes ángulos

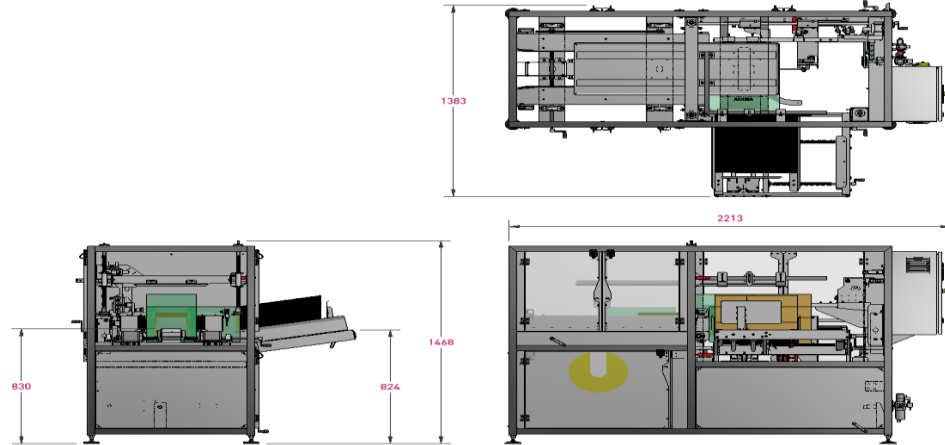
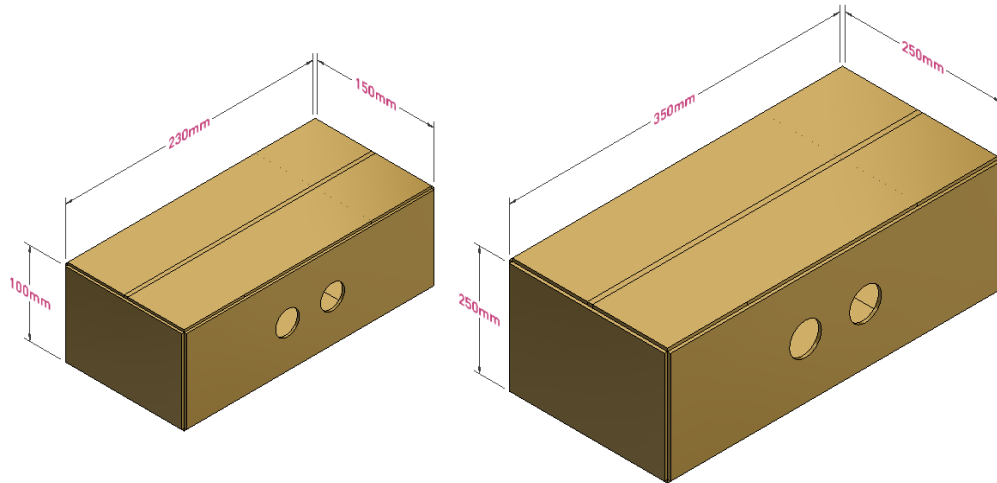


Ilustración 10. Dimensiones máximas y mínimas que puede armar y encintar el equipo.



Requerimientos del equipo: Para la instalación del equipo, solo es necesario una acometida eléctrica y una neumática que se especifican a continuación:

- Alimentación eléctrica: Potencia 300W, Conexión trifásica a 220 V, Cable # 14 + Tierra.
- Alimentación neumática: Acometida neumática de 1/2" - y una conexión con manguera 10 con una presión de 90PSI.

4.4.3 Identificación de cada sistema:

La máquina a diseñar cuenta con diferentes sistemas, los cuales fueron pensados o analizados debido a las especificaciones y posibles diseños que se mostró anteriormente, cada sistema dentro de la máquina cumple una función específica en el armado de la caja, no obstante, no se puede decir que alguno sea indispensable o más importante que el otro, todos son parte de un conjunto esencial en la elaboración de las cajas y a continuación, se explicará la función de cada uno y su representación gráfica.

Sistema Magazine: En el inicio del proceso de la máquina un operario se encarga de alimentar el sistema magazine (o sistema de alimentación de cajas prearmadas) con una determinada cantidad de cajas, estas cantidad puede variar dependiendo la referencia o medidas de cada caja, cuando ya esté lleno el sistema magazine de cajas comienza el proceso de ensamble, el sistema cuenta con una inclinación y con el contrapeso de las cajas se van deslizando hacia el interior de la máquina, cuando se deslice una de las caja las demás se irán desplazando hacia otra parte de la máquina para comenzar su ensamble. A medida que la cuantía de cajas se va reduciendo y el contrapeso va bajando, bajará una pestaña que, al tocar un sensor, envía una señal de alarma que indica que se debe realimentar nuevamente el sistema magazine. En el magazine se instalarán tornillos trapezoidales que servirán para abrir, cerrar, subir y bajar la estructura según el tamaño de las cajas a las que se les vaya a hacer el proceso de armado. En la ilustración 11 se observa el sistema magazine y sus tornillos trapezoidales, usados para el cierre y apertura según el tamaño de la caja.

Ilustración 11. Sistema Magazine

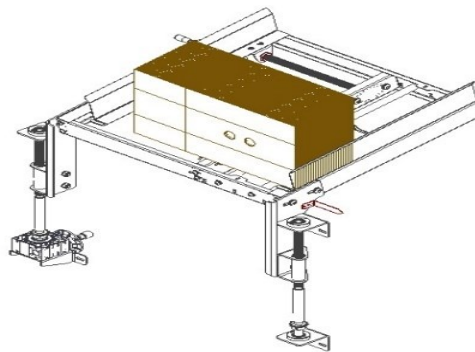
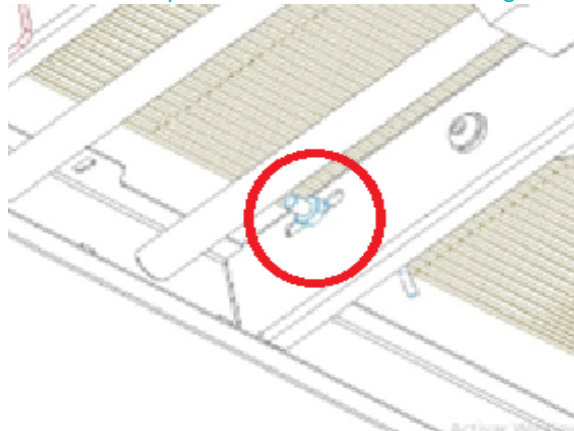
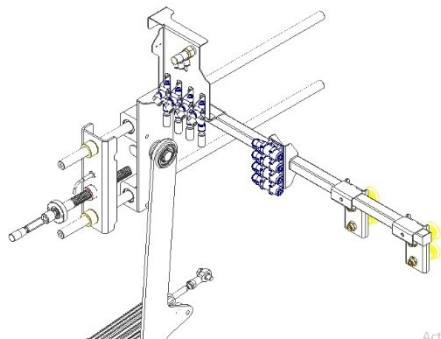


Ilustración 12. Sensor que enviará la señal para realimentar el sistema magazine



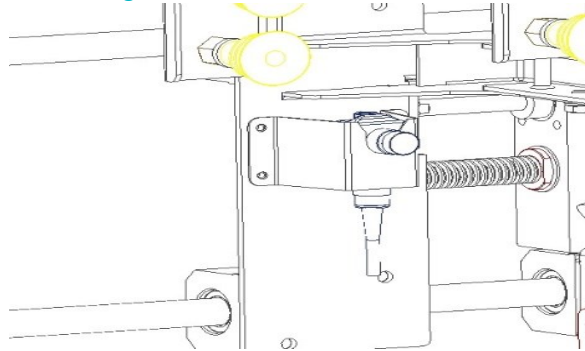
Sistema de formado y agarre: Se diseña un sistema de guías en el cual se instala un juego de ventosas que se desplaza con ayuda de un actuador neumático, la función principal de este sistema es el agarre de las cajas prearmadas, cuando las ventosas sujetan la caja y la halan, un perfil doblado ayuda a formar la caja. En el sistema de guías se encuentra ubicado un sensor que permite detectar si se haya sujeta la caja, en caso de que no lo haya hecho repetirá el proceso, si en este segundo intento el sensor vuelve a detectar que no se agarró la caja se enciende una alarma para que el operario inspeccione si hay algún problema en la máquina. Este sistema de guías es accionado por un actuador neumático lineal que cuenta con sensores de posición en cada extremo, estos envían una señal dando a conocer en qué punto está ubicada la caja en el sistema de guías y podemos saber si está funcionando de manera adecuada. En la ilustración 13 se observa las guías lineales por la que se desplaza el sistema de agarre, el agarre será realizado por medio de ventosas.

Ilustración 13. Guías y sistema de agarre



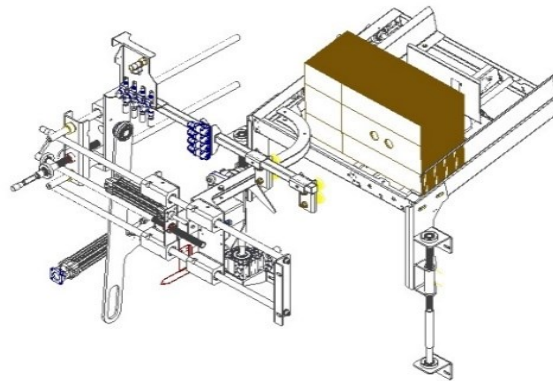
En la ilustración 14 se observa el sensor que indica si el sistema de agarre realizó correctamente su función o si se debe repetir.

Ilustración 14. Sensor del sistema de agarre



En la ilustración 15 se observa el ensamblaje de los dos sistemas mencionados anteriormente.

Ilustración 15. Sistema magazine y sistema de agarre juntos

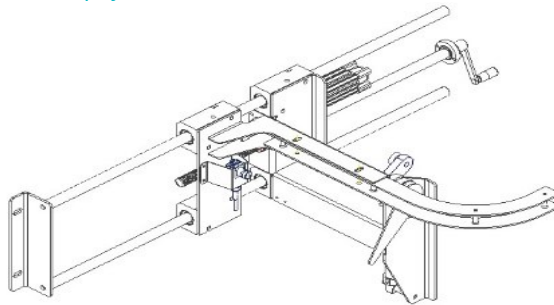


Sistema de empuje y cierre (M1298-ACA-SU001): El proceso de cierre de la caja en su parte inferior que es del que se encarga la máquina se hace con la ayuda de tres actuadores neumáticos, dos de ellos instalados en el eje X, estos tienen una aleta que es apoyada en un eje con dos rodamientos en sus extremos que nos permiten convertir el movimiento lineal del actuador neumático en uno rotativo que provoca que las aletas suban y bajen según la posición del actuador, dicho movimiento cierra las dos aletas internas inferiores. Los tres actuadores que se usan para el proceso de cierre también cuentan con sensores de

posición en cada extremo, lo que permite el monitoreo y verificación de que están funcionando correctamente.

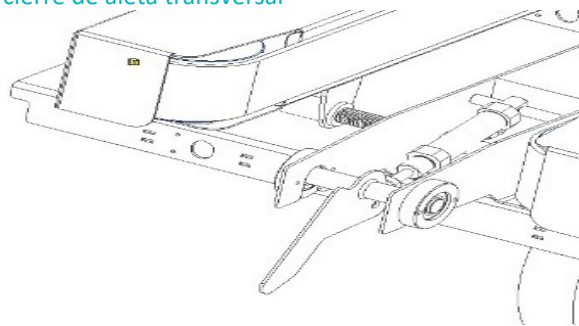
En la ilustración 16 se observa las guías lineales por las cuales se desplaza el sistema que empuja la caja formada hacia las bandas, también se observa con mejor claridad el perfil curvo que se usa para el formado de las cajas y un elemento de cierre de una de las aletas transversales.

Ilustración 16. Guías y sistema de empuje



En la ilustración 17 se observa el elemento de cierre de aleta transversal, esta aleta es activada por un actuador neumático, que, por medio de una leva, convierte un movimiento lineal en un rotacional.

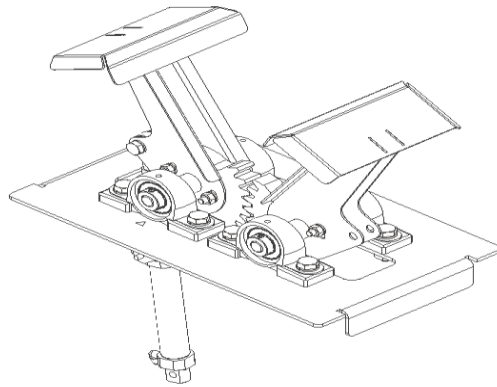
Ilustración 17. Elemento de cierre de aleta transversal



Sistema de cierre longitudinal (M1298-ACA-SU008): Este sistema es el encargado de cerrar en simultaneo las dos aletas longitudinales que tiene la caja, este sistema es activado por un actuador neumático, que, por medio de dos piñones y una leva, convierte el movimiento lineal y rotativo, Ambos piñones rotan sobre un par de chumaceras que

cuidaran el sistema, ya que cuenta con un alto ciclo de funcionamiento en el equipo, la ilustración 18 muestra el modelo 3D del sistema de cierre longitudinal.

Ilustración 18. Elemento de cierre longitudinal



Sistema de bandas (M1298-ACA-SU004): Es un sistema que cuenta con dos bandas independiente de empuje lateral, estas bandas cumplen dos funciones. La primera es hacer que la caja pase por el aplicador de cinta en la parte inferior de la caja, también son las encargadas de entregar la caja a la siguiente fase de la línea de empaque, estas bandas al igual que la mayoría de los sistemas en el equipo, cuenta con la posibilidad de graduar su posición para trabajar con diferentes formatos de cajas. La ilustración 19, muestra el modelo 3D del sistema bandas de salida.

Ilustración 19. Sistema de bandas

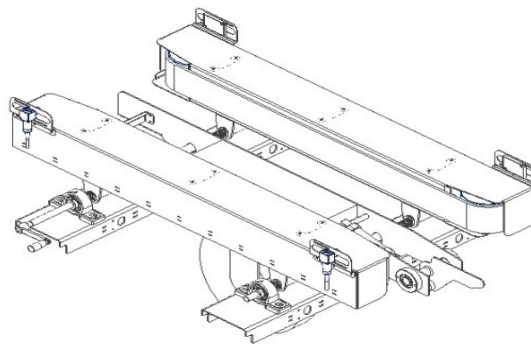
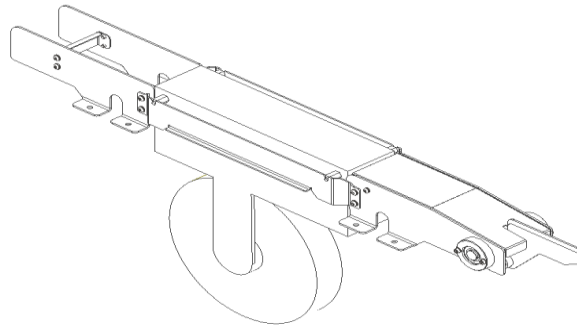
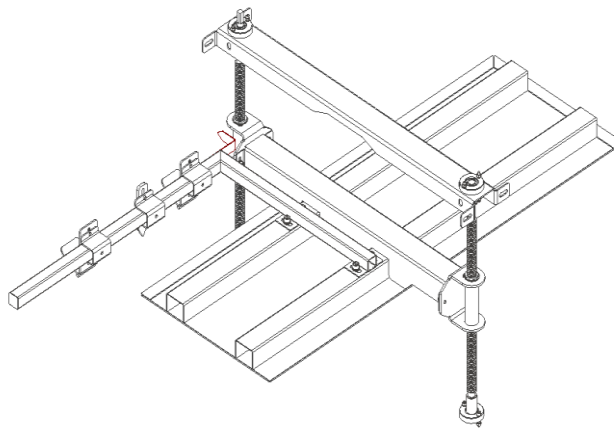


Ilustración 20. Aleta transversal frontal



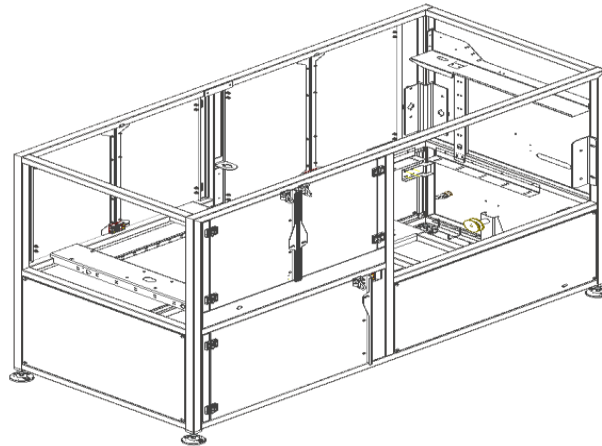
Sistema guía superior de cajas (M1298-ACA-SU005): Este sistema cumple dos funciones en la máquina; la primera de ellas es funcionar como tope en el magazine, para que las cajas se sostengan en una posición recta. Como se observa en la ilustración 21, el sistema cuenta con un brazo en tubería cuadrada inoxidable, sobre la cual se sostienen unas lamina también en acero inoxidable, que, junto al magazine, dan apoyo a las cajas. La segunda función, es acompañar la caja en todo su recorrido por las bandas de salida, y al momento de aplicar la cinta, este acompañamiento permite que la caja permanezca firme en todo su recorrido, este sistema también cuenta con la posibilidad de graduar su posición para trabajar con diferentes formatos de cajas. La ilustración 21, muestra el modelo 3D del sistema guía superior de cajas.

Ilustración 21. Sistema guía superior de cajas



Sistema de estructura (M1298-ACA-SU013): Sobre el sistema de estructura, es donde se instalan todos los sistemas anteriormente mencionados, este sistema está encargado de soportar el peso de todos los sistemas, también se encarga de proteger al operario de la máquina, y a la máquina del operario, la Ilustración 22, muestra el modelo 3D Sistema de estructura.

Ilustración 22. Sistema de estructura



4.4.4 Detalles de diseño:

Para mostrar el detalle en el diseño se utilizó un software llamado **Autodesk inventor** el cual permite realizar unas ilustraciones a detalle lo cual facilita el proceso de entendimiento del lector, adicionalmente se ha dividido las ilustraciones en 3 análisis lo que permite ser más específicos con los detalles, también en esta sección podemos observar algunas de las fórmulas empleadas para obtener los cálculos y los materiales adecuados para la máquina. Se seleccionaron los tres perfiles estructurales que pueden estar más afectados en el funcionamiento del equipo, ya que estos perfiles son los que soportan más cargas.

Análisis de perfil 1: El primer análisis se enfoca en describir el perfil que soporta el sistema de guía superior, este perfil está fabricado con un tubo cuadrado de acero inoxidable 304, su espesor es de 1.5mm (C.16), tiene una medida de 38.1mm ancho x

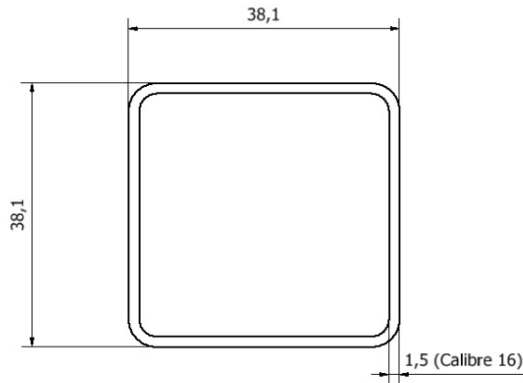
38.1mm alto. En la ilustración 30 se puede observar las características del calibre 16, el cual fue seleccionado para el ensamble de la máquina.

Tabla 19. Características del acero. (Flux o fy, N.F.)

Calibre	Espesor mm	Kg. M2	Kg./Pie Cuadrado	Libras/Pie Cuadrado
10	3.4	8.4379	2.572	5.67
12	2.7	6.5881	2.008	4.427
14	1.9	4.6937	1.431	3.154
16	1.5	3.7502	1.143	2.52
18	1.2	2.9912	0.912	2.01
20	0.9	2.2501	0.686	1.512
22	0.8	1.8751	0.572	1.26
24	0.6	1.5001	0.457	1.008
26	0.5	1.1251	0.343	0.756
28	0.4	0.9435	0.288	0.634

En la industria se determinan los espesores de las láminas por número, al cual le corresponde el espesor de esta en milímetros [mm], esta modalidad se extrapola a los espesores de algunos perfiles estructurales utilizados. Como lo son: tubería redonda, tubería cuadrada, tubería rectangular. Entre otras.

Ilustración 23. Área transversal del perfil



En la ilustración 24 para identificar en donde está instalada la guía superior se ha demarcado la zona con un color azul.

Ilustración 24. Soporte cuadrado de acero.

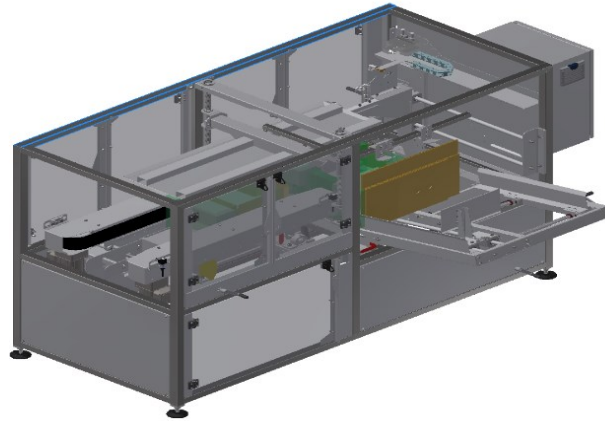
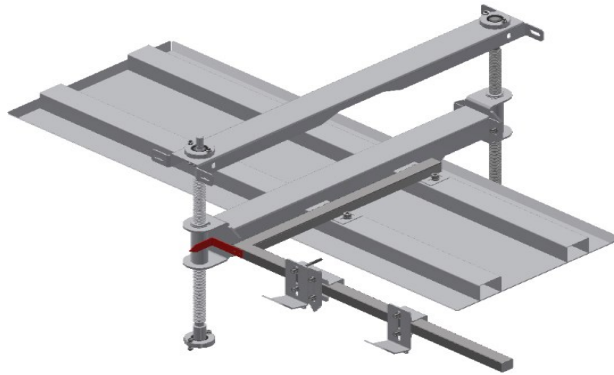


Ilustración 25. Sistema guía superior [SGS]



La ilustración 26 muestra la guía superior, la cual tiene como función acompañar la caja en todo el paso por el sistema de bandas laterales y el sistema de aplicación de cinta inferior, donde se observa que según la referencia o el tamaño de la caja es acondicionada o ajustada con un desplazamiento en la zona vertical. El peso del sistema de guía superior es de 17 Kg, pero para saber la fuerza que ejerce sobre la base o tubo cuadrado de acero de la ilustración 31 se debe tener en cuenta la gravedad, por lo tanto, se calcula de la siguiente manera:

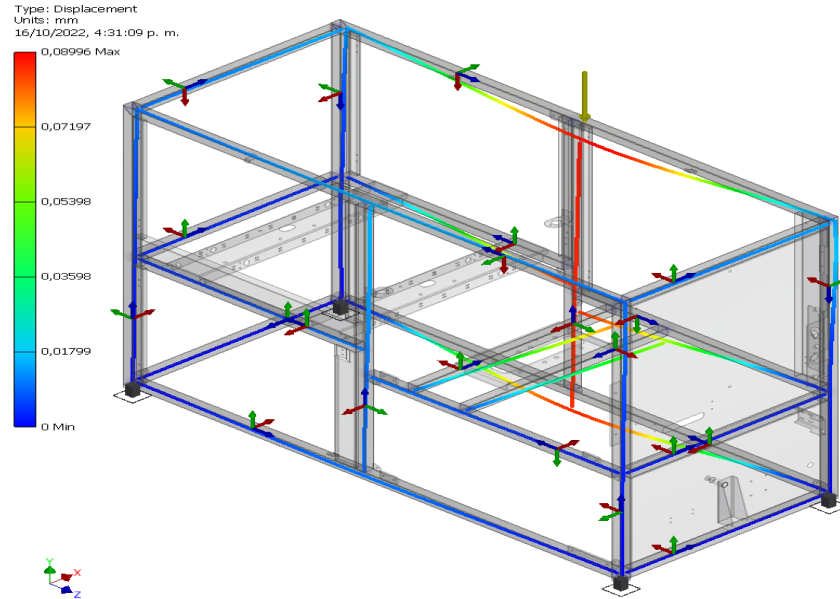
$$Peso_{SGS} [P_{SGS}] = 17Kg$$

$$Gravedad [g] = 9.8 \frac{m}{s^2}$$

$$Fuerza_1 = P_{SGS} * g = 17Kg * 9.8 \frac{m}{s^2} = 166.6N$$

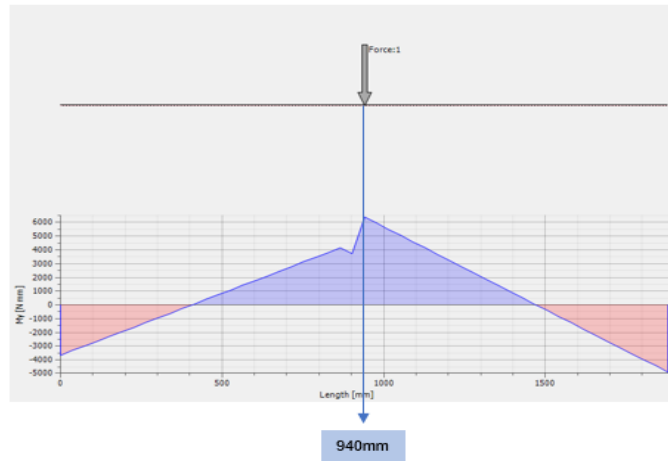
Se obtiene como resultado según la fórmula una fuerza de 1 un valor de 166.6N, entonces según la ilustración 27 la fuerza ejercida sobre el cuadrado es distribuida en una forma distribuida dando como resultado un máximo de desplazamiento de 0,08996 mm.

Ilustración 26. Desplazamiento máximo que presenta el perfil 1



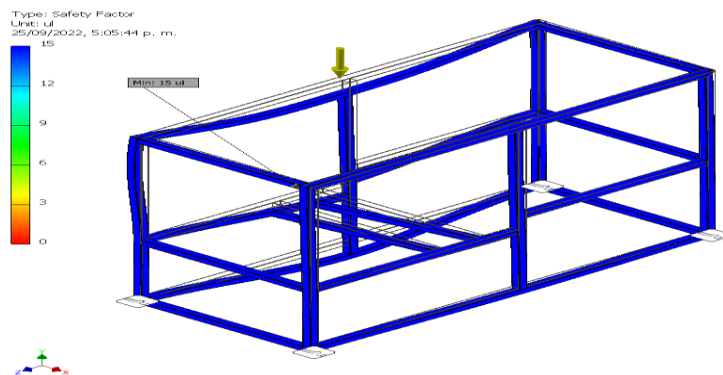
En la ilustración anterior muestra un desplazamiento máximo que tiene el perfil de 0,08996 mm, cuando se le carga una fuerza de 83.3N que corresponde la mitad de la Fuerza₁, recordemos que solo se toma la mitad de la fuerza ejercida ya que está apoyada en dos puntos. A continuación, se visualiza el diagrama de cuerpo libre sobre el perfil indicado anteriormente y presentamos el diagrama de momentos que se ejerce sobre el mismo, este diagrama fue realizado por el programa Autodesk inventor. La Ilustración 27 indica que en un perfil de 1880mm de longitud, carga una fuerza de 83.33N a una distancia de 940mm. Lo que genera un momento máximo en ese punto de 6406.046 N.mm, que al realizar la conversión a [Nm] nos da un total de 6.406046 Nm por lo que podemos concluir que el perfil cumple las condiciones para soportar dicha carga.

Ilustración 27. El diagrama de cuerpo libre y diagrama de momentos para el perfil 1



La ilustración 29 muestra el factor de seguridad que presenta el perfil con la carga actual, el factor de seguridad nos da como resultado un valor de 15.

Ilustración 28. Factor de seguridad del perfil 1.



Análisis de perfil 2: Nuevamente analizamos el perfil cuadrado de acero inoxidable, pero esta vez revisando la estructura donde está soportado el sistema del cierre de aletas longitudinales y su peso, igual que en la ilustración 30 se señala que el sistema del cierre de aletas inferiores está ubicado en los soportes de color azul.

Ilustración 29. Cuadrado de acero inoxidable del perfil 2

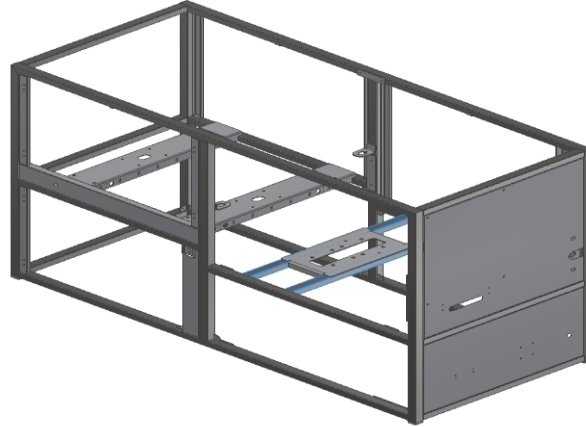
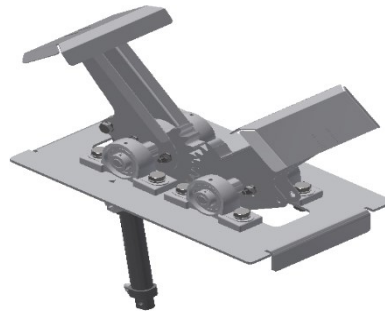


Ilustración 30. Sistema del cierre de aletas inferiores.



A continuación, solo se analiza un perfil ya que el otro cumple las mismas condiciones. En este caso tenemos un tubo cuadrado de acero con las mismas dimensiones del perfil 1, pero el sistema del cierre de aletas inferiores de la caja está ubicado en la parte central interna del cuadrado, para calcular la fuerza ejercida tenemos que el peso de este sistema es de 10 kg, para saber la fuerza que ejerce sobre el tubo cuadrado de acero debemos tener en cuenta la gravedad por lo tanto se calcula de la siguiente manera:

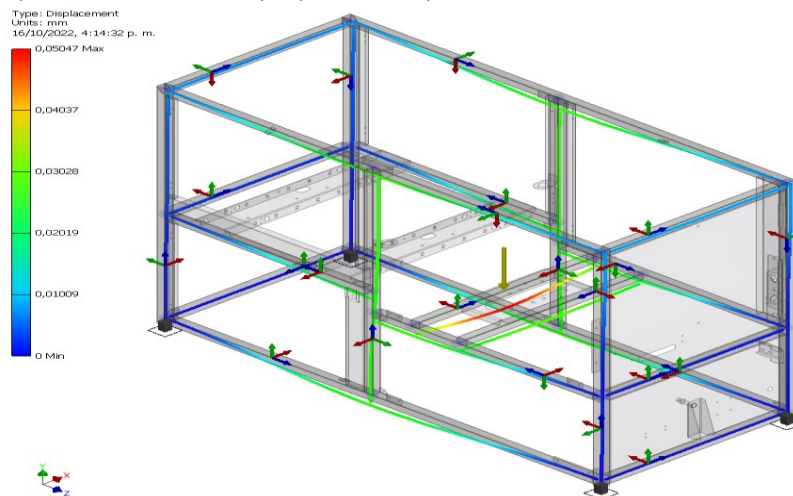
$$Peso_{SCAI} [P_{SCAI}] = 10Kg$$

$$Gravedad [g] = 9.8 \frac{m}{s^2}$$

$$Fuerza_{a_2} = P_{SCAI} * g = 10Kg * 9.8 \frac{m}{s^2} = 98N$$

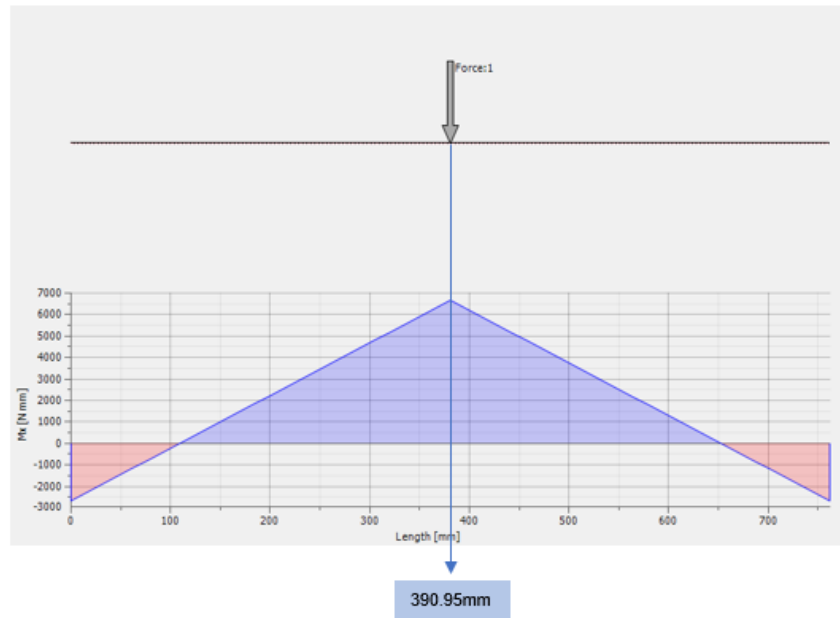
Según la formula la fuerza2 se obtiene un resultado de 98N, como se analizó anteriormente la fuerza ejercida sobre el cuadrado es distribuida obteniendo como resultado un máximo de desplazamiento de 0,05047mm en el área donde se instala este sistema que está indicado con la flecha amarilla.

Ilustración 31. Desplazamiento máximo que presenta el perfil 2



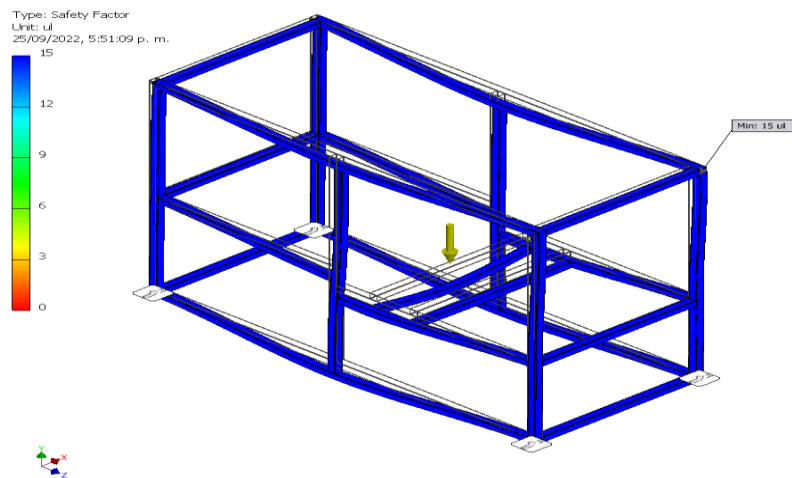
La ilustración 33 al igual que en el análisis 1, se muestra el desplazamiento máximo que presenta el perfil, que corresponde a la mitad de la fuerza dada por la formula ya que tiene dos puntos de apoyo. En el diagrama de cuerpo libre sobre el perfil indicado se observa que en un perfil de 761.9mm de longitud, carga una fuerza de 49N a una distancia de 390.95mm en el perfil, lo que genera un momento máximo en ese punto de 6650.326 N.mm, que al realizar la conversión a [Nm] nos da un total de 6.650326Nm. por lo que podemos concluir que el perfil cumple las condiciones para soportar dicha carga.

Ilustración 32. Diagrama de cuerpo libre y diagrama de momentos para el perfil 2



En la Ilustración 33 se observa el factor de seguridad que presenta el perfil de carga actual, que al igual que en el análisis 1 da como resultado 15 UI, este valor de seguridad es calculado directamente en la parte donde es instalado el sistema.

Ilustración 33. Factor de seguridad del perfil 2



Análisis de perfil 3: En esta sección de análisis se habla sobre el esfuerzo que genera otro sistema que está situado en la parte inferior lateral del tubo cuadrado de acero

inoxidable señalado con color azul, este cuadrado está encargado de soportar el sistema de magazine, o sistema de acumulación de cajas prearmadas.

Ilustración 34. Cuadrado de acero inoxidable del perfil 3

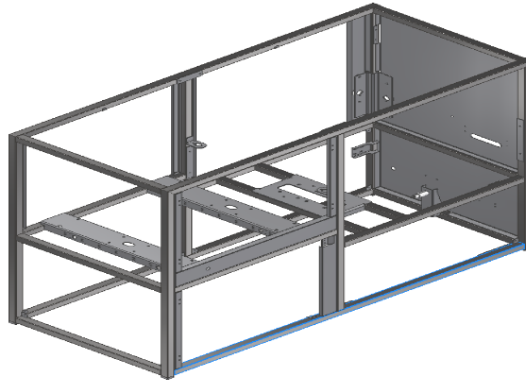
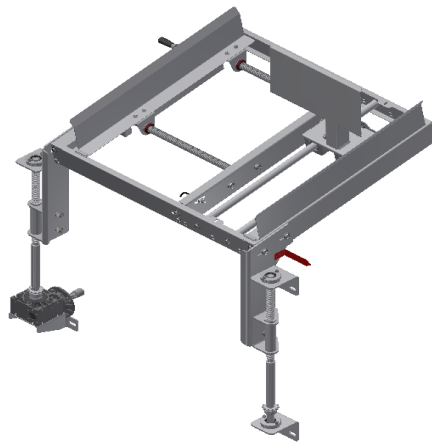


Ilustración 35. Sistema Magazine



El sistema magazine o sistema de acumulación de cajas, como su nombre lo dice es aquel que se encarga de almacenar las cajas e ir dosificándolas a la máquina cada vez que el sistema de agarre las va tomando. Dicho sistema tiene una capacidad de 60 cajas, lo cual permite una autonomía del equipo de 5 minutos, ya que la armadora de cajas, entrega una cantidad de 12 cajas por minuto a la línea de empaque. El Sistema cuenta con un desplazamiento de manera vertical, según sea requerido o según sea el tamaño de la caja, otra característica es que su peso es de 42,7 kg este dato permite calcular la fuerza que

ejerce sobre el cuadrado de acero, como ya se conoce el peso del sistema y se conoce la fuerza de gravedad se calcula la fuerza ejercida de la siguiente manera:

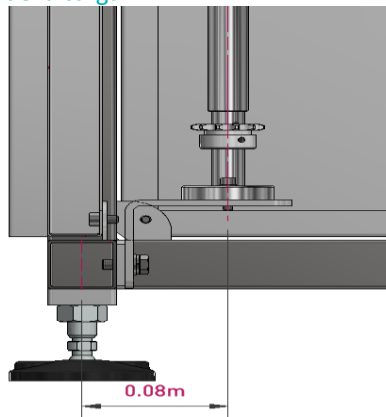
$$Peso_{SM} [P_{SM}] = 42.7Kg$$

$$Gravedad [g] = 9.8 \frac{m}{s^2}$$

$$Fuerza_3 = P_{SM} * g = 42.7Kg * 9.8 \frac{m}{s^2} = 418.46N$$

Al realizar el cálculo de la fuerza se obtiene como resultado que la $Fuerza_3 = 418.46N$, no obstante, como se observa en la Ilustración 36 se tiene una distancia que también debe ser considerada en estos cálculos:

Ilustración 36. Centro del perfil al centro de la carga.



En la ilustración 37 se muestra una distancia de 0.08m con respecto al centro del perfil que se está analizando, esta distancia más la fuerza calculada genera un par torsor, el cual es ingresado en el programa Autodesk Inventor para el análisis del perfil.

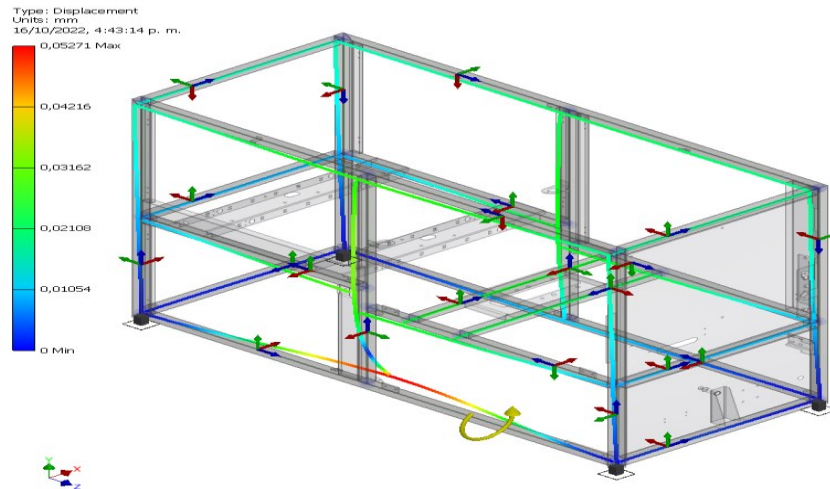
$$Distancia [d] = 0.08m$$

$$Torque_1 = F_3 * d = 418.46N * 0.08m = 33.48N.m$$

Según la fórmula del $Torque_1$ se obtiene como resultado un valor de 33.48 N.m, como se observa en la ilustración 38 la fuerza ejercida sobre el perfil es distribuida, dando como resultado un desplazamiento máximo de 0,05271mm en el área donde se instala este sistema que está indicado con la flecha amarilla. Al multiplicar una fuerza por una distancia

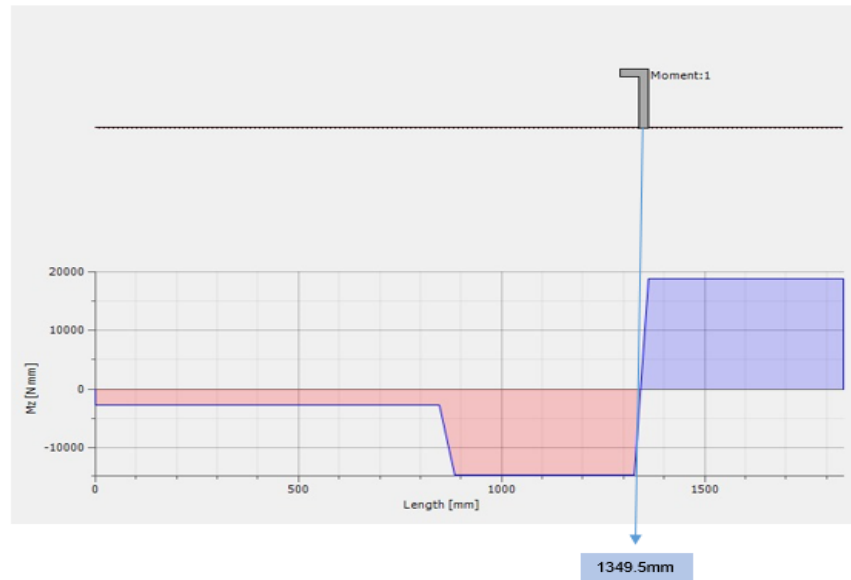
se obtiene un torque, a diferencia de los anteriores análisis es en el único que se tiene que realizar este cálculo, no obstante, al igual que en los perfiles anteriores se observa su desplazamiento y el factor de seguridad. La ilustración 38 nos muestra el desplazamiento:

Ilustración 37. Desplazamiento máximo que presenta el perfil 3



Se observó entonces que el tipo de desplazamiento ejercido por el torque aplicado es de 33.48N.m. La Ilustración 38 indica que en un perfil de 1841.9 de longitud, que carga un torque de 33.48Nm, a una distancia de 1349.5mm en el perfil, genera un momento máximo de 18775.298 N.mm a una distancia de 1349.5mm, que al realizar la conversión a [Nm] da un total de 18.775298Nm. por lo que se concluye que el perfil cumple las condiciones para soportar dicha carga.

Ilustración 38. Diagrama de cuerpo libre y diagrama de momentos para el perfil 3



En la ilustración 40 se observa el diagrama de esfuerzo de cortante, que muestra la variación de la magnitud en el perfil analizado, en una distancia de 890mm, también se aplica una variación máxima de esfuerzo con un resultado de 0.076 Mpa, con lo que se concluye, que el perfil está sobredimensionado y no falla por el esfuerzo de cortante.

Ilustración 39. Diagrama de esfuerzo de cortante

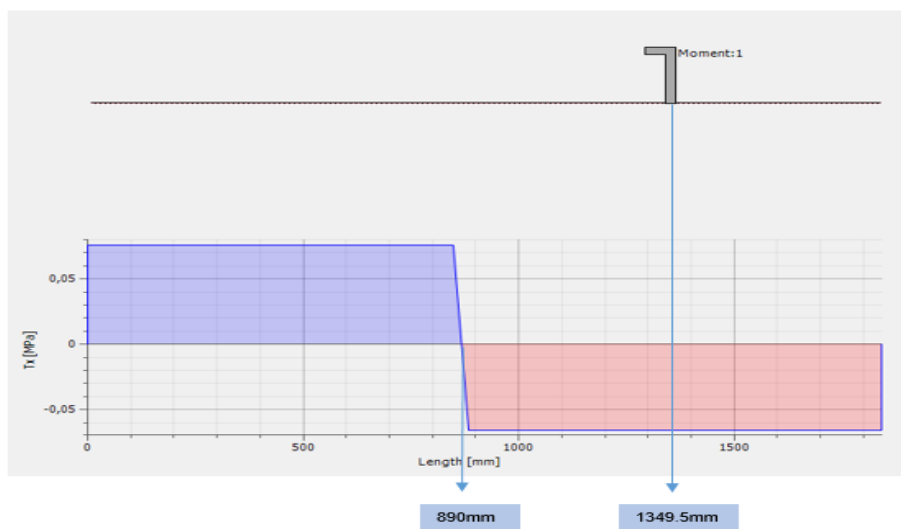
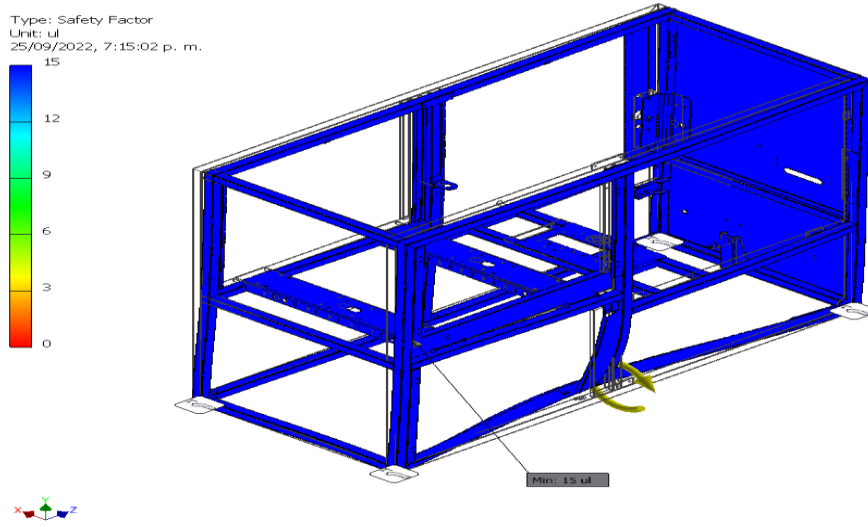


Ilustración 40. Factor de seguridad del perfil 3



Al analizar la ilustración anterior a pesar del torque ejercido, muestra que el factor de seguridad es igual que en los análisis anteriores es de 15 UI, por tanto, se puede decir que se acepta sin ningún ajuste adicional.

4.5 PLANOS DE LA MÁQUINA.

4.5.1 Planimetría mecánica y de ensamble del equipo:

En este segmento se definen los planos mecánicos y el ensamble del equipo de cada subsistema, el objetivo de este ítem es dar a conocer a manera detallada, cada uno de los elementos de la máquina.

Sistema magazine: En la ilustración 49 se mostrará un explosionado del sistema

Ilustración 41. Sistema Magazine explosionado

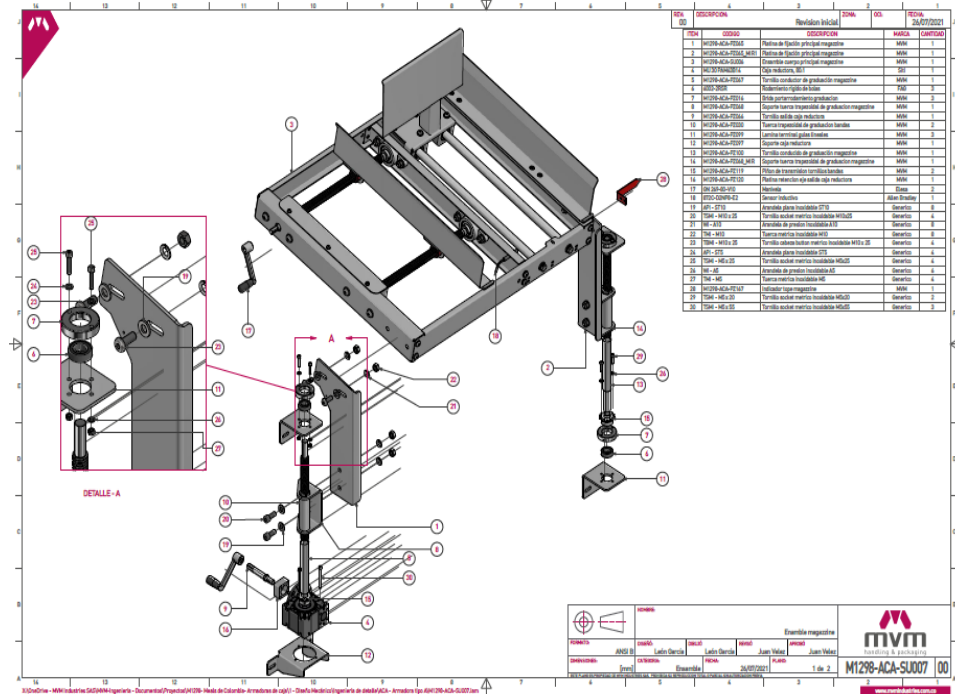


Tabla 20. Listado de partes del sistema Magazine

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	CANTIDAD
1	M1298-ACA-PZ065	Platina de fijación principal magazine	MVM	1
2	M1298-ACA-PZ065 MIR1	Platina de fijación principal magazine	MVM	1
3	M1298-ACA-SU006	Ensamble cuerpo principal magazine	MVM	1
4	MU 30 PAM63B14	Caja reductora, 80:1	Siti	1
5	M1298-ACA-PZ067	Tornillo conductor de graduación magazine	MVM	1
6	6002-2RSR	Rodamiento rígido de bolas	FAG	3
7	M1298-ACA-PZ016	Brida porta rodamiento graduación	MVM	3
8	M1298-ACA-PZ068	Soporte tuerca trapezoidal de graduación magazine	MVM	1
9	M1298-ACA-PZ066	Tornillo salida caja reductora	MVM	1
10	M1298-ACA-PZ030	Tuerca trapezoidal de graduación bandas	MVM	2
11	M1298-ACA-PZ099	Lamina terminal guías lineales	MVM	3
12	M1298-ACA-PZ097	Soporte caja reductora	MVM	1
13	M1298-ACA-PZ100	Tornillo conducido de graduación magazine	MVM	1
14	M1298-ACA-PZ068_MIR	Soporte tuerca trapezoidal de graduación magazine	MVM	1
15	M1298-ACA-PZ119	Piñón de transmisión tornillos bandas	MVM	2
16	M1298-ACA-PZ120	Platina retención eje salida caja reductora	MVM	1
17	GN 269-80-V10	Manivela	Elesa	2
18	872C-D2NPB-E2	Sensor inductivo	Allen Bradley	1
19	API - ST10	Arandela plana inoxidable ST10	Genérico	8
20	TSMI - M10 x 25	Tornillo socket métrico inoxidable M10x25	Genérico	4
21	WI - A10	Arandela de presión inoxidable A10	Genérico	8
22	TMI - M10	Tuerca métrica inoxidable M10	Genérico	8
23	TBMI - M10 x 25	Tornillo cabeza button métrico inoxidable M10 x 25	Genérico	4
24	API - ST5	Arandela plana inoxidable ST5	Genérico	4
25	TSMI - M5 x 25	Tornillo socket métrico inoxidable M5x25	Genérico	4
26	WI - A5	Arandela de presión inoxidable A5	Genérico	6
27	TMI - M5	Tuerca métrica inoxidable M5	Genérico	4
28	M1298-ACA-PZ167	Indicador tope magazine	MVM	1
29	TSMI - M5 x 20	Tornillo socket métrico inoxidable M5x20	Genérico	2
30	TSMI - M5 x 55	Tornillo socket métrico inoxidable M5x55	Genérico	3

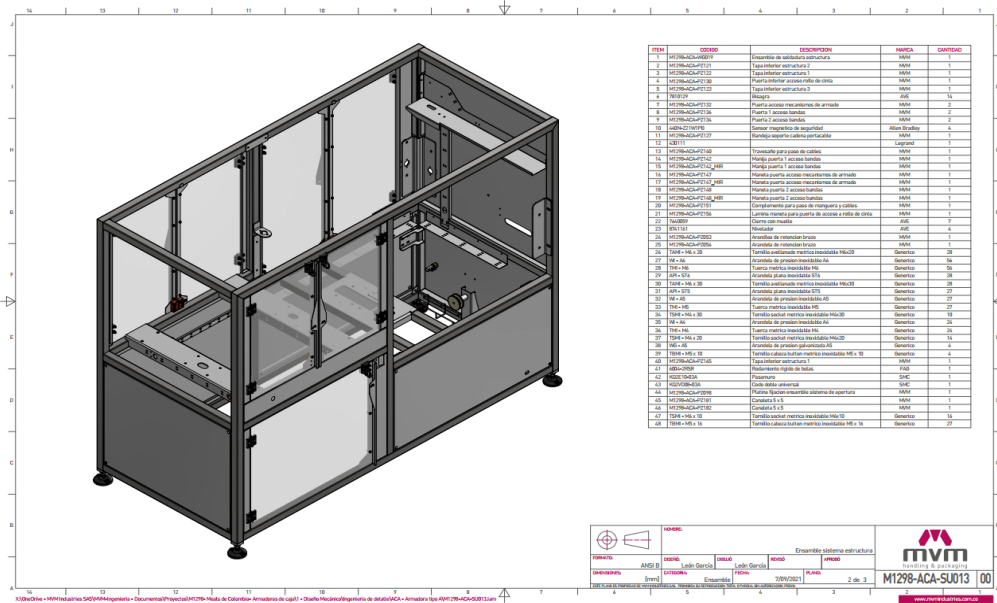
La segunda parte de este segmento se muestra el ensamble del equipo y algunas posiciones para diferentes tipos de cajas.

Tabla 21. Listado de partes del sistema de estructura

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	CANTIDAD
1	M1298-ACA-WG019	Ensamble de soldadura estructura	MVM	1
2	M1298-ACA-PZ121	Tapa inferior estructura 2	MVM	1
3	M1298-ACA-PZ122	Tapa inferior estructura 1	MVM	1
4	M1298-ACA-PZ130	Puerta inferior acceso rollo de cinta	MVM	1
5	M1298-ACA-PZ123	Tapa inferior estructura 3	MVM	1
6	7810129	Bisagra	AVE	14
7	M1298-ACA-PZ132	Puerta acceso mecanismos de armado	MVM	2
8	M1298-ACA-PZ136	Puerta 1 acceso bandas	MVM	2
9	M1298-ACA-PZ134	Puerta 2 acceso bandas	MVM	2
10	440N-221W1P8	Sensor magnético de seguridad	Allen Bradley	4
11	M1298-ACA-PZ127	Bandeja soporte cadena porta cable	MVM	1
12	430111		Legrand	1
13	M1298-ACA-PZ140	Travesaño para paso de cables	MVM	1
14	M1298-ACA-PZ142	Manija puerta 1 acceso bandas	MVM	1
15	M1298-ACA-PZ142_MIR	Manija puerta 1 acceso bandas	MVM	1
16	M1298-ACA-PZ147	Maneta puerta acceso mecanismos de armado	MVM	1
17	M1298-ACA-PZ147_MIR	Maneta puerta acceso mecanismos de armado	MVM	1
18	M1298-ACA-PZ148	Maneta puerta 2 acceso bandas	MVM	1
19	M1298-ACA-PZ148_MIR	Maneta puerta 2 acceso bandas	MVM	1
20	M1298-ACA-PZ151	Complemento para paso de manguera y cables	MVM	1
21	M1298-ACA-PZ156	Lamina maneta para puerta de acceso a rollo de cinta	MVM	1
22	7640059	Cierre con muelle	AVE	7
23	8741161	Nivelador	AVE	4
24	M1298-ACA-P2053	Arandela de retención brazo	MVM	1
25	M1298-ACA-P2054	Arandela de retención brazo	MVM	1
26	TAMI - M6 x 20	Tornillo avellanado métrico inoxidable M6x20	Genérico	28
27	WI - A6	Arandela de presión inoxidable A6	Genérico	56
28	TMI - M6	Tuerca métrica inoxidable M6	Genérico	56
29	API - ST6	Arandela plana inoxidable ST6	Genérico	28
30	TAMI - M6 x 30	Tornillo avellanado métrico inoxidable M6x30	Genérico	28
31	API - ST5	Arandela plana inoxidable ST5	Genérico	27
32	WI - A5	Arandela de presión inoxidable A5	Genérico	27
33	TMI - M5	Tuerca métrica inoxidable M5	Genérico	27
34	TSMI - M4 x 30	Tornillo socket métrico inoxidable M4x30	Genérico	10
35	WI - A4	Arandela de presión inoxidable A4	Genérico	24
36	TMI - M4	Tuerca métrica inoxidable M4	Genérico	24
37	TSMI - M4 x 20	Tornillo socket métrico inoxidable M4x20	Genérico	14
38	WG - A5	Arandela de presión galvanizada A5	Genérico	4
39	TBMI - M5 x 10	Tornillo cabeza button métrico inoxidable M5 x 10	Genérico	4
40	M1298-ACA-PZ165	Tapa inferior estructura 1	MVM	1
41	6004-2RSR	Rodamiento rígido de bolas	FAG	1
42	KQ2F10-03A	Pasamuros	SMC	1
43	KQ2VD08-03A	Codo doble universal	SMC	1
44	M1298-ACA-P2098	Platina fijación ensamble sistema de apertura	MVM	1
45	M1298-ACA-PZ181	Canaleta 5 x 5	MVM	1
46	M1298-ACA-PZ182	Canaleta 5 x 5	MVM	1
47	TSMI - M6 x 10	Tornillo socket métrico inoxidable M6x10	Genérico	16
48	TBMI - M5 x 16	Tornillo cabeza button métrico inoxidable M5 x 16	Genérico	27

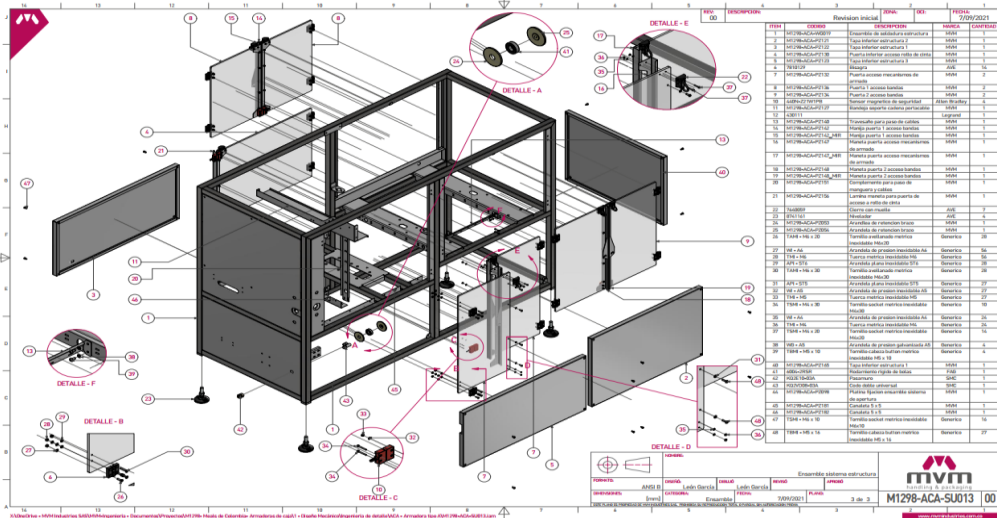
En el segundo segmento de se observa un isométrico para un fácil entendimiento del plano.

Ilustración 44. Isométrico del sistema de estructura



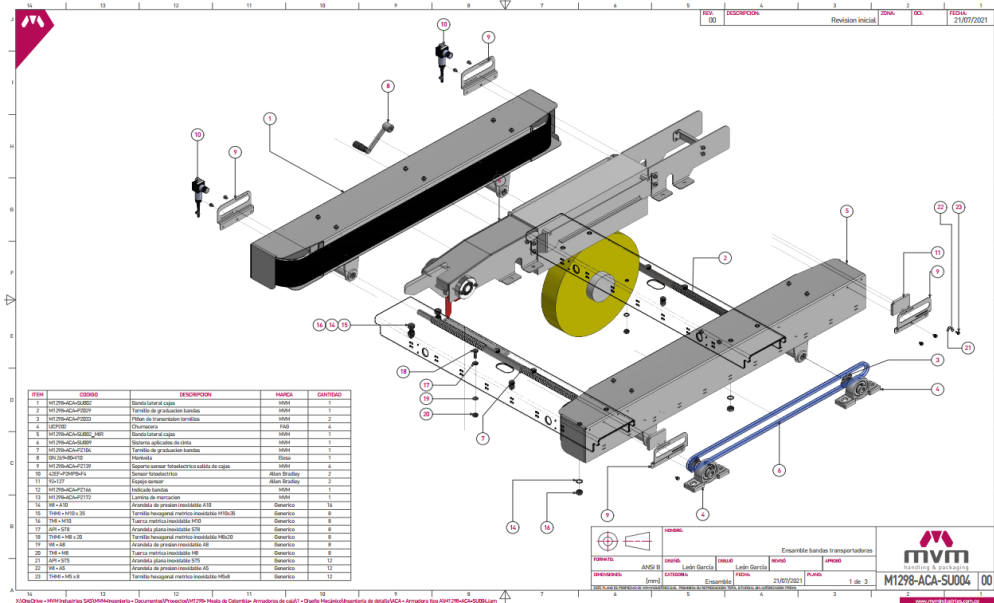
En el tercer segmento se observa el explotonado del sistema de estructura, con un listado de partes y los ballons que indican cada uno de los ítems con que cuenta el sistema.

Ilustración 45. Sistema de estructura explotonado



Sistema bandas de salida: En el primer segmento se muestra un explotonado del sistema de bandas con su listado de partes y los ballons que indica cada uno de los ítems.

Ilustración 46. Sistema de bandas explosionado.

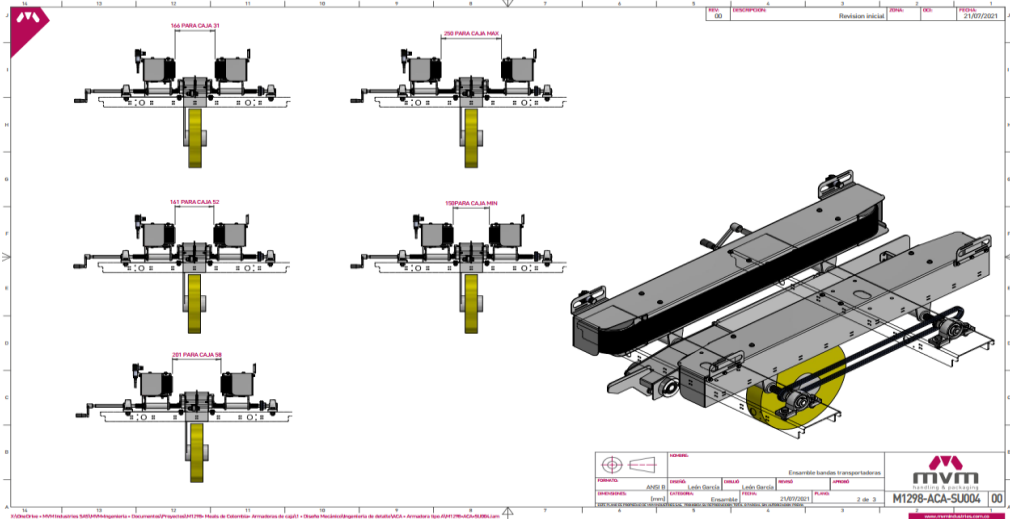


En el segundo segmento se observa el ensamble del equipo y algunas posiciones del sistema de bandas.

Tabla 22. Listado de partes del sistema de bandas

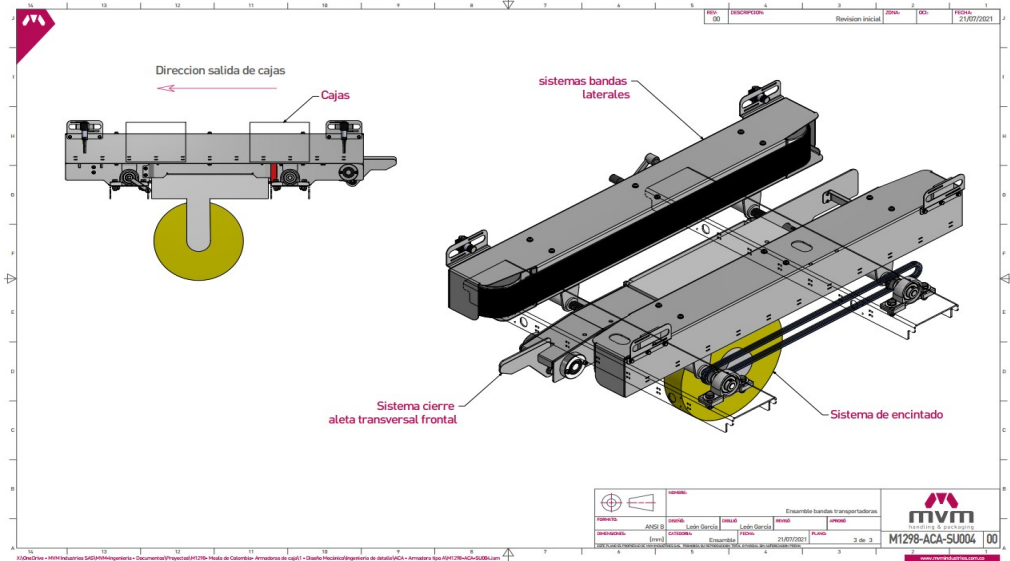
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	CANTIDAD
1	M1298-ACA-SU002	Banda lateral cajas	MVM	1
2	M1298-ACA-PZ029	Tornillo de graduación bandas	MVM	1
3	M1298-ACA-PZ033	Piñón de transmisión tornillos	MVM	2
4	UCP202	Chumacera	FAG	4
5	M1298-ACA-SU002_MIR	Banda lateral cajas	MVM	1
6	M1298-ACA-SU009	Sistemas aplicados de cinta	MVM	1
7	M1298-ACA-PZ104	Tornillo de graduación bandas	MVM	1
8	GN 269-80-V10	Manivela	Elesa	1
9	M1298-ACA-PZ139	Soporte sensor fotoeléctrico salida de cajas	MVM	4
10	42EF-P2MPB-F4	Sensor fotoeléctrico	Allen Bradley	2
11	92-127	Espejo sensor	Allen Bradley	2
12	M1298-ACA-PZ166	Indicador bandas	MVM	1
13	M1298-ACA-PZ172	Lamina de marcación	MVM	1
14	WI - A10	Arandela de presión inoxidable A10	Genérico	16
15	THMI - M10 x 35	Tornillo hexagonal métrico inoxidable M10x35	Genérico	8
16	TMI - M10	Tuerca métrica inoxidable M10	Genérico	8
17	API - ST8	Arandela plana inoxidable ST8	Genérico	8
18	THMI - M8 x 20	Tornillo hexagonal métrico inoxidable M8x20	Genérico	8
19	WI - A8	Arandela de presión inoxidable A8	Genérico	8
20	TMI - M8	Tuerca métrica inoxidable M8	Genérico	8
21	API - ST5	Arandela plana inoxidable ST5	Genérico	12
22	WI - A5	Arandela de presión inoxidable A5	Genérico	12
23	THMI - M5 x 8	Tornillo hexagonal métrico inoxidable M5x8	Genérico	12

Ilustración 47. Ensamble del sistema para los diferentes tipos de cajas.



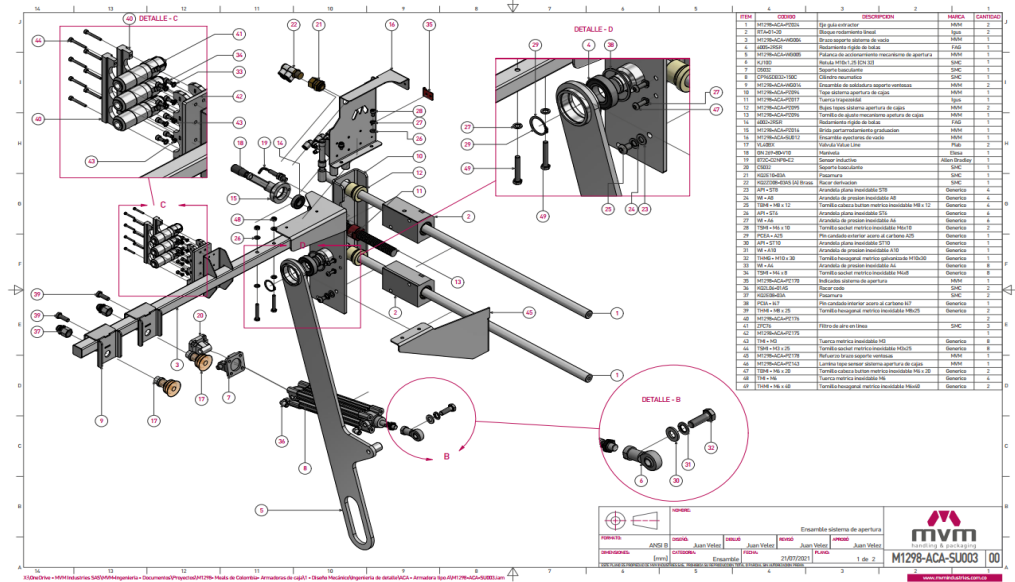
En el tercer segmento se muestra el sistema de cierre de la aleta transversal frontal, la cual va sobre este sistema, también indica el recorrido de las cajas sobre las bandas y la ubicación del sistema de encintado.

Ilustración 48. Sistema de cierre de la aleta transversal frontal.



Sistema de apertura de cajas por vacío: En el primer segmento se observa un explosionado del sistema de apertura de cajas por vacío con su listado de partes y los ballons que indica cada uno de los ítems.

Ilustración 49. Explosionado del sistema de apertura de cajas por vacío.

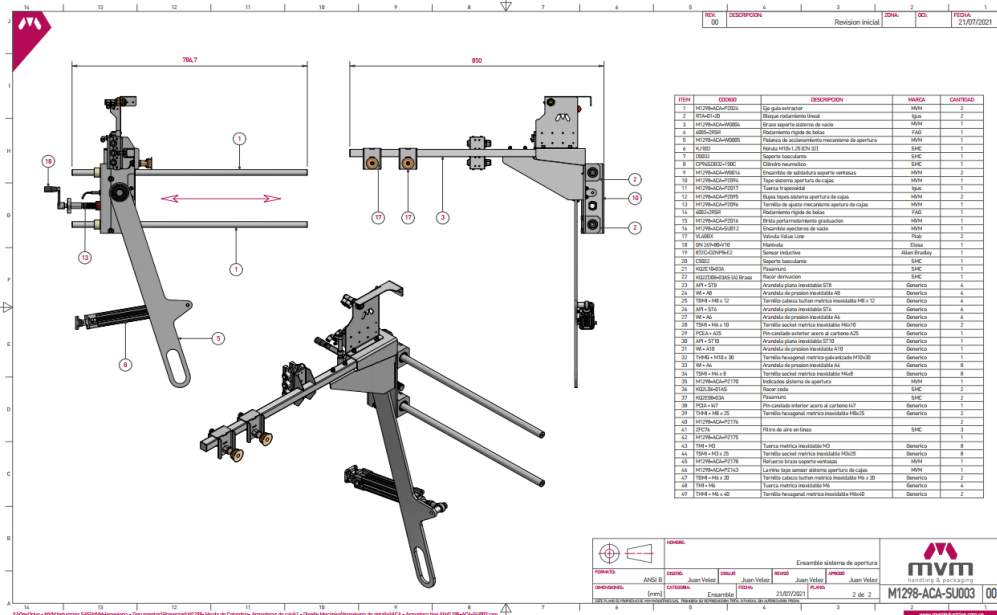


En la segunda sección se muestra el sistema ensamblado y la dirección de funcionamiento del sistema, también algunas vistas importantes al momento de ensamblar.

Tabla 23. Listado de partes del sistema de apertura de cajas

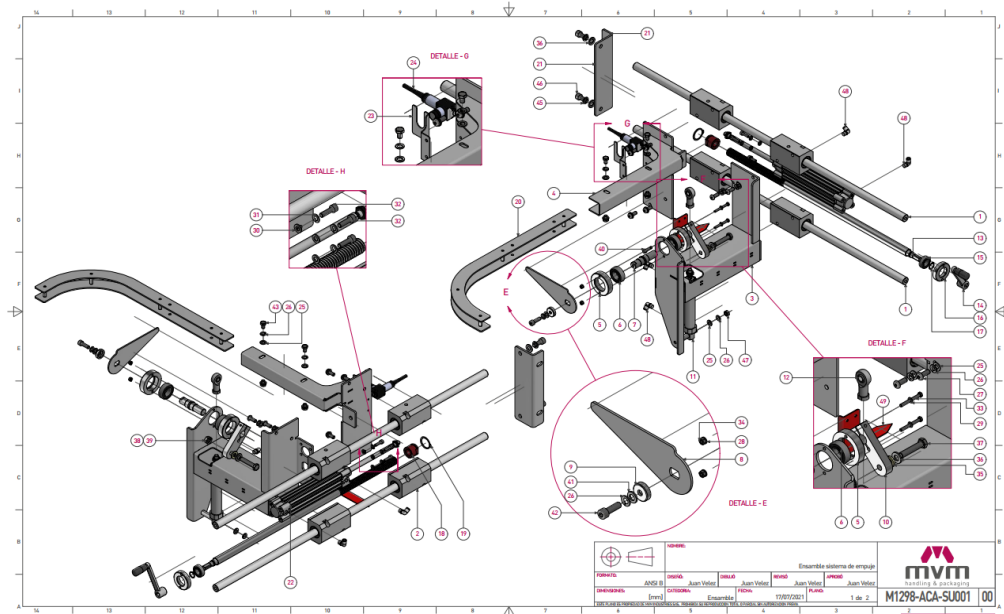
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	CANTIDAD
1	M1298-ACA-P2004	Eje guía extractor	MVM	2
2	RTA-01-20	Bloque rodamiento lineal	Igus	2
3	M1298-ACA-WG006	Brazo soporte sistema de vacío	MVM	1
4	6005-2R5R	Rodamiento rígido de bolas	FAG	1
5	M1298-ACA-WG005	Palanca de accionamiento mecanismo de apertura	MVM	1
6	KJ100	Resulva M10x1.25 (CN 32)	SMC	1
7	D5032	Soporte basculante	SMC	1
8	CPN5DE02-150C	Cilindro neumático	SMC	1
9	M1298-ACA-WG014	Ensamble de soldadura soporte ventosas	MVM	2
10	M1298-ACA-P2094	Topo sistema apertura de cajas	MVM	1
11	M1298-ACA-P2017	Tuerca trapezoidal	Igus	1
12	M1298-ACA-P2095	Bujes topes sistema apertura de cajas	MVM	2
13	M1298-ACA-P2096	Tornillo de ajuste mecanismo apertura de cajas	MVM	1
14	6002-2R5R	Rodamiento rígido de bolas	FAG	1
15	M1298-ACA-P2016	Brida portarodamiento graduación	MVM	1
16	M1298-ACA-SUB12	Ensamble eyectores de vacío	MVM	1
17	VL40BX	Valvula Value Line	Flab	2
18	GN 267-80-V10	Manivela	Elesa	1
19	S72C-02NP8-E2	Sensor inductivo	Allen Bradley	1
20	C5032	Soporte basculante	SMC	1
21	KQ2E10-03A	Pasamuro	SMC	1
22	KQ2D08-03AS [A] Brass	Racar derivación	SMC	1
23	API - 5T8	Arandela plana inoxidable 5T8	Generico	4
24	WI - A8	Arandela de presión inoxidable A8	Generico	4
25	TBM6 - M8 x 12	Tornillo cabeza botón métrico inoxidable M8 x 12	Generico	4
26	API - 5T6	Arandela plana inoxidable 5T6	Generico	6
27	WI - A6	Arandela de presión inoxidable A6	Generico	6
28	TSM - M6 x 10	Tornillo socket métrico inoxidable M6x10	Generico	2
29	PCEA - A25	Pin candado exterior acero al carbono A25	Generico	1
30	API - 5T10	Arandela plana inoxidable 5T10	Generico	1
31	WI - A10	Arandela de presión inoxidable A10	Generico	1
32	THM6 - M10 x 30	Tornillo hexagonal métrico galvanizado M10x30	Generico	1
33	WI - A4	Arandela de presión inoxidable A4	Generico	8
34	TSM - M4 x 8	Tornillo socket métrico inoxidable M4x8	Generico	8
35	M1298-ACA-P2170	Indicados sistema de apertura	MVM	1
36	KQ2L06-01A5	Racar codo	SMC	2
37	KQ2E08-03A	Pasamuro	SMC	2
38	PCIA - M7	Pin candado interior acero al carbono M7	Generico	1
39	THM - M8 x 25	Tornillo hexagonal métrico inoxidable M8x25	Generico	2
40	M1298-ACA-P2176			2
41	ZFC76	Filtro de aire en línea	SMC	3
42	M1298-ACA-P2175			1
43	TM - M3	Tuerca métrica inoxidable M3	Generico	8
44	TSM - M3 x 25	Tornillo socket métrico inoxidable M3x25	Generico	8
45	M1298-ACA-P2178	Refuerzo brazo soporte ventosas	MVM	1
46	M1298-ACA-P2143	Lamina topo sensor sistema apertura de cajas	MVM	1
47	TBM6 - M6 x 20	Tornillo cabeza botón métrico inoxidable M6 x 20	Generico	2
48	TM - M6	Tuerca métrica inoxidable M6	Generico	4
49	THM - M6 x 40	Tornillo hexagonal métrico inoxidable M6x40	Generico	2

Ilustración 50. Sistema ensamblado y la dirección de funcionamiento del sistema



Sistema de empuje de cajas: En la primera sección se observa un explosionado del sistema de empuje de cajas con su listado de partes y los ballons que indica cada uno de los ítems.

Ilustración 51. Explosionado del sistema de empuje de cajas y listado de partes



En la segunda sección se puede observar el ensamble del sistema, algunas vistas importantes para el ensamble, el movimiento que tiene el equipo y también como está ensamblado el subsistema que se encarga del cierre de la aleta transversal posterior.

Ilustración 52. Ensamble del sistema y vistas para el ensamble.

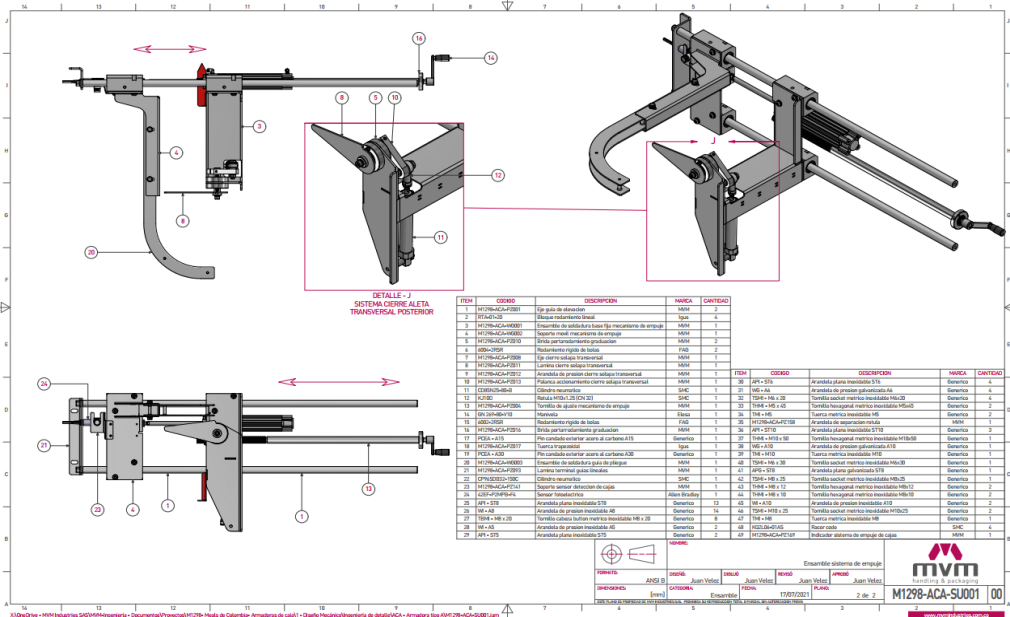


Tabla 24. Listado de partes del sistema de empuje

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	CANTIDAD
1	M1298-ACA-P2001	Eje guía de elevación	MVM	2
2	RTA01+20	Bloque rodamiento lineal	Igus	4
3	M1298-ACA-WG001	Ensamble de soldadura base fija mecanismo de empuje	MVM	1
4	M1298-ACA-WG002	Soporte móvil mecanismo de empuje	MVM	1
5	M1298-ACA-P2010	Brida portarodamiento graduación	MVM	2
6	600+2RSR	Rodamiento rígido de bolas	FAG	2
7	M1298-ACA-P2008	Eje cierre solapa transversal	MVM	1
8	M1298-ACA-P2011	Lamina cierre solapa transversal	MVM	1
9	M1298-ACA-P2012	Arandela de presión cierre solapa transversal	MVM	1
10	M1298-ACA-P2013	Palanca accionamiento cierre solapa transversal	MVM	1
11	CD8N25+80+8	Cilindro neumático	SMC	1
12	KJ100	Retulita M10x1,25 (CN 32)	SMC	1
13	M1298-ACA-P2004	Tomillo de ajuste mecanismo de empuje	MVM	1
14	GN 269+80+V10	Manivela	Elesa	1
15	600+2RSR	Rodamiento rígido de bolas	FAG	1
16	M1298-ACA-P2016	Brida portarodamiento graduación	MVM	1
17	PCEA - A15	Pin candado exterior acero al carbono A15	Generico	1
18	M1298-ACA-P2017	Tuerca trapezoidal	Igus	1
19	PCEA - A30	Pin candado exterior acero al carbono A30	Generico	1
20	M1298-ACA-WG003	Ensamble de soldadura guía de plegue	MVM	1
21	M1298-ACA-P2093	Lamina terminal guías lineales	MVM	1
22	CP650B32-150C	Cilindro neumático	SMC	1
23	M1298-ACA-P2141	Soporte sensor detección de cajas	MVM	1
24	4ZEF-P2141PB-F4	Sensor fotoeléctrico	Allen Bradley	1
25	API - S78	Arandela plana inoxidable S78	Generico	13
26	WI - A8	Arandela de presión inoxidable A8	Generico	14
27	TBM - M8 x 20	Tomillo cabeza button métrico inoxidable M8 x 20	Generico	8
28	WI - A5	Arandela de presión inoxidable A5	Generico	2
29	API - S75	Arandela plana inoxidable S75	Generico	2

Sistema de cierre longitudinal: En el primer segmento se puede observar un explosionado del sistema de cierre longitudinal con su listado de partes y los ballons que indica cada uno de los ítems, también una vista frontal y una vista en isométricos importantes para el ensamble.

Ilustración 53. Explosionado del sistema de cierre longitudinal

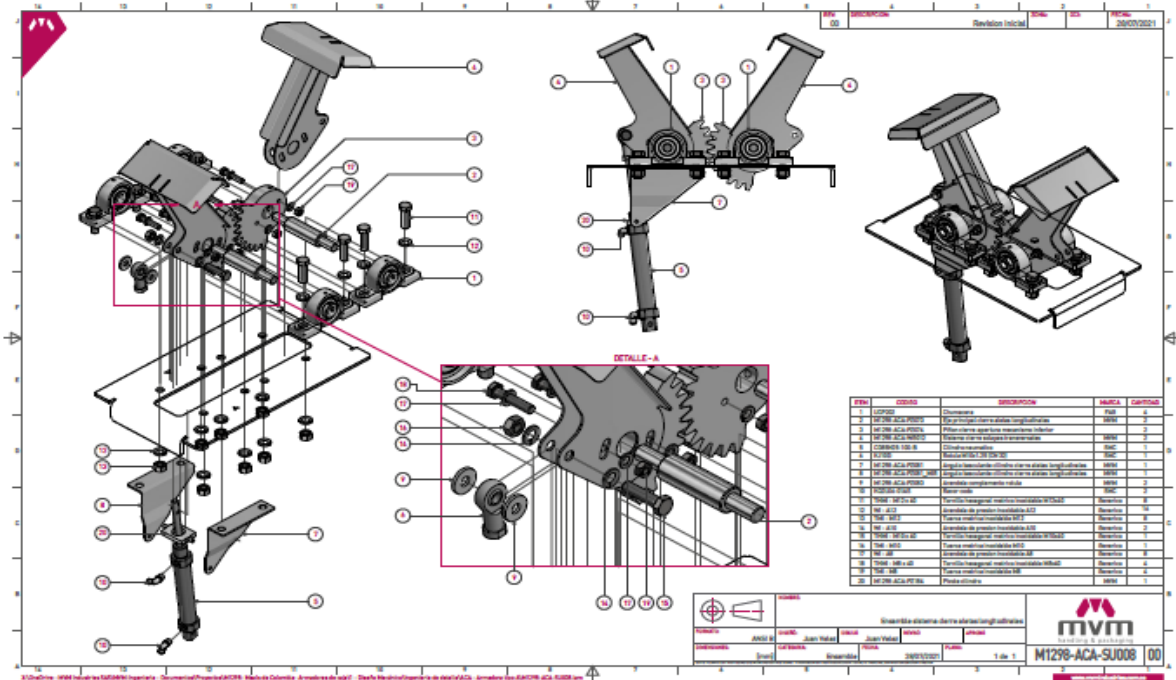


Tabla 25. Listado de partes del sistema de cierre longitudinal

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	CANTIDAD
1	UCP202	Chumacera	FAG	4
2	M1298-ACA-PZ073	Eje principal cierre aletas longitudinales	MVM	2
3	M1298-ACA-PZ074	Piñón cierre-apertura mecanismo inferior		2
4	M1298-ACA-WG012	Sistema cierre solapas transversales	MVM	2
5	CD85N25-100-B	Cilindro neumático	SMC	1
6	KJ10D	Rotula M10x1.25 (CN 32)	SMC	1
7	M1298-ACA-PZ081	Angulo basculante cilindro cierre aletas longitudinales	MVM	1
8	M1298-ACA-PZ081_MIR	Angulo basculante cilindro cierre aletas longitudinales	MVM	1
9	M1298-ACA-PZ083	Arandela complemento rotula	MVM	2
10	KQ2L06-01AS	Racor codo	SMC	2
11	THMI - M12 x 40	Tornillo hexagonal métrico inoxidable M12x40	Genérico	8
12	WI - A12	Arandela de presión inoxidable A12	Genérico	16
13	TMI - M12	Tuerca métrica inoxidable M12	Genérico	8
14	WI - A10	Arandela de presión inoxidable A10	Genérico	2
15	THMI - M10 x 40	Tornillo hexagonal métrico inoxidable M10x40	Genérico	1
16	TMI - M10	Tuerca métrica inoxidable M10	Genérico	1
17	WI - A8	Arandela de presión inoxidable A8	Genérico	8
18	THMI - M8 x 40	Tornillo hexagonal métrico inoxidable M8x40	Genérico	4
19	TMI - M8	Tuerca métrica inoxidable M8	Genérico	4
20	M1298-ACA-PZ184	Pivote cilindro	MVM	1

Sistemas de cierre transversal: La Ilustración 54 se observa un explosionado del subsistema de cierre de aleta transversal frontal de la caja, dicho subsistema se puede ver, que se encuentra indicado en el plano de sistema bandas de salida (**M1298-ACA-SU004**).

Ilustración 54. Explosionado del subsistema de cierre de aleta transversal frontal de la caja.

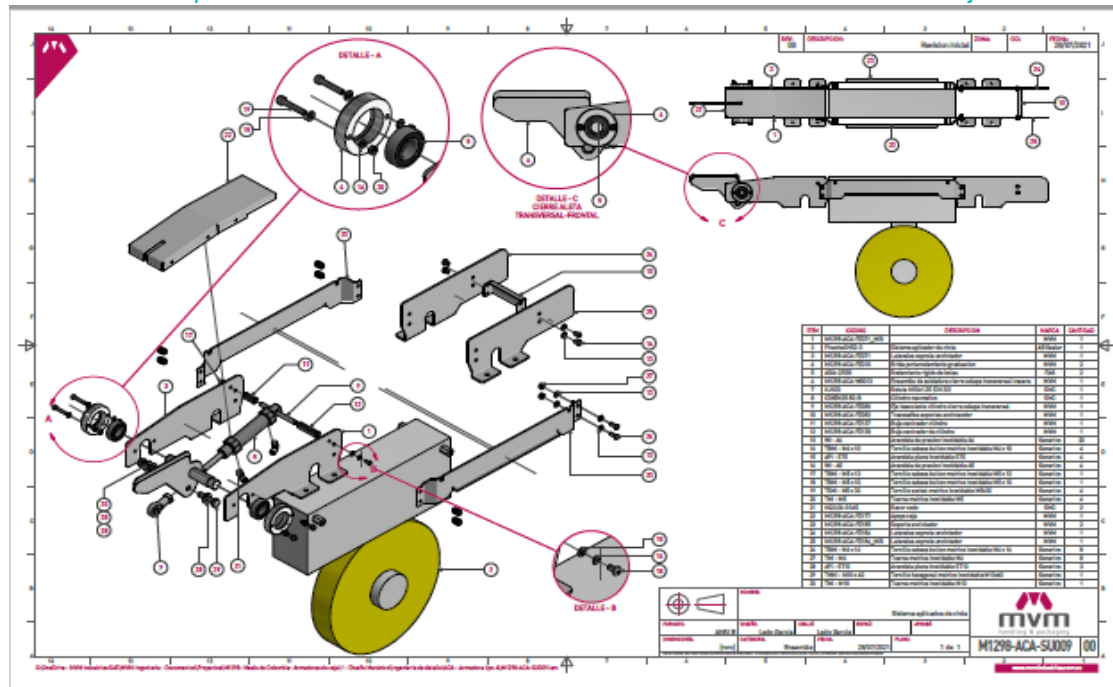


Tabla 26. Listado de partes del sistema de cierre de aleta transversal

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	CANTIDAD
1	M1298-ACA-PZ071_MIR		MVM	1
2	PiranhaCHS2-3	Sistema aplicador de cinta	AB Sealer	1
3	M1298-ACA-PZ071	Laterales SOPROTE encintador	MVM	1
4	M1298-ACA-PZ010	Brida portarodamiento graduacion	MVM	2
5	6004-2RSR	Rodamiento rigido de bolas	FAG	2
6	M1298-ACA-WG013	Ensamble de soldadura cierre solapa transversal trasera	MVM	1
7	KJ10D	Rotula M10x1.25 (CN 32)	SMC	1
8	CD85N25-50-B	Cilindro neumatico	SMC	1
9	M1298-ACA-PZ080	Eje basculante cilindro cierre solapa transversal	MVM	1
10	M1298-ACA-PZ082	Travesaños soportes encintador	MVM	1
11	M1298-ACA-PZ137	Buje centrador cilindro	MVM	1
12	M1298-ACA-PZ138	Buje centrador de cilindro	MVM	1
13	WI - A6	Arandela de presion inoxidable A6	Generico	20
14	TBMI - M6 x 10	Tornillo cabeza button metrico inoxidable M6 x 10	Generico	4
15	API - ST5	Arandela plana inoxidable ST5	Generico	6
16	WI - A5	Arandela de presion inoxidable A5	Generico	6
17	TBMI - M5 x 12	Tornillo cabeza button metrico inoxidable M5 x 12	Generico	1
18	TBMI - M5 x 10	Tornillo cabeza button metrico inoxidable M5 x 10	Generico	1
19	TSMI - M5 x 30	Tornillo socket metrico inoxidable M5x30	Generico	4
20	TMI - M5	Tuerca metrica inoxidable M5	Generico	4
21	KQ2L06-01AS	Racor codo	SMC	2
22	M1298-ACA-PZ177	Apoyo caja	MVM	1
23	M1298-ACA-PZ185	Soporte encintador	MVM	2
24	M1298-ACA-PZ186	Laterales SOPROTE encintador	MVM	1
25	M1298-ACA-PZ186_MIR	Laterales SOPROTE encintador	MVM	1
26	TBMI - M6 x 16	Tornillo cabeza button metrico inoxidable M6 x 16	Generico	8
27	TMI - M6	Tuerca metrica inoxidable M6	Generico	8
28	API - ST10	Arandela plana inoxidable ST10	Generico	3
29	THMI - M10 x 40	Tornillo hexagonal metrico inoxidable M10x40	Generico	1
30	TMI - M10	Tuerca metrica inoxidable M10	Generico	1

Sistema guía superior de cajas: En el primer segmento se observa un explosionado del sistema guía superior de cajas con su listado de partes y los ballons que indica cada uno de los ítems.

Ilustración 55. Explosionado del sistema guía superior de cajas.

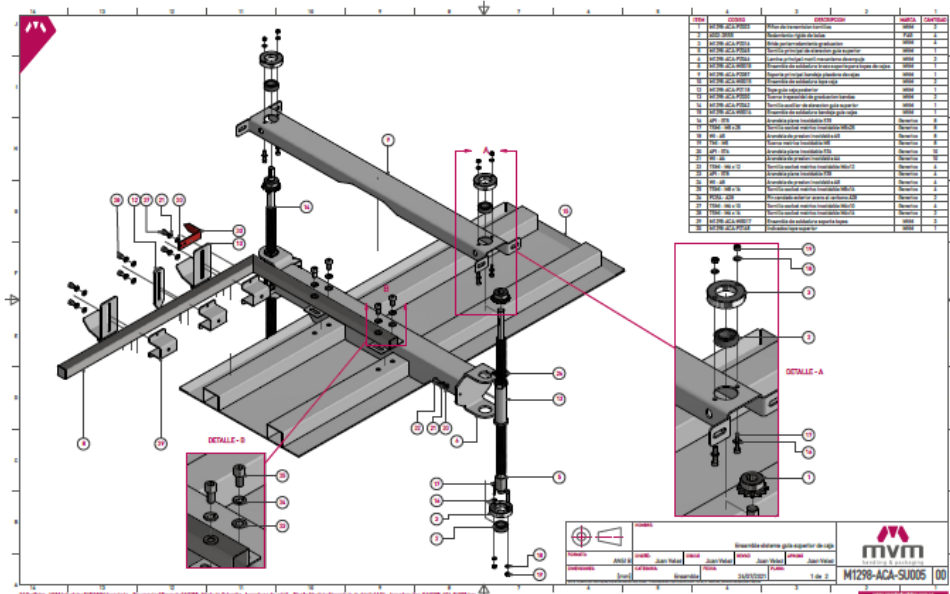
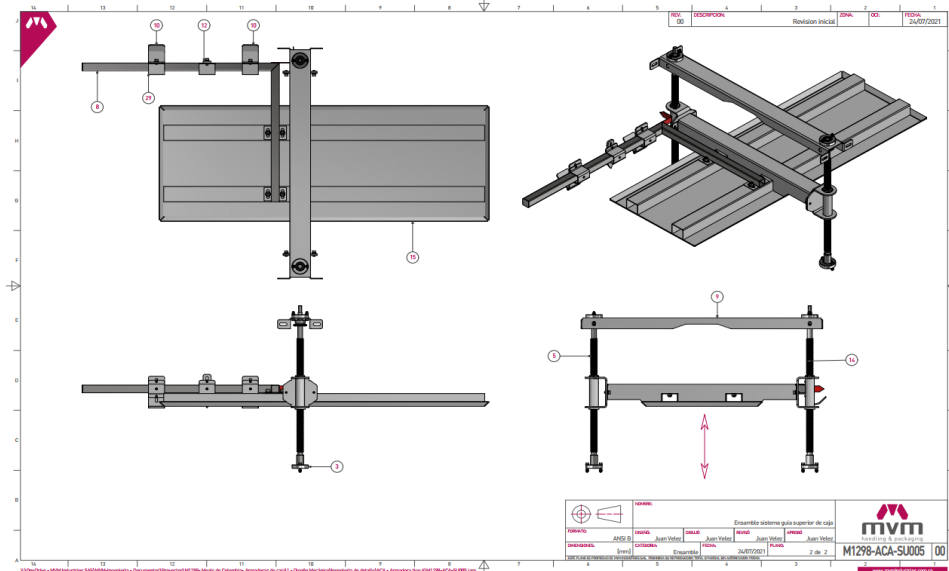


Tabla 27. Listado de partes del sistema de guía superior

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	CANTIDAD
1	M1298-ACA-PZ033	Piñón de transmisión tornillos	MVM	2
2	6002-2RSR	Rodamiento rígido de bolas	FAG	4
3	M1298-ACA-PZ016	Brida porta rodamiento graduación	MVM	4
4	M1298-ACA-PZ045	Tornillo principal de elevación guía superior	MVM	1
5	M1298-ACA-PZ046	Lamina principal móvil mecanismo de empuje	MVM	2
6	M1298-ACA-WG018	Ensamble de soldadura brazo soporte para topes de cajas	MVM	1
7	M1298-ACA-PZ087	Soporte principal bandeja pisadora de cajas	MVM	1
8	M1298-ACA-WG015	Ensamble de soldadura tope caja	MVM	2
9	M1298-ACA-PZ118	Tope guía caja posterior	MVM	1
10	M1298-ACA-PZ030	Tuerca trapezoidal de graduación bandas	MVM	2
11	M1298-ACA-PZ042	Tornillo auxiliar de elevación guía superior	MVM	1
12	M1298-ACA-WG016	Ensamble de soldadura bandeja guía cajas	MVM	1
13	API - ST5	Arandela plana inoxidable ST5	Genérico	8
14	TSMI - M5 x 25	Tornillo socket métrico inoxidable M5x25	Genérico	8
15	WI - A5	Arandela de presión inoxidable A5	Genérico	8
16	TMI - M5	Tuerca métrica inoxidable M5	Genérico	8
17	API - ST6	Arandela plana inoxidable ST6	Genérico	10
18	WI - A6	Arandela de presión inoxidable A6	Genérico	10
19	TSMI - M6 x 12	Tornillo socket métrico inoxidable M6x12	Genérico	4
20	API - ST8	Arandela plana inoxidable ST8	Genérico	4
21	WI - A8	Arandela de presión inoxidable A8	Genérico	4
22	TSMI - M8 x 16	Tornillo socket métrico inoxidable M8x16	Genérico	4
23	PCEA - A28	Pin candado exterior acero al carbono A28	Genérico	2
24	TSMI - M6 x 10	Tornillo socket métrico inoxidable M6x10	Genérico	4
25	TSMI - M6 x 16	Tornillo socket métrico inoxidable M6x16	Genérico	2
26	M1298-ACA-WG017	Ensamble de soldadura soporte topes	MVM	3
27	M1298-ACA-PZ168	Indicador tope superior	MVM	1

En el segundo segmento se encuentra una vista en isométrico que son importantes para el ensamble, también indica el movimiento que puede realizar el sistema.

Ilustración 56. Isométrico del sistema de guía superior de cajas



4.5.2 Planimetría eléctrica y neumática del equipo:

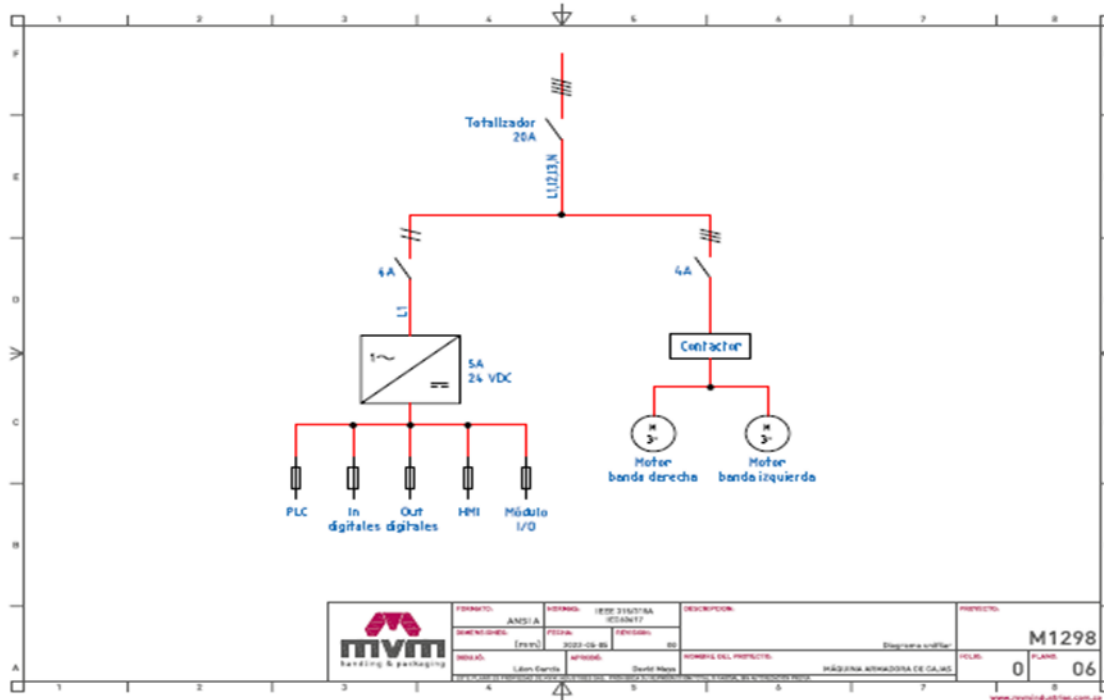
En esta sección con la ayuda del software **AutoCAD Electrical** se muestra el plano neumático y eléctrico de la máquina la cual permite representar de una manera gráfica el funcionamiento de este sistema.

Planimetría eléctrica: En esta sección del trabajo se analiza el diagrama unifilar de la armadora de cajas, este diagrama muestra una estructura eléctrica muy general del equipo, la cual indica los elementos que posee la máquina, en el plano eléctrico de la máquina se puede observar:

En la parte superior del plano cuenta con una conexión trifásica ya que la máquina es alimentada a 220V AC, esta conexión va a ir a un totalizador de 20 amperios.

- El totalizador es el encargado de la protección general del equip
- Una fuente y un contactor, ambos con dos protecciones termomagnéticas de 4 amperios como una seguridad individual
- La fuente es de 5 amperios y 24 VDC su función es proporcionar el voltaje AC para todo el sistema electrónico de la máquina que se conecta a 24VD
- Un PLC (Controlador Lógico Programable), este dispositivo es el encargado de almacenar la información, de accionar las entradas y salidas digitales
- El HMI (la pantalla que es la interface hombre-máquina) es la pantalla por la cual los operarios podrán controlar, vigilar y manipular la máquina y su funcionamiento.
- Módulo I/O (Módulo adicional de entradas y salidas digitales). Debido a la cantidad de entradas y salidas que tenemos para contralar es necesario adicionar este módulo para ampliar el PLC, todos estos sistemas cuentan con su respectivo fusible para su protección individual.
- El contactor anteriormente mencionado, que activa y desactiva los dos motores que accionarán las bandas laterales de salida de cajas.

Ilustración 57. Planos eléctricos de la máquina



Planimetría neumática: El sistema neumático de la máquina tiene como función tomar la caja desarmada por medio de un sistema de vacío con ventosas y cerrar todas las aletas de las cajas para luego empujar la caja al sistema de bandas laterales, todo esto por medio de 5 cilindros neumáticos, el sistema neumático está integrado por:

- Un filtro regulador, que se encarga de filtrar y regular el aire comprimido.
- Un presostato digital, el cual permite la lectura constante de la presión de aire comprimido en el equipo.
- Una válvula de despresurización de aire variable que se encarga de cortar el aire en todo el equipo.
- Una válvula de arranque progresivos, que se encarga de mover lentamente y de manera segura los actuadores en el sistema al momento de la presurización del equipo.

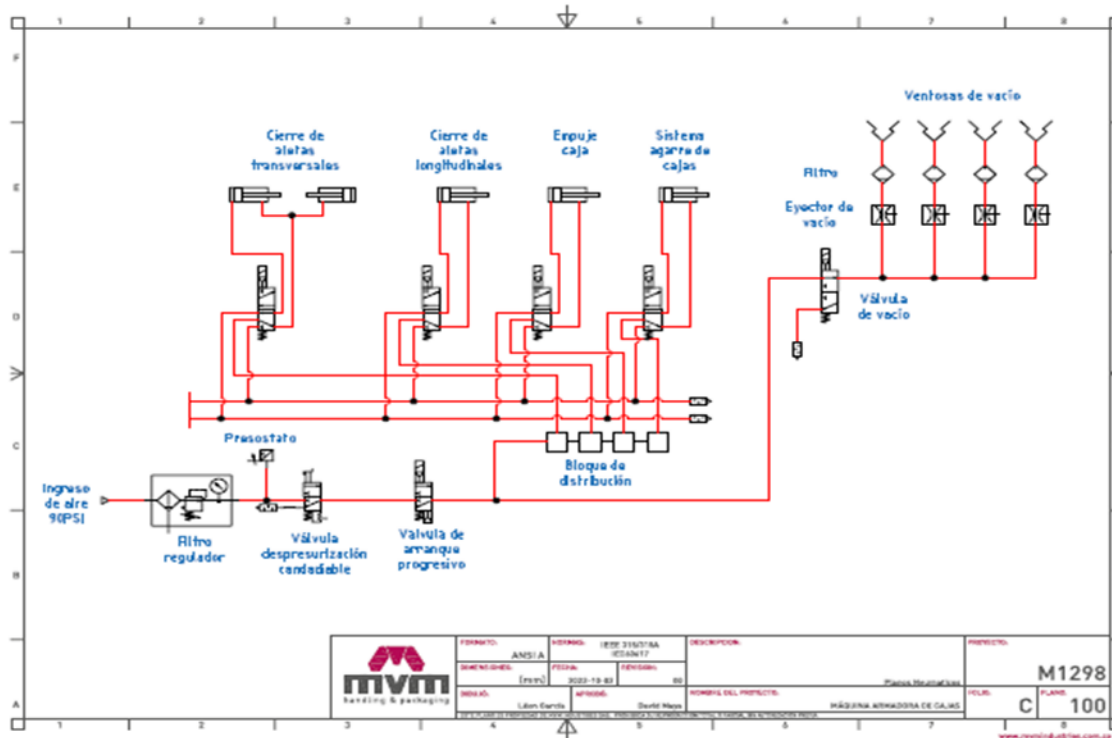
En el plano se observa que tiene 2 derivaciones de aire, la primera derivación va a un bloque de distribución (**manifold**) que alimenta de aire comprimido a 4 electroválvulas que

son las encargadas de accionar 5 cilindros neumáticos, las 4 electroválvulas trabajan de la siguiente forma:

- La primera se encarga del sistema de cierre de aletas transversales de la caja, la cual activa o desactiva dos cilindros neumáticos que funcionan en simultaneo.
- La segunda se encarga del sistema de cierre longitudinal de las aletas de la caja, el cual funciona por medio de un cilindro neumático.
- La tercera se encarga del sistema de empuje de cajas, que, por medio de un cilindro neumático entrega las cajas a las bandas de agarre lateral para ser encintadas.
- La cuarta electroválvula se encarga del sistema de agarre, que por medio de un cilindro neumático desplaza las guías, el brazo que sostiene las ventosas de vacío, para que las tome el sistema magazine.

La segunda parte de la derivación cuenta con una electroválvula que se encarga de activar y desactivar el sistema de vacío que cuenta con 4 eyectores que funcionan por medio del efecto Venturi y que pasan por 4 filtros que se encarga de cuidar los eyectores del material particulado que puede ser absorbido de las cajas de cartón por medio de las ventosas.

Ilustración 58. Planos neumáticos de la máquina



4.5.3 Esquema de funcionamiento de control:

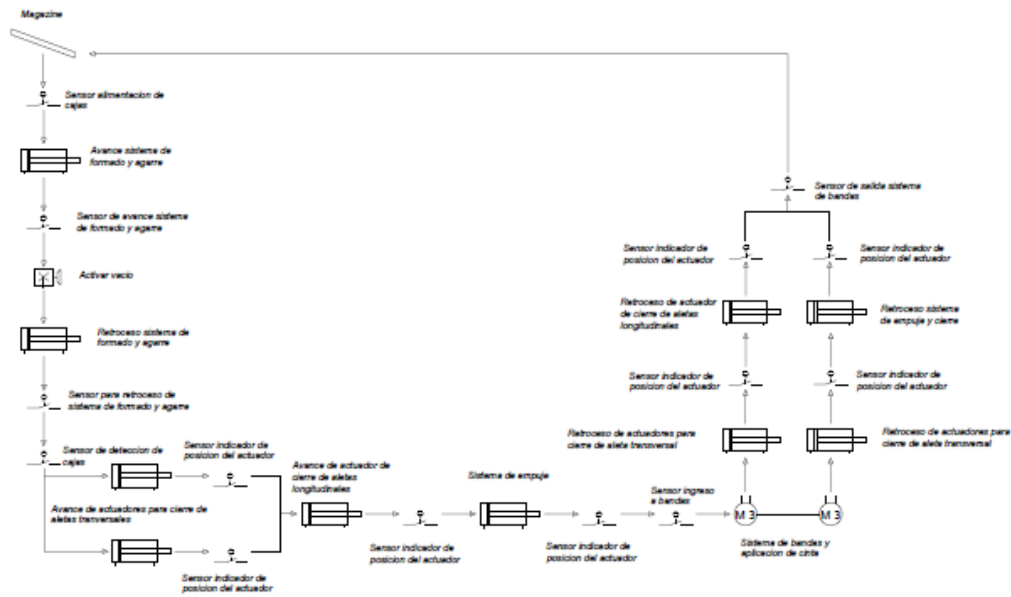
Este diagrama explica por medio de la simbología de componentes electrónicos, eléctricos y neumáticos, como es el ciclo de funcionamiento básico de la máquina. Inicialmente muestra un magazine donde se encuentran ubicadas las cajas, en este se ubica un sensor de alimentación de cajas, que indica si hay o no cajas en el magazine. Cuando se detecta que hay cajas se activa el actuador del sistema de forma y agarre, entonces se pone en marcha el sistema de vacío para agarrar la caja, luego un sensor envía una señal eléctrica que indica al actuador hacer el retroceso.

Cuando el sistema de agarre retrocede, un sensor indica al sistema si agarro o no la caja a formar, si el sensor no detecta caja se debe repetir el proceso, en caso de ser positiva la señal del sensor cuando detecta el agarre de la caja se activan los actuadores para el cierre de las aletas transversales. Posteriormente se activa el actuador para el sistema de cierre de aletas longitudinales, cuando se encuentran todas las aletas cerradas se pone en marcha

el actuador del sistema de empuje el cual lleva la caja hacia el sistema de bandas, en el inicio de este sistema se halla ubicado un sensor que envía una señal para indicar que ha ingresado una caja haciendo que los sistemas de los procesos anteriores vuelvan a un estado inicial. En el sistema de bandas se aplica cinta a la caja armada y un sensor que se encuentra en la salida del sistema indica que se vuelva a iniciar el proceso de armado.

Los sensores que integran cada uno de los sistemas y actuadores envían señales eléctricas al PLC (indicado en el diagrama eléctrico) el cual se encarga de activar las electroválvulas neumáticas para el ingreso de aire a los actuadores y el sistema de vacío, también activa los contactores de los motores que accionan las bandas laterales.

Ilustración 52. Diagrama de funcionamiento de la máquina.



5. CONCLUSIONES

- Se logró diseñar y generar una máquina capaz de dar solución al requerimiento de diseñar una dobladora de caja, teniendo en cuenta los requerimientos, sugerencias hechas por el cliente y también las condiciones de la planta.
- La principal característica de la máquina es que se puede adaptar a cualquier tipo de dimensiones para la caja necesitada, lo que nos da versatilidad a la hora de la producción.
- Al utilizar la máquina un operario de producción para la elaboración de una caja, obtenemos ganancia no solo en la economía, sino que mejoramos la calidad de vida del operario, ya que al evitar movimientos repetitivos la empresa contribuye a mejorar su salud.
- Aunque inicialmente se trabajaron con estos elementos seleccionados para el diseño de la máquina y sus sistemas, se seguirá en la búsqueda de mejores elementos y sistemas con el fin de mejorar la cantidad en la producción de las cajas.
- Por medio de las simulaciones que se realizaron en Autodesk Inventor sobre la estructura de la máquina, se evidenció que está sobredimensionada para las cargas que va a soportar, por lo tanto, será óptimo realizar un rediseño de la estructura con diferentes materiales que podrán reducir el costo del equipo.
- Los resultados obtenidos durante el proceso son satisfactorios ya que llegan a cumplir con los objetivos propuestos al inicio del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

abc PACK. N.F.. abc PACK. [En línea] N.F. <https://www.abc-pack.com/noticias/aplicadores-de-adhesivo-hot-melt-pistolas/#:~:text=Los%20aplicadores%20de%20adhesivo%20hot,en%20altas%20velocidad es%20de%20%C3%ADnea>.

Ahmad, T., & Van Looy, A & Alzate-Ibañez, A. M. 2022. Polo del Conocimiento. *Ventajas de la automatización de la gestión por procesos*. [En línea] 22 de 09 de 2022. <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4269>.

Amaya, Juan Esteban Arango. 2022. DESARROLLO DE PLANTA CERÁMICA. [En línea] 22 de 09 de 2022. <https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/491/ArangoAmayaJuanEsteban2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

AREATECNOLOGIA. N.F.. AREATECNOLOGIA. [En línea] N.F. <https://www.areatecnologia.com/que-es-la-neumatica.htm>.

Berran Industrial Group. 2018. Thing Big. [En línea] 2018. <https://www.berranindustrialgroup.com/packaging-equipment/eagle-t210/>.

—. **2018.** Thing BIG. [En línea] 2018. <https://www.berranindustrialgroup.com/packaging-equipment/eagle-t20cf/>.

—. **2018.** Think Big. [En línea] 2018. <https://www.berranindustrialgroup.com/packaging-equipment/eagle-t210-ss/>.

BOIX JAÉN, José. 2018. EUROPEAN PATENT APPLICATION. [En línea] 18 de 12 de 2018.
<https://patentimages.storage.googleapis.com/c7/75/25/337a7df3caf6f7/EP2583817A1.pdf>.
f.

Centro Embalaje Industrial. 2020. CENTRO EMBALAJE INDUSTRIAL. [En línea] 2020.
<https://centroembalaje.com/aplicadores-cinta-adhesiva/#:~:text=Las%20precintadoras%20o%20aplicadores%20de,los%20sectores%20de%20la%20actividad.>

DIPRAX. N.F.. DIPRAX - Aire comprimido, hidráulica y vacío industrial. [En línea] N.F.
<http://www.diprax.es/aire-comprimido/pinzas-neumaticas-grippers/#:~:text=Una%20pinza%20neum%C3%A1tica%20de%20agarre,generalmente%20personalizadas%20por%20los%20clientes.>

Eppinger, Karl T. Ulrich & Steven D. 2022. issuu. [En línea] 01 de 07 de 2022.
[https://issuu.com/carolinae6/docs/dise__o_y_desarrollo_de_productos_5.](https://issuu.com/carolinae6/docs/dise__o_y_desarrollo_de_productos_5)

FESTO. N.F. FESTO. *Actuador lineal neumático.* [En línea] N.F.
[https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/490132/DGO_2017-10c_8074782e1.pdf.](https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/490132/DGO_2017-10c_8074782e1.pdf)

Flex Link. N.F.. Flex Link. [En línea] N.F.
https://www.flexlink.com/en/coesia_technical_library/556/view#:~:text=Los%20perfiles%20gu%C3%ADa%20se%20utilizan,de%20diferentes%20formas%20y%20tama%C3%B1os.

Flux o fy. N.F.. Flux o fy. [En línea] N.F. [https://www.fluxofy.store/MLM-621897598-lamina-acero-inoxidable-304-cal20-09mm-30cm-x-30cm-_JM.](https://www.fluxofy.store/MLM-621897598-lamina-acero-inoxidable-304-cal20-09mm-30cm-x-30cm-_JM)

González, Rodrigo González. 2022. PDCA Home. [En línea] 05 de 09 de 2022.
[https://www.pdcahome.com/2569/matriz-de-pugh-ayuda-a-la-toma-de-decisiones/.](https://www.pdcahome.com/2569/matriz-de-pugh-ayuda-a-la-toma-de-decisiones/)

Guest Autor. 2022. rockcontent. [En línea] 10 de 8 de 2022.
[https://rockcontent.com/es/blog/que-es-benchmarking/.](https://rockcontent.com/es/blog/que-es-benchmarking/)

Herrera Prieto, Jorge Eliecer. 2022. investigación de mercados. [En línea] 22 de 06 de 2022.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xY__AQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Para+que+sirve+un+análisis+de+mercado&ots=Shz4L9jB8Y&sig=OOK4FTHdU-X1ONNtWkxk4HUVUM0#v=onepage&q&f=false.

hntools. N.F.. HNT GROUP. *hntools*. [En línea] N.F. <https://hntools.es/actuadores-neumaticos/>.

INNOMECA. 2022. Innomec Innovación y Automatización. [En línea] 2022. <https://www.innomec.com.pe/maquina-armadora-de-cajas/>.

Kiyosaku, Iwasa. 2015. IFI CLAIMS Patent Services. [En línea] 05 de 08 de 2015. <https://patents.google.com/patent/JP5758644B2/en?q=cardboard+box+assembled&oq=cardboard+box+assembled>.

Micro. 2021. Micro Automación. [En línea] 2021. <https://co.microautomacion.com/es/inicio/>.

Planas, Oriol. 2016. ENERGÍA NUCLEAR. [En línea] 30 de noviembre de 2016. <https://energia-nuclear.net/energia/energia-mecanica>.

—. **2014.** ENERGÍA NUCLEAR. [En línea] 2 de enero de 2014. https://energia-nuclear.net/energia/energia-electrica#google_vignette.

rittal. N.F.. rittal. [En línea] N.F. <https://www.rittal.com/co-es/product/show/variantdetail.action?productID=1446500>.

SUIMTEC. 2021. Suministros Importados Técnicos S.A.S. [En línea] 2021. <https://suimtecc.com/uhmw-polietileno-de-ultra-alto-peso-molecular>.

Team Asana. 2022. asana. [En línea] 10 de 8 de 2022.

<https://asana.com/es/resources/needs-assessment>.

Ulrich, T., y Eppinger, D. (2004). *Diseño y desarrollo de productos. Enfoque multidisciplinario, 3ª edición*, . México, df : McGraw-Hill, (2004).

URIARTE INDUSTRIA. 2018. URIARTE INDUSTRIA. [En línea] 2018.

<https://uriarteindustrial.com/articulos-tecnicos/las-ventosas-en-el-mundo-industrial/#:~:text=Son%20componentes%20que%20tras%20aplicar,ventosa%20sujeta%20a%20la%20superficie>.

WATTCO. 2022. WATTCO. *Tableros de Control Digital*. [En línea] 2022.

<https://www.wattco.com/es/casestudy/tableros-de-control-digital-que-son/#:~:text=Los%20tableros%20de%20control%20digital%20son%20dispositivos%20el%C3%A9ctricos%20que%20sirven,de%20los%20equipos%20y%20dispositivos>.

ANEXO A. TABLA DE REQUERIMIENTOS

Tabla 28. Tabla de requerimientos.

Requerimientos	Importancia
El equipo debe ser fabricado con materiales para la industria alimenticia	10
Garantizar que se pueda instalar con facilidad en los espacios designados	10
Debe generar la menor cantidad posible de desperdicio de materia prima	6
Debe garantizar la seguridad y el fácil manejo para los operarios	10
El equipo debe cumplir con el mínimo de producción establecido	10
Debe ser un equipo liviano y que permita un fácil desplazamiento	7
El acceso a los diferentes sistemas debe ser sencillo para facilitar las tareas de mantenimiento.	10
El equipo debe poder armar los diferentes tamaños de cajas establecidos	10
Garantizar que los niveles de ruido generados por el equipo sean mínimos	8
El consumo de energía generado por los diferentes procesos debe ser bajo	5
Los repuestos deben ser de fácil acceso y consecución	3

ANEXO B. RESULTADOS ADICIONALES

Tabla 29. Tabla de especificaciones

Ítems	Especificaciones
Geometría	Ancho 3000mm, Alto 2500 mm, Largo 3000 mm (Máximo) Salida de caja a 800 mm de altura la cual debe ser regulable
Energía	Eléctrica (220 AC trifásica), neumática y mecánica
Seguridad	Guardas de seguridad Sistema de seguridad por control
Costos	80'000.000
Materiales	Los materiales deben ser pensados para la industria alimenticia
Control	Cuenta con un gabinete de control eléctrico y una pantalla de control para uso de los operarios.
Producción	12 por minuto
Seguridad	Contará con guardas físicas de protección, paro de emergencia, sistema de alarmas y sistemas de control de seguridad por programa
Ergonomía	La Interfaz hombre máquina será mínima, igualmente los controles de mando, su gabinete y la entrada de la materia prima se garantiza que sea de fácil acceso y comodidad para el operario.
Ensamble	Fácil ensamble, equipo se entrega ensamblado al cliente con manual de instrucciones y capacitación de ensamble
Operación	Cuenta con pantalla Touch para su manipulación, la cual nos permite cambios en la rutina de producción, monitoreo de los sistemas entre otros
Mantenimiento	Fácil acceso a sus sistemas para realizar los mantenimientos correctivos y preventivos.

ANEXO C. SOLUCIONES DE DISEÑO

Ilustración 59. Diagrama de la Opción 2

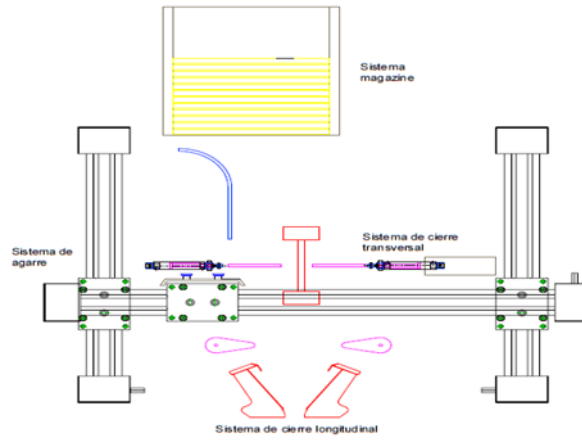


Ilustración 60. Diagrama de la Opción 3

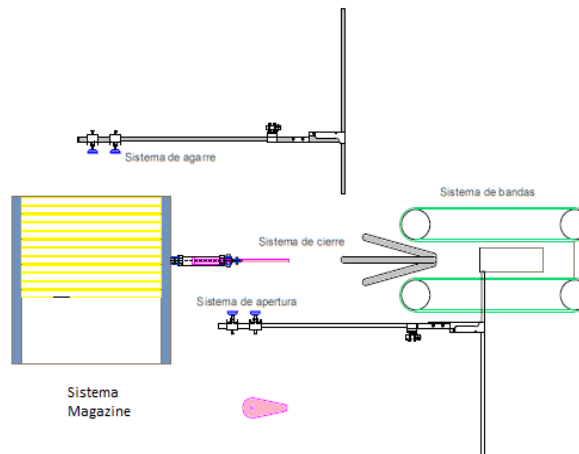
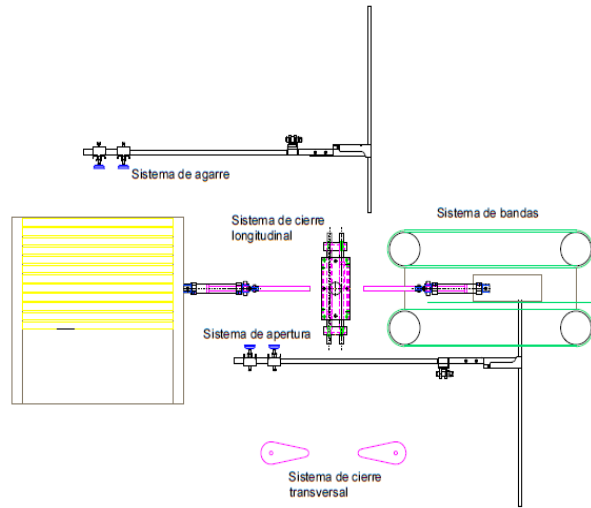


Ilustración 61. Diagrama de la Opción 4



ANEXO D. LISTADO DE COMPONENTES

Tabla 30. Rodamientos

Referencia	Descripción	Cantidad	Vendedor
6004-2RSR	Rodamiento rígido de bolas	7	FAG
6002-2RSR	Rodamiento rígido de bolas	9	FAG
6005-2RSR	Rodamiento rígido de bolas	3	FAG
UCP202	Chumacera	8	FAG
UCFL202	Chumacera	4	FAG

Tabla 31. Caja reductora

Referencia	Descripción	Cantidad	Vendedor
MU 30 PAM63B14	Caja reductora, 80:1	1	SITI

Tabla 32. Motor

Referencia	Descripción	Cantidad	Vendedor
GK90 60W 220VAC REL15-1	Motor eléctrico	2	JWD

Tabla 33. Componentes neumáticos

Referencia	Descripción	Cantidad	Vendedor
CD85N25-80-B	Cilindro neumático	1	SMC
KJ10D	Rotula M10x1.25 (CN 32)	4	SMC
D5032	Soporte basculante	1	SMC
CP96SDB32-150C	Cilindro neumático	2	SMC
CD85N25-100-B	Cilindro neumático	1	SMC
CD85N25-50-B	Cilindro neumático	1	SMC
SS5Y5-42-04-02	Manifold	1	SMC
SY5140-5DZ_B	Electroválvula neumática	4	SMC
KQ2H06-02AS	Racor recto	8	SMC
AN20-02	Silenciador	3	SMC
KQ2H08-02AS	Racor recto	1	SMC
ZH13DSA-08-10-10	Eyector de vacío	3	SMC
ZFC76	Filtro de aire en línea	3	SMC
AN20-C10	Silenciador	3	SMC
C5032	Soporte basculante	1	SMC

Tabla 33. Componentes neumáticos

Referencia	Descripción	Cantidad	Vendedor
KQ2L08-10A	Racor codo	3	SMC
KQ2E10-03A	Pasamuros	2	SMC
KQ2ZD08-03AS (A)	Racor derivación	1	SMC
Brass			
AW30-03-B	Filtro regulador	1	SMC
ISE30A-01-P-L	Switch digital de presión	1	SMC
Y300T-A	Brackets de fijación modular	3	SMC
VHS30-03A	Válvula de corte OSHA	1	SMC
KQ2VD08-03A	Codo doble universal	1	SMC
KQ2H10-03AS	Racor recto	3	SMC
AN30-03	Silenciador de 3/8"	3	SMC
VP517Y-5DZ1	Válvula de corte residual	1	SMC
E300-03-A	Adaptador de tubería	1	SMC
KQ2L06-01AS	Racor codo	10	SMC
VFS3111-5DZ-03-Q	Electroválvula neumática	1	SMC
KQ2L10-03AS	Racor codo	1	SMC
KQ2E08-03A	Pasamuros	2	SMC