

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Estudio de factibilidad de adquisición de equipo de armado
semiautomático de empaque ubicado en línea de producción de envases
de vidrio

Trabajo de graduación presentado por Boris Eduardo Galindo Porta
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala
2022

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Estudio de factibilidad de adquisición de equipo de armado
semiautomático de empaque ubicado en línea de producción de envases
de vidrio

Trabajo de graduación presentado por Boris Eduardo Galindo Porta
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala
2022

Vo.Bo. Asesor



Ing. Nelson Milian

Vo.Bo. Terna Examinadora



Ing. Nelson Milian



Inga. Vivian Judith Sigüenza Tobías



Ing. Mardoqueo Velásquez Gomez

Fecha de Aprobación: 17 de enero del 2022

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABLAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	X
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. OBJETIVOS	3
3.1 OBJETIVO GENERAL	3
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
4.1 LÍNEA DE PRODUCCIÓN	4
4.1.1 <i>Automatización de línea de producción</i>	4
4.2. ORDEN DE COMPRA.....	4
4.3. EMPAQUE PRIMARIO.....	5
4.3.1. <i>Corrugado</i>	5
4.3.1.2.1 <i>Flauta B</i>	6
4.3.1.2.2 <i>Flauta C</i>	6
4.4 RETORNO DE INVERSIÓN	7
4.5. VPN.....	8
4.6. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	8
4.7. REDUCCIÓN DE COSTOS OPERATIVOS.....	9
4.7.1. <i>Optimizar el proceso de producción</i>	9
4.7.2. <i>Importancia de reducir desperdicios</i>	9
4.7.3. <i>Materiales alternativos</i>	10
4.8. MANO DE OBRA	10
4.8.1. <i>Mano de obra directa</i>	10
4.8.2. <i>Mano de obra indirecta</i>	10
4.9. ERGONOMÍA.....	10
4.9.1. <i>Osha</i>	10
4.9.2. <i>ISO de seguridad 26800</i>	11
4.10. AUTOCAD.....	11
V. METODOLOGÍA.....	12
VI. MARCO REFERENCIAL.....	13
6.1 ÁREAS DE PRODUCCIÓN.....	13
6.2 TIPOS DE EMPAQUE Y EMBALAJE	13
6.3 PRODUCCIONES PALETIZADAS AUTOMÁTICAMENTE O SEMIAUTOMÁTICAMENTE	14
6.4 PRODUCCIONES NO PALETIZADAS.....	15
VII. INVESTIGACIÓN DE EMPAQUES ESPECIALES EN LÍNEAS Y CORRUGADOS INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO.	16
7.1 ESTUDIO DE UTILIZACIÓN DE PALETIZADORAS EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN.....	16
7.2 CORRUGADOS EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN INVOLUCRADAS EN EL PROYECTO	18

VIII. COTIZACIÓN Y ANÁLISIS DE PROPUESTAS DE EQUIPO DE ARMADO SEMIAUTOMÁTICO DE EMPAQUE.....	24
8.1 COTIZACIÓN Y ANÁLISIS DE PROPUESTAS DE EQUIPO DE ARMADO SEMIAUTOMÁTICO DE EMPAQUE.....	24
8.2 ANÁLISIS DE PROPUESTAS PRELIMINARES PRESENTADAS POR PROVEEDORES.....	25
IX. ANÁLISIS DE EMPAQUE ARMADO NECESARIO POR MOLDURA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN VS CAPACIDAD DE ARMADO DE EQUIPO	30
9.1 ESTUDIO DE EMPAQUE ARMADO NECESARIO EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN	30
9.2 ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DEL EMPAQUE NECESARIO EN LÍNEA VS CAPACIDAD DE ARMADO DEL EQUIPO	32
X. ANÁLISIS ERGONÓMICO	37
10.1 DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE ARMADO DE CAJA ACTUAL	37
10.1.1 Cierre de solapas.....	37
10.1.2 Inserto de particiones	40
10.2 ANÁLISIS ERGONÓMICO ISO 11228-3 DEL PROCESO ACTUAL.....	42
10.2.1 Estudio ergonómico de encintado de solapas	43
10.2.2. Estudio ergonómico de inserto de particiones en caja encintada.....	49
10.3 DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE ARMADO DE CAJA ACTUAL	55
10.4 DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE ARMADO DE CAJA CON EQUIPO DE ARMADO SEMIAUTOMÁTICO	56
10.5 COMPARATIVO DE DIAGRAMA DE OPERACIONES CON LA ADQUISICIÓN DE EQUIPO DE ARMADO SEMIAUTOMÁTICO	58
XI. ANÁLISIS FINANCIERO.....	59
11.1 DIFERENCIA DE COSTO OPERATIVO DE MANO DE OBRA DIRECTA CON PROCESO ACTUAL VS ARMADORA DE CAJA	59
11.1.1. Costo diario de mano de obra directa de proceso actual de armado de caja.....	60
11.1.2. Comparativa de costo diario de mano de obra directa entre ambos escenarios.....	61
11.2 FLUJO DE EFECTIVO	63
11.3 ANÁLISIS FINANCIERO DE PROYECTO BAJO DISTINTOS INDICADORES OBTENIDOS	67
XII. ANÁLISIS DE ESPACIO DISPONIBLE EN MEZZANINE 1 Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL EQUIPO	68
12.1 PLANOS DE MEZZANINE 1 Y ANÁLISIS DE UBICACIÓN DE ARMADORA DE CAJA.....	68
12.2 PLANOS DE IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPO	72
XIII. CONCLUSIONES.....	74
XIV. RECOMENDACIONES.....	76
XV. BIBLIOGRAFÍA	77
XVI. ANEXOS.....	80
16.1 COTIZACIÓN ARMADORA DE CAJA	80
16.2 PLANOS ARMADORA DE CAJA	85
16.3 COTIZACIÓN PLATAFORMA MÓVIL	86
16.4 ORDEN DE COMPRA.....	87

Lista de figuras

ILUSTRACIÓN 1 - CARTÓN CORRUGADO	5
ILUSTRACIÓN 2 - FLAUTA B	6
ILUSTRACIÓN 3 - FLAUTA C	7
ILUSTRACIÓN 4 - EJEMPLO #3 C2665 (2266512)	19
ILUSTRACIÓN 5 - EJEMPLO 4 C2665 (2266524)	19
ILUSTRACIÓN 6 - DISEÑO 2247312, EJEMPLO DE DISEÑO DE CAJA COMPLETA	24
ILUSTRACIÓN 7 - DISEÑO 5240401, EJEMPLO DE DISEÑO DE CAJA MEDIA	24
ILUSTRACIÓN 8 - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS DIMENSIONES DE UNA CAJA	25
ILUSTRACIÓN 9 - PLANO DE DIMENSIONES DE LARGO Y ANCHO DE ARMADORA LANTECH	26
ILUSTRACIÓN 10 - PLANO DE DIMENSIONES DE ALTO DE ARMADORA LANTECH	26
ILUSTRACIÓN 11 - ENCINTADORA DE BANDAS SUPERIORES E INFERIORES CON CABEZAL SUPERIOR	38
ILUSTRACIÓN 12 - ENCINTADORA DE BANDAS LATERALES CON CABEZAL INFERIOR	38
ILUSTRACIÓN 13 - SALIDA DE CAJA ENCINTADA EN ENCINTADORA DE BANDAS SUPERIORES E INFERIORES #1	39
ILUSTRACIÓN 14 - SALIDA DE CAJA ENCINTADA EN ENCINTADORA DE BANDAS SUPERIORES E INFERIORES #2	39
ILUSTRACIÓN 15 - SALIDA DE CAJA ENCINTADA EN ENCINTADORA DE BANDAS LATERALES	40
ILUSTRACIÓN 16 - PRIMERA PRUEBA EN LÍNEA DE ENCINTADO CON ENCINTADORAS DE BANDAS LATERALES #1	40
ILUSTRACIÓN 17 - INSERTO DE PARTICIONES CON ENCINTADORAS DE BANDAS SUPERIORES E INFERIORES	41
ILUSTRACIÓN 18 - PRIMERA PRUEBA EN LÍNEA DE ENCINTADO CON ENCINTADORAS DE BANDAS LATERALES #2	41
ILUSTRACIÓN 19 - SEGUNDA PRUEBA DE ENCINTADORA DE BANDAS LATERALES CON CARRIL EXTENDIBLE	42
ILUSTRACIÓN 20 - PROTOTIPO DE ANCHO Y LARGO DE ARMADORA DE CAJA SITUADO FÍSICAMENTE EN MEZZANINE 1	69
ILUSTRACIÓN 21 - PLANOS DE MEZZANINE # 1 EN PLANTA	70
ILUSTRACIÓN 22 - ARMADORA DE CAJA SITUADA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN M12 EN PLANOS AUTOCAD	71
ILUSTRACIÓN 23 - MEZZANINE #1 LADO SUR	71
ILUSTRACIÓN 24 - MEZZANINE #1 LADO NORTE	72

Lista de tablas

TABLA 1 - ECT FLAUTA B.....	6
TABLA 2 - ECT FLAUTA C	7
TABLA 3 – PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE PALETIZADORAS DEL AÑO 2020 AL 2021	16
TABLA 4 - LÍNEAS DE PRODUCCIÓN CONFORME A EMPAQUE ESPECIAL	17
TABLA 5 - PORCENTAJE DE EMPAQUE DE CAJA POR LÍNEA.....	18
TABLA 6 - NOMENCLATURA PARA DIFERENCIAR CÓDIGOS.....	20
TABLA 7 - SKUs A CONOCERSE EN EL PROYECTO.....	23
TABLA 8 – RESUMEN DE SKUs POSIBLES DE OPERAR EN EQUIPO CONFORME A SUS DIMENSIONES	27
TABLA 9 – DETALLE DE SKUs A TRABAJAR EN EQUIPO CONFORME A SUS DIMENSIONES	29
TABLA 10 - RESUMEN DE EMPAQUE NECESARIO EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN POR MINUTO	31
TABLA 11 - COMPARATIVO DE EMPAQUE NECESARIO EN LÍNEA VS CAPACIDAD DE ARMADO DE EQUIPO.....	36
TABLA 12 - PASO No.1 – ISO 11228-3 ENCINTADO DE SOLAPAS	44
TABLA 13 – PASO No. 2 – ISO 11228-3 ENCINTADO DE SOLAPAS	45
TABLA 14 – PASO No. 3 – ISO 11228-3 ENCINTADO DE SOLAPAS	46
TABLA 15 - PASO No. 4 - ISO 11228-3 ENCINTADO DE SOLAPAS	47
TABLA 16 - PASO No.5 - ISO11228-3 ENCINTADO DE SOLAPAS	48
TABLA 17 - RESULTADOS DE ANÁLISIS ERGONÓMICO “ENCINTADO DE SOLAPAS”	49
TABLA 18 - PASO No. 1 - ISO11228-3 INSERTO DE SOLAPAS	50
TABLA 19 - PASO No. 2 - ISO 11228 - 3 INSERTO DE SOLAPAS	51
TABLA 20 - PASO No. 3 - ISO 11228 - 3 INSERTO DE SOLAPAS	52
TABLA 21 - PASO No. 4 - ISO 11228 - 3 INSERTO DE SOLAPAS	53
TABLA 22 - PASO No. 4 - ISO 11228 - 3 INSERTO DE SOLAPAS	54
TABLA 23 - RESULTADOS DE ANÁLISIS ERGONÓMICO “INSERTO DE PARTICIONES”	55
TABLA 24 - AHORRO DE PERSONAL POR DÍA SKUs 1-20	62
TABLA 25 - AHORRO DE PERSONAL POR DÍA SKUs 20-40	62
TABLA 26 - AHORRO DE PERSONAL POR DÍA SKUs 40-60	62
TABLA 27 - AHORRO DE PERSONAL POR DÍA SKUs 60-89 Y PROMEDIO.....	63
TABLA 28 - ESTUDIO DE POSIBILIDAD DE USO EN LOS 19 MESES	64
TABLA 29 - FLUJO DE EFECTIVO MES 1-30	65
TABLA 30 - FLUJO DE EFECTIVO MES 31-60	66
TABLA 31 - INDICADORES FINANCIEROS OBTENIDOS DEL PROYECTO	67
TABLA 32 - ACTIVIDADES A REALIZAR EN PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPO.....	73

Resumen

El objetivo principal del trabajo de graduación era determinar la factibilidad de adquisición de un equipo de armado de empaque en una línea de producción. El alcance de este inició desde la investigación de los productos con mayor frecuencia de producción hasta la ejecución de la orden de compra del equipo. Para que la decisión estuviese fundamentada de manera correcta se investigó y delimito los SKUs relacionados al proyecto, con un total final de 94 SKUs. Posterior a esto se realizaron análisis técnicos y financieros, para los análisis técnicos se estableció un estudio de tiempo y un estudio ergonómico, para el análisis financiero se obtuvieron tres distintos indicadores para determinar la factibilidad. También se presentó un plan de implementación para el momento de la llegada del equipo y un análisis de los planos del equipo por medio de AutoCAD dentro del espacio disponible de la empresa. La adquisición de este equipo para la empresa tiene como objetivos poder continuar el desarrollo automatizado de las distintas etapas del proceso, a la vez reduciendo la mano de obra directa que se necesita para el armado del empaque primario.

Los distintos estudios realizados dictaminan que la adquisición del equipo es beneficiosa para la empresa. El equipo puede trabajar hasta el 95% de los SKUs relacionados, con una velocidad promedio de 140% de cajas por minuto mayor a lo que la línea demanda en promedio. También, con la adquisición de este se estará reduciendo en un 61% la mano de obra directa en el proceso. Se recomienda que el proceso de armado actual sea rediseñado, ya que al momento de realizar el estudio ergonómico se encontró que el proceso de armado de caja actual tiene una repetitividad alta. Por último, el tiempo de instalación y pruebas en línea del equipo en el mezzanine tarda 16 días.

Abstract

The main objective of the graduation paper was to determine the feasibility of acquiring a packaging assembly equipment in a production line. The scope began from the investigation of the products with the highest production frequency to the execution of the purchase order of the equipment. For the decision to be correctly every SKU's related with the project were investigated and delimited, with a total of 94 SKU's. After these, technical and financial analysis were executed, for the technical analysis a time study and an ergonomic study, for the financial analysis there were obtained three different indicators to determine feasibility. An implementation plan was presented by the arrival of the equipment with the corresponding blueprints developed in AUTOCAD within the company's available space. The objective of acquiring the following equipment for the company is to be able to continue the automated development of the different stages of the process, while reducing the direct labor required for the assembly of the primary packaging.

The different studies determined that the acquisition of the equipment as beneficial for the company. The equipment can work up to 95% of the related SKUs, with an average speed of 140% of boxes per minute higher than the average line demand. Also, with the acquisition of the machine, the direct labor in the process will be reduced by 61%. The current assembly process has to be redesigned; the ergonomic study found that the current box assembly process has high repeatability. Finally, the installation and testing time of the equipment on the mezzanine takes only 16 days.

I. Introducción

El desarrollo tecnológico tanto en las industrias como en la vida en general, es uno de los aspectos más importantes a nivel mundial actualmente y en Guatemala se ha tenido una barrera considerable en comparación de los demás países de primer mundo en la implementación de este. Regularmente la mayoría de operaciones en las industrias guatemaltecas realizan procesos de manufactura e industriales de forma manual, presentando inconvenientes de ineffectividad por el factor humano, riesgos en la operación y calidad del producto. Por ello, es un hecho que este es una de las prioridades más importantes en la industria actualmente. Las mejoras que la tecnología presenta en las empresas son múltiples, la principal a mencionar de estas es la automatización de procesos; no dejando a un lado que está presenta también mejoras en operación, mejoras de calidad, reducción de costos y de riesgos, entre otros muchos otros aspectos positivos que está involucra. Por estas y muchas otras razones, se ha vuelto un aspecto indispensable en las empresas para continuar en la alta competitividad mundial.

El empaque y embalaje cada vez incrementa su importancia en la cadena de valor. Al inicio de los tiempos, este únicamente era evaluado por la protección que brindaba al producto final; pero con el pasar de los años este fue tomando relevancia significativa en la presentación del producto. El empaque es la primera imagen del producto que se percibe, un claro ejemplo de esto es la atención que los supermercados le dan al mismo. Dicho lo anterior, la mejora en la calidad de este puede brindar un valor agregado a los proveedores para competir en el mercado.

En este documento se estarán ejecutando estudios de tiempos, estudios ergonómicos y financieros para determinar si la adquisición de un equipo de armado automático de cajas es viable para una empresa productora de envase de vidrio. Estas cajas que se contemplan armar sirven como empaque primario para el producto final de la empresa. A la vez, también se estará presentando la planificación a ejecutar para la implementación de este equipo en las dimensiones accesibles dentro de la planta de producción.

II. Justificación

Actualmente empresas tales como la relacionada en este trabajo de graduación, buscan siempre estar a la vanguardia tecnológica. A medida que esta misma se desarrolla a niveles exponenciales, las empresas velan por la automatización en sus líneas de producción. Uno de los múltiples beneficios que la automatización genera, es poder tener un trabajo preciso con ritmo continuo sin depender de la fatiga y holgura que presenta la mano de obra directa.

Este trabajo de graduación brindará análisis, tanto operacionales como financieros para poder validar el proyecto desde distintos puntos de vista. Los análisis de operaciones estarán distribuidos en un estudios técnicos y financieros. Por último, se realizarán estudios financieros como, el valor actual neto, el retorno de inversión y la TIR para determinar la factibilidad del mismo. Realizar este estudio podrá brindar datos cuantitativos para respaldar la adquisición, tanto como para poder ser antecedente en la compra de demás armadoras de cajas semiautomáticas o de equipos de automatización distintos.

III. Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar la factibilidad de adquisición de un equipo de armado semiautomático ubicado en línea de producción por medio de estudios técnicos y financieros para continuar la automatización de operaciones.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar que la capacidad de armado de empaque del equipo sea suficiente para satisfacer 15% superior a la capacidad de producción en línea de la planta y que la reducción del costo operativo de armado se reduzca por lo menos en un 20%.
- Realizar un estudio de movimientos y ergonomía en el proceso de armado de empaque actual, orientado a la estandarización del proceso y sus operaciones.
- Determinar si el proyecto es rentable utilizando diferentes indicadores financieros como Valor Actual Neto, el Retorno de Inversión y la Tasa Interna de Retorno conforme la reducción de costos operativos de mano de obra directa de armado de empaque.
- Desarrollo del plan de implementación de la armadora de caja en el espacio disponible.

4.1 Línea de producción

Una línea de producción es una cadena de proyectos u operaciones para la fabricación de un producto. Para producir a gran escala un solo artículo, es necesario establecer varias funciones necesarias para convertir una pequeña cantidad de recursos en un producto final. Esto incluye implementaciones de pasos estableciendo el avance y tareas asignadas a diferentes grupos de trabajo. Se proporciona empleo a los operadores, máquinas y / o equipos en cualquier momento o en funcionamiento. Por lo tanto, la producción de una línea requiere especialistas en diversas etapas o tareas para el desarrollo de productividad y rendimiento.

4.1.1 Automatización de línea de producción

Las herramientas de automatización de la industria, la distribución y las aplicaciones de resolución de problemas garantizan el retorno de la inversión a corto plazo, mejoran constantemente la productividad, logran resultados similares, reducen los errores organizacionales y trabajan en el campo. Vale la pena la producción industrial. Esta solución es una respuesta automática a los problemas de los equipos, evitando problemas de producción y asegurando un control de calidad rápido y seguro mediante sistemas de colaboración y visión artificial (EDS Robotics, 2020).

Las armadoras de cajas son máquinas semiautomáticas para aumentar eficiencia y productividad en las líneas de producción que realizan una serie de pasos para lograr su objetivo final pero siempre dependiendo del recurso humano para poder finalizar el proceso. Estos equipos toman las cajas sin armar por medio de ventosas ajustadas a las dimensiones del corrugado a armar y con ellas le dan la forma perpendicular de armado de caja. Luego estas mismas por medio de bandas proceden a empujar el corrugado para que se le coloque cinta adhesiva o silicona, más conocido como “Hot-melt”.

4.2. Orden de compra

Se le conoce a una orden de compra como un documento emitido por un comprador o un cliente para solicitar un bien o producto a un vendedor, contratista u identidad representante. Una orden de compra contiene los siguientes datos:

- Datos de contacto y dirección del comprador (del emisor).
- Datos de contacto del proveedor.
- Fecha y lugar de emisión del pedido.
- Nombre, cantidad, precio y descripción de productos a comprar o proyectos a realizar.
- Términos de pagos y de entrega.

- Coste total del pedido y costes.
- Firma de autorización.

Una orden de compra crea certeza del acuerdo al que llegaron ambas partes, ayuda a optimizar los inventarios, mantiene un orden en las finanzas de la empresa, se crea una manera más rápida y eficiente de realizar labores.

4.3. Empaque primario

Un empaque primario es aquel que tiene contacto y protección directa con el producto. El objetivo principal del empaque primario es poder garantizar la seguridad del producto para ser entregado al cliente sin abrir o modificaciones, se puede cubrir el producto por completo o de manera parcial.

4.3.1. Corrugado

Entre los empaques primarios se encuentran distintos tipos de corrugados. Este es uno de los materiales para embalaje más comunes por sus diversas presentaciones (rollos y planchas), materiales y características. Este tipo de cartón también puede ser denominado como cartón ondulado, su estructura contiene dos elementos: una o varias láminas de papel ondulado (medium) y una o varias planchas de cartón liso (liners). (Gonzales, 2019)

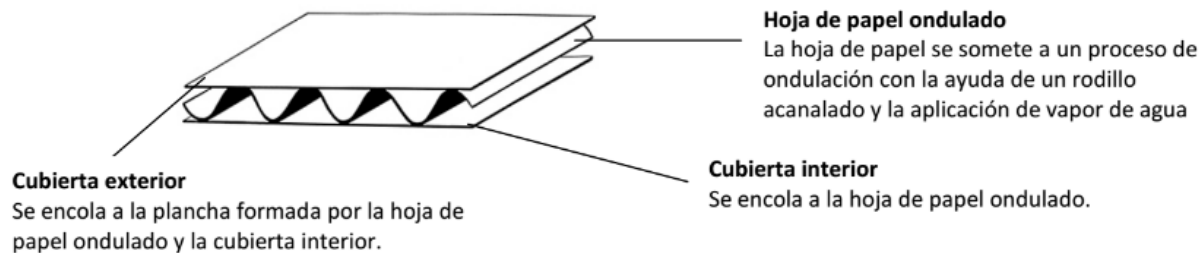


Ilustración 1- Cartón corrugado

4.3.1.2. Tipos de corrugados

Existen distintos tipos de cartón corrugado, se diferencian por medio de la cantidad de capas de papel y lámina que cada tipo mantiene.

El primer tipo de cartón corrugado es conocido como un canal simple con una sola cubierta ya que consta únicamente solo de una cubierta de lámina de papel ondulado y una plancha de cartón liso. Este tipo de cartón es ideal para poder envolver productos frágiles y delicados antes de introducirlo a la caja oficial del empaque, es decir, para la preparación de pedidos.

El segundo tipo es el canal simple con dos cubiertas. Tal cual lo describe el nombre solo se contiene de una hoja de cartón ondulado y dos planchas. El tercer tipo es un cartón corrugado de canal doble, este se basa en poner dos láminas en cada extremo separadas por un pedazo de cartón aparte del cartón que normalmente se mantiene en cada extremo. Este tipo normalmente se utiliza para mercancía sumamente delicada. El último tipo de cartón es conocido como canal triple,

únicamente se basa en unir tres hojas de papel y cuatro planchas, especialmente se centra en productos específicamente pesados.

4.3.1.2.1 Flauta B

Se le conoce como flauta a la combinación de dimensiones que resultan de un *liner* interno, externo y un *medium*. La flauta B normalmente tiene una altura de 0.246 centímetros y se tiene un aproximado de 47 flautas por 30 centímetros lineales (1 pie) (Corrugadora Ríos, 2009)

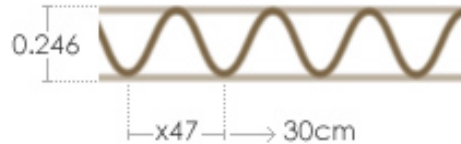


Ilustración 2 - Flauta B

Tipo B				
P	R-12		R-409A	
	T° F	T(v)	T(l)	Punto de Burbuja
0	-22	-15		
5	-9	-2		
10	2	8		
15	11	16		
20	18	23		
25	25	30		
30	32	36		
35	38	41		
40	43	47		↓
45	48	51		
50	53			
55	57			
60	62			
70	70			
80	77			
90	84			
100	90			
110	96			
120	102			
130	107			
140	112			
150	117			
160	121			
170	126			
180	130			
190	134			

Tabla 1 - ECT Flauta b

4.3.1.2.2 Flauta C

La flauta C tiene una altura de 0.360 cm y normalmente hay un aproximado de 39 flautas por 30 cm lineales. Es conocida como la flauta más común en el mercado por la resistencia equilibrada.

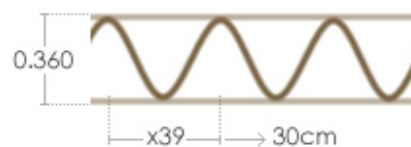


Ilustración 3 - Flauta C

Tipo C			
T° F	R-12	R-409A	
	P	P(v) Rocio	P(l) Burb.
-10	4.5	1.7	8.7
-5	6.7	3.8	11.4
0	9.2	6.1	14.4
5	11.8	8.6	17.6
10	14.6	11.4	21.1
15	17.7	14.4	24.9
20	21.0	17.6	29.0
25	24.6	21.2	33.4
30	28.5	25.0	38.1
35	32.6	29.2	43.2
40	37.0	33.6	48.6
45	41.7	38.5	54.4
50	46.7	43.6	60.6
55	52.0	49.2	67.2
60	57.7	55.2	74.2
65	63.8	61.5	81.7
70	70.2	68.4	89.6
75	77.0	75.6	98
80	84.2	83.4	107
85	91.8	91.6	116
90	99.8	100	126
95	108.	109	136
100	110	119	147
105	118	130	159
110	122	141	171
115	126	152	184

Tabla 2 - ECT Flauta C

4.4 Retorno de inversión

El Retorno de inversión o mejor conocido como ROI es una medida de rendimiento que indica la eficiencia o rentabilidad de una inversión. Esta herramienta financiera es sumamente versátil y simple ya que únicamente busca medir de manera directa la cantidad de retorno de una inversión con relación al costo de la misma. (Jason, 2021)

Ecuaciones para calcular el retorno de inversión de un proyecto:

Método 1:

$$\frac{\text{Retorno neto de una inversión}}{\text{Costo de inversión}} * 100\%$$

Método 2:

$$\frac{\text{Valor actual de la inversión} - \text{Costo de inversión}}{\text{Costo de inversión}} * 100\%$$

El ROI se calcula restando el valor inicial de la inversión del valor final de la inversión (que es igual al rendimiento neto), luego dividiendo este nuevo número (el rendimiento neto) por el costo de la inversión y, finalmente, multiplicando por 100. (Andrew Beattie, 2021)

Se le conoce como valor actual de una inversión a todos los ingresos obtenidos de la venta de la inversión. El ROI es una proporción, pero se interpreta como porcentaje, lo cual es bastante útil para conocer su rendimiento y comparar con varias inversiones. Por ello, esta métrica es bastante útil ya que su simplicidad permite poder ampliar su gama de aplicaciones. (Jason, 2021)

Cuando el ROI de una inversión es positivo indica que los rendimientos netos de la inversión son buenos ya que los rendimientos totales superan los costos totales. Ahora, cuando la métrica es negativa esto representa una pérdida neta.

No existe un “buen porcentaje” de retorno de la inversión ya que depende de los factores de tolerancia a riesgo y tiempo necesario para poder recuperar la totalidad de la inversión. Los inversores que son más renuentes al riesgo, probablemente acepten un ROI bajo disminuyendo las probabilidades de riesgo. De la misma manera las inversiones que más tardan en liquidarse requieren de un ROI alto para parecer atractivas y representativas.

4.5. VPN

El valor presente neto es una herramienta financiera que tiene como objetivo encontrar el valor total de una potencial inversión. La idea de esta herramienta es poder proyectar las entradas como salidas de efectivo futuras asociarlas con la inversión a realizar descontar todos los flujos de efectivo al día de hoy y luego sumarlos. Esa cantidad de la suma representa el valor presente neto de una inversión. Si el valor es positivo indica la rentabilidad y factibilidad de la inversión, si es negativo representa pérdidas y la inestabilidad de la idea.

$$V_o = \frac{V_n}{(1 + i)^n}$$

Donde:

V_n = Entrada y salida de efectivo durante un periodo de tiempo

i = Tasa interna del retorno

n = Periodo de tiempo

4.6. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es una tasa en medida de rentabilidad expresada en porcentaje para evaluar la inversión de un proyecto. El objetivo de la TIR es poder identificar la tasa de descuento que hace que el VPN, la suma de efectivo anual sea igual al desembolso de efectivo hacia la inversión (Fernando, 2021). Esta herramienta es una tasa de crecimiento anual que espera generar una inversión, es ideal para analizar proyectos de presupuesto proveniente de capital y comparar tasas de rendimiento a lo largo del tiempo.

La siguiente fórmula establecerá el VPN igual a cero y se resolvería la tasa de descuento.

$$0 = VPN = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1 + R)^t} - C_0$$

Donde:

C_t = Entrada neta de efectivo durante el periodo de tiempo t

C_0 = Costos totales de inversión inicial

R = Tasa interna del retorno

t = Periodo

4.7. Reducción de costos operativos

El objetivo de reducir costos es tratar de producir más o la misma cantidad con menores gastos. La importancia es poder automatizar, medir y optimizar los procesos de una empresa para poder causar o crear un impacto en la producción y generar impactos a corto o largo plazo en los costos.

4.7.1. Optimizar el proceso de producción

Es importante conocer el proceso que mantienen las empresas para reestructurar y actualizarlo conforme el tiempo y eliminar todo aquello que no es necesario. Tener una línea de producción muy extensa promueve el tener grandes cantidades de personal, muchos más procesos, intervalos de tiempo cambiando constantemente y la necesidad de innovar conforme los años. Por ello, es de suma importancia poder reducir costos de manera eficiente y poder detectar pasos innecesarios en los procesos para eliminarlos para generar una reducción de costos a corto o largo plazo (Pradas, 2020).

4.7.2. Importancia de reducir desperdicios

Según la filosofía Lean Manufacturing es importante identificar y eliminar toda actividad que no agreguen valor en todos los procesos y áreas en las que se encuentra involucrada la empresa. Lean Manufacturing logra clasificar los tipos de desperdicios en 7: sobreproducción, tiempos de espera, transporte, procesamiento, inventario, logística y producción defectuosa.

Los desperdicios de sobreproducción implican todos los materiales, horas de trabajo, personal, equipo y tiempo en donde se produce una mayor cantidad de producto en un lapso de tiempo no programado. Todo el tiempo perdido en organizar el equipo, materiales, mala programación de producción, falta de mantenimiento de maquinaria, etc. son todos los desperdicios que forman parte en la categoría de tiempos de espera. En transporte se refleja todo movimiento innecesario o mal presentado. El trabajar de más representa un gasto para la empresa, que refleja la mala programación de la empresa. Mantener un stock representa un desperdicio de recursos tanto de personal como de tiempo de espera, sin mencionar el desperdicio de espacio. El uso inadecuado de equipo o de movimientos dentro del almacén representa la categoría de movimientos. Por último, está la categoría de producción defectuosa ya que si un producto no cumple con los estándares establecidos representa una gran pérdida tanto financiera como de calidad.

El lograr balancear y reducir desperdicios se podrán reducir costos y gastos de producción haciendo más eficiente los métodos de las empresas, la importancia de reducirlos refleja el orden y programación interna de la empresa.

4.7.3. Materiales alternativos

Se le conoce como materiales alternativos a todo material que reemplaza otros materiales cumpliendo las mismas funciones y proporcionando características parecidas. Muchos materiales alternativos tienen un impacto grande en el mercado por ejemplo el concreto, ladrillos y bambú, pero todos son difíciles de conseguir dependiendo de las zonas. En otros casos es mucho más fácil y práctico conseguir los materiales para poder producir y encontrar maneras de reducir costos dentro del área de producción.

4.8. Mano de obra

Se le conoce a la mano de obra a todo trabajo que una o más personas hacen en el ámbito laboral en el área de producción que es remunerado. La mano de obra consiste en el costo del proceso de producción. Existen dos tipos de mano de obra, la diferencia entre ambos es el aporte e impacto que tienen en el proceso. (Quiroa, 2021)

4.8.1. Mano de obra directa

Todo trabajador que realiza maneo directamente está involucrado en la transformación y producción de materia prima para convertirla en un bien o servicio. Este personal es sumamente importante y clave dentro del proceso de producción ya que en él define el tiempo invertido por trabajador al elaborar dicho producto. En esto se incluye todo salario, bonificaciones y prestaciones de cada uno de los trabajadores. Para medir el costo de mano de obra directa es necesario considerar todos los gastos independientes del sueldo, por ejemplo: seguro social, impuestos, asistencia médica, etc. (Quiroa, 2021)

4.8.2. Mano de obra indirecta

En este tipo de mano de obra está involucrado todo trabajador que apoya y/o realiza tareas de manera productiva hacia la empresa. Este personal no participa directamente en la producción de bienes y servicios, pero sus tareas se involucran indirectamente en el proceso, por ejemplo, el área administrativa. Entre los gastos indirectos que cubre la empresa, se encuentran los sueldos de estas personas ya que le brindan un servicio de calidad a la empresa. (Corvo, 2018)

4.9. Ergonomía

Según la Real Academia Española el significado de la ergonomía es el estudio de la adaptación de las máquinas, muebles, utensilios a la persona que los emplea habitualmente, para lograr una mayor comodidad y eficacia (Asale, 2020). La ergonomía vela por la salud y bienestar del personal con el objetivo de reducir y/o prevenir los riesgos laborales y así mismo el poder mejorar la productividad de las empresas.

4.9.1. Osha

Se le conoce como OSHA a la administración de seguridad y salud ocupacional que tiene como objetivo poder reforzar la seguridad y salud por medio de normas y guías para capacitar al personal y poder minimizar riesgos.

4.9.2. ISO de seguridad 26800

El ISO de Seguridad 26800 cubre el tema de la ergonomía en su enfoque general, principios y conceptos. Todo lo descrito en este ISO es aplicable en áreas de trabajo para la evaluación y diseño de áreas de trabajo, entorno, organizaciones, etc. para poder compaginar distintas características, necesidades, limitaciones, ventajas y demás para lograr realizar un cambio. Según la ISO (2016) las disposiciones tienen como objetivo mejorar la seguridad, el rendimiento, la eficacia, la eficiencia, la fiabilidad, la disponibilidad y la capacidad de mantenimiento del resultado del diseño a lo largo de su ciclo de vida, al tiempo que se salvaguarda y mejora la salud, el bienestar y la satisfacción de los involucrados o afectados.

4.10. AutoCAD

En 1982 sale la primera versión de AutoCAD y desde entonces se han realizado más de 20 actualizaciones para mejorar su funcionalidad. AutoCAD es una herramienta super importante en las labores para arquitectos, ingenieros y diseñadores para poder desarrollar y analizar diseños de proyectos antes de realizarlos. La herramienta de lograr realizarlos en dos dimensiones está compuesta únicamente en anchos y largos, las figuras no representan mayor profundidad, sino todo se encuentra en entidades geométricas y vectoriales.

V. Metodología

Este proyecto consistirá principalmente en el análisis de las distintas variables operativas y financieras que influyen en la compra de un equipo de armado semiautomático como lo es la armadora de caja. El primer análisis será realizar un estudio de tiempo conforme las piezas producidas por hora. Este estudio se comparará con la velocidad de la armadora de cajas para evaluar que el armado sea suficiente para satisfacer la demanda de la línea de producción, en caso de que en algunos corrugados no sea suficiente se debe de establecer metodologías para poder satisfacer la línea.

El segundo análisis consistirá en realizar un estudio ergonómico de la operación actual (manual) para evidenciar las mejoras que el equipo semiautomático establecerá y velar por la estandarización de la operación. Por último, al momento de decidir que armadora de cajas comprar, se realizará un estudio financiero de retorno de inversión para poder involucrar valores monetarios en el proyecto.

Por último, siendo parte del plan de implementación del equipo en el espacio hábil, se evidenciará la decisión final por medio de la ejecución de una orden de compra por parte del departamento de compras.

VI. Marco referencial

6.1 Áreas de producción

La planta de producción actualmente cuenta con 5 líneas productoras de envase de vidrio liso, divididas en 2 hornos. Estos pueden producir vidrio de distintos colores y tonalidades, cristalino, ámbar, esmeralda e incluso azul, este último únicamente puede realizarse en la línea de producción M13; ya que este coloreado se realiza en el alimentador final M13 y no en el horno como tal. Los hornos son los encargados de fundir el vidrio, para entregar la densidad y temperatura necesaria para que al momento de este llegar a las máquinas IS estén en condiciones idóneas para el formado del envase.

El horno 1 es el que actualmente tiene mayor capacidad de producción, aproximadamente 300 toneladas métricas diarias; es el más nuevo en todo el grupo de la empresa. Este mismo cuenta con 3 líneas de producción, M11, M12 y M13. El horno 4, con aproximadamente 200 toneladas métricas diarias, cuenta con 2 líneas de producción, M41 y M45. Las líneas de producción M11, M13 y M41 actualmente son de ejes de 6 ¼ de pulgada, siendo esta la distancia que existe entre los centros de moldes de producción. Las líneas de producción M12 y M45, actualmente son de ejes de 4 ¼ de pulgada.

La producción está dividida en dos grandes áreas, área caliente y área fría. Primero área caliente, es donde se encuentra la unión de las materias primas, la preparación del vidrio y el formado de los envases, finalizando esta a la salida del templador. El templador consta de distintas cámaras que tienen como objetivo disminuir gradualmente la temperatura del envase para así poder adquirir las características necesarias para el producto final. Al finalizar el templador, se aplican los tratamientos, dependiendo del envase los tratamientos varían, en este punto es donde inicia la segunda área, el área fría. Está consta de la inspección automática y humana del producto, fase de empaque, fase de embalaje y por último la bodega de producto terminado.

6.2 Tipos de empaque y embalaje

El área de empaque se encuentra dentro del área fría, posterior a la inspección de calidad de los productos y previo a la fase de embalaje. La fase de empaque se refiere a la acción como tal de unificar dentro de una tarima la mayor cantidad de envases posibles. Esta unificación puede ser de manera automática por parte de las paletizadoras o puede ser manual por parte de los empacadores.

Lo que es empaque y embalaje final de un producto se define dependiendo si la moldura es estándar o personalizada. Si la moldura es estándar, la empresa cuenta con un departamento de diseño de empaque y embalaje llamado Empacotecnia; este mismo es el encargado de estudiar y analizar las distintas variables para que se optimice la mayor cantidad de piezas por tarima y contenedor. El diseño del embalaje final es restringido por aspectos tales como las limitaciones

operacionales de la fase de empaque, limitaciones de peso total de transporte y especialmente por el manual corporativo de empaque el cuál determina las mejores formas de embalaje velando siempre por la calidad del producto final. Si la moldura es personalizada el cliente final diseña y solicita de qué manera desea recibir el producto, aun así, el departamento de Empacotecnia debe de analizar el diseño solicitado por el cliente para evaluar si por operación y limitaciones es posible.

El producto final actualmente se entrega en distintas presentaciones, todas embaladas en una tarima. El tipo de embalaje más común es el *bulk*, este es el embalaje que permite la mayor cantidad de piezas por tarima. En este tipo de embalaje se colocan las botellas sin divisores entre ellas y de manera trasbolillada para optimizar la cantidad de piezas por camada. En otras palabras, se coloca el embalaje botella con botella. Por separador de camadas se utilizan láminas de cartón comprimido para formar la cantidad de camadas establecidas por empacotecnia. El segundo tipo de embalaje más común es el de *caja o caja media*, ya sea personalizada o estándar. Este empaque consta de introducir los envases en cajas de distintos tipos para unificarlos en una tarima con la caja sellada ya sea por cinta adhesiva o por grapa. Dependiendo de las dimensiones de la caja se cuentan con distintos tipos de acomodados para optimizar la cantidad de piezas por tarima, por separador en este tipo de embalaje se utiliza lámina corrugada. Por último, se maneja el embalaje de charola que como su nombre lo indica consta de colocar los envases en charolas que son armadas y unidas manualmente, para este embalaje se utiliza separador de lámina corrugada también.

6.3 Producciones paletizadas automáticamente o semiautomáticamente

Dentro del área de empaque, se cuentan con dos tipos de operaciones, estas son las molduras que son empacadas automática o semi automáticamente y las molduras que son empacadas manualmente. Las molduras empacadas automáticamente o semi automáticamente, únicamente son las de tipo *bulk* a excepción de algunas. Esta excepción se da principalmente por la forma del envase o el tamaño de la corona del envase.

Actualmente en la línea M11 y M41 se tienen paletizadoras de marca All Glass, estas son las más nuevas en la empresa. Estas paletizadoras son totalmente automáticas, se manejan por mesas de traslado, al finalizar las bandas acarreadoras del área fría los envases ingresan a las paletizadoras formando las filas respectivas del paletizado. La paletizadora va formando fila por fila de la camada. Al momento de tener una camada completa, por medio de barras, comprime la camada por la parte del cuerpo del envase para que toda la camada sea trasladada a la tarima. Este mismo proceso se repite camada por camada de la tarima.

La máquina M13 y M45, cuentan con paletizadoras de marca osmek. Las osmek son operadas semi automáticamente, estas cuentan con bolsas inflables para realizar el traslado de la camada. Estas funcionan de manera muy similar a las paletizadoras All Glass, la diferencia de estas es que, al momento de trasladar los envases a la tarima, estas lo realizan por medio de bolsas inflables que crean una tensión entre las coronas del envase y las bolsas infladas, y por lo mismo pueden realizar el traslado a la tarima. La máquina M12 cuenta con una paletizadora de marca emmeti. Esta es operada de manera semi automática, trabajando de igual forma que las paletizadoras osmek por

medio de bolsas inflables. Aún así, esta puede trabajar con planchas de vacío lo que permite paletizar de forma semiautomática los envases con coronas de diámetro ancho.

6.4 Producciones no paletizadas

Los envases que no pueden ser paletizados por los respectivos equipos únicamente pueden ser paletizados de forma manual. Estos tipos de embalaje pueden ser *bulk* o en cualquier tipo de corrugado, charola o caja media. Existen envases que se despachan en *bulk* que por sus dimensiones no pueden ser paletizadas, por ejemplo, los envases de coronas muy pequeñas cuentan con numerosas cantidades de filas dentro de sus camadas y los equipos de bolsas inflables no cuentan con la cantidad suficiente de bolsas como para realizar el traslado de la camada a la tarima.

Dependiendo de la línea y del equipo estos tienen limitaciones, las paletizadoras All Glass son las más modernas y capaces, pero a pesar de ello no pueden paletizar envases de tipo ánfora ya que estas al momento de alistar las filas las desfasan y no logran comprimir lo suficiente la camada para hacer el traslado. Las paletizadoras osmek y emmeti tienen como limitación la dimensión de las coronas del envase. Si el envase tiene coronas muy pequeñas y su paletizado contiene más de 25 filas de envases, no se pueden paletizar ya que el marco de la paletizadora solamente tiene 26 bolsas inflables. Si la corona del envase es muy grande, el espacio entre las molduras no es suficiente como para poder generar la tensión suficiente entre los envases para el traslado a la tarima.

Todos los envases que su embalaje final es en algún tipo de corrugado, tal puede ser una caja, caja medía o charola, entre otros; deben de ser paletizados manualmente. Actualmente la empresa no cuenta con equipo para poder trasladar el envase de las bandas acarreadoras y ser insertado dentro del corrugado. Todos los corrugados a excepción de los separadores, cuentan con una fase previa de armado, está misma se realiza de forma manual con equipos de cierre. Estos equipos de cierre pueden ser encintadoras o engrapadoras dependiendo del peso del envase y la cantidad de piezas por caja. En este último punto radica la razón del proyecto, ya que el objetivo es disminuir la mano de obra en el armado de empaque.

El armado de empaque se realiza en los mezzanines, 1 y 4. El mezzanine 1 se encuentra en el segundo nivel por encima de todas las líneas de producción, con dimensiones de largo y ancho de 65.25 metros y 6.08 metros respectivamente. Cuenta con 2 portones para el ingreso del corrugado, además de ello en este mezzanine se encuentra el carril de bajada de caja de las líneas M11, M12, M13 y M41. La armadora de caja debe de ser de menor dimensión que las del mezzanine ya que sería colocada en dicho espacio. El mezzanine 4 cuenta únicamente con la bajada de caja de la M45.

VII. Investigación de empaques especiales en líneas y corrugados involucrados en el proyecto.

7.1 Estudio de utilización de paletizadoras en líneas de producción

Al inicio del proyecto se estableció situar la armadora de caja en una única línea de producción, a pesar de ello para poder aprovechar al máximo el equipo se procedió a formar la idea de que está misma fuese móvil para poder trasladarla a distintas líneas de producción. Se procedió a realizar un estudio de la *utilización de paletizadoras* en el año 2020 y del lapso de enero a julio de 2021. El porcentaje de *utilización de paletizadoras* indica el porcentaje de tiempo que la paletizadora de cada línea estuvo en uso, por lo que el complemento de este porcentaje representa el tiempo que se tuvo en empaque especial cada línea. El porcentaje de *utilización de paletizadoras* se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{\text{Piezas empacadas manualmente}}{\text{Piezas producidas en total}} \right) * 100\% = \text{Porcentaje de utilización de paletizadora}$$

PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE PALETIZADORAS 2020-2021							
Año	Mes	M11	M12	M13	M41	M45	PROMEDIO
2020	ENERO	79%	68%	44%	92%	60%	69%
2020	FEBRERO	98%	29%	80%	96%	82%	77%
2020	MARZO	50%	65%	67%	100%	94%	75%
2020	ABRIL	34%	16%	46%	63%	61%	44%
2020	MAYO	100%	67%	84%	61%	100%	82%
2020	JUNIO	55%	38%	37%	32%	48%	42%
2020	JULIO	68%	11%	69%	100%	0%	50%
2020	AGOSTO	40%	59%	71%	65%	80%	63%
2020	SEPTIEMBRE	65%	22%	59%	92%	100%	68%
2020	OCTUBRE	50%	33%	87%	60%	55%	57%
2020	NOVIEMBRE	88%	15%	81%	89%	60%	67%
2020	DICIEMBRE	61%	28%	79%	100%	68%	67%
2021	ENERO	30%	24%	44%	45%	93%	47%
2021	FEBRERO	100%	26%	74%	86%	72%	72%
2021	MARZO	83%	44%	69%	65%	78%	68%
2021	ABRIL	86%	42%	93%	81%	100%	80%
2021	MAYO	69%	31%	38%	35%	83%	51%
2021	JUNIO	80%	37%	87%	54%	70%	66%
2021	JULIO	96%	15%	71%	70%	85%	67%
	PROMEDIO	70%	35%	67%	73%	73%	64%

Tabla 3 – Porcentaje de utilización de paletizadoras del año 2020 al 2021

Se delimitó de forma mensual los ciclos de tiempo para obtener los datos por línea para poder generar un promedio de cada una. Habiendo obtenido los porcentajes promedios de utilización de paletizadora, se procedió a obtener el complemento de estos para así determinar la cantidad de porcentaje empacado manualmente o mejor llamado *empaque especial* de cada línea.

$$100\% - \text{Porcentaje de utilización de paletizadora} = \text{Porcentaje de empaque especial}$$

Los resultados fueron los siguientes, las líneas con mayor empaque especial fueron, primero la M12 (65%), segundo la M13 (33%), tercero la M11 (30%), la M41 y M45 (27%) son las últimas con igual porcentaje. En base a los resultados obtenidos, se concluyó que el proyecto debe de ser situado físicamente en el mezzanine 1. Dentro del mezzanine 1 se encuentran las 4 bajadas de caja principales (M11, M12, M13 y M41 respectivamente), al momento de hacer móvil el equipo se optimiza la cantidad de uso que se le puede dar a la armadora de caja. Ya que en caso de no estarse usando en la M12 el equipo puede ser utilizado en la M11, M12 o M41 y viceversa. Con esta decisión se asegura que el equipo estaría funcionando la mayor cantidad de tiempo posible.

LÍNEAS DE PRODUCCIÓN CONFORME SU EMPAQUE ESPECIAL		
ORDEN	LÍNEA DE PRODUCCIÓN	PORCENTAJE DE EMPAQUE ESPECIAL
1	M12	65%
2	M13	33%
3	M11	30%
4	M41	27%
5	M45	27%

Tabla 4 - Líneas de producción conforme a empaque especial

A raíz del estudio de empaques especiales por línea de producción se procedió a investigar a detalle todas las producciones en los últimos 19 meses *-enero 2020 a julio 2021-* de las 4 líneas involucradas en el proyecto M11, M12, M13 y M41. El estudio consistió en recopilar todas las producciones de empaque especial realizadas en el lapso de tiempo previamente dicho, para posteriormente clasificar cada una de estas dependiendo de la razón por la fue empaque especial. Se clasificó en tres distintos rubros, empaque especial *bulk*, empaque en caja o caja media y empaque en charola. Del estudio de utilización de paletizadoras se tomaron las piezas en empaque especial totales, el porcentaje de interés para el proyecto es el de caja o caja media. El porcentaje de *bulk* manual no es de interés para el estudio ya que éste no tiene corrugado involucrado el cuál pueda ser armado en el mezzanine. El porcentaje de empaque en charola tampoco es de interés en el estudio ya que los equipos de armado de empaque no pueden trabajar dichos corrugados por su tipo de cierre. Por ende, el porcentaje de interés se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{\text{Piezas empacadas en caja o caja media}}{\text{Piezas totales empacadas manualmente}} \right) * 100\% = \text{Porcentaje de empaque especial}$$

Ya que el porcentaje de empaque especial únicamente indica la cantidad de empaque especial en caja que es de cada línea dentro de el empaque especial total, se buscó obtener el porcentaje de empaque especial en caja en relación a toda la producción considerando también las producciones que si son paletizadas de manera automática por los equipos. Con esto se obtuvo el porcentaje que realmente sería útil el equipo dentro de cada línea en el tiempo total. Este porcentaje se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\text{Empaque especial total} * \text{Empaque especial en caja del empaque especial} \\ = \text{Empaque especial en caja total}$$

Habiendo ya definido que el equipo será colocado en el mezzanine 1 se descartó la línea de producción M45 ya que en esta no sería posible utilizar el equipo ya que se encuentra en el mezzanine 4 a distancia del mezzanine 1.

El empaque en caja en promedio ocupa el 51% del empaque especial total de las líneas del mezzanine 1. Siendo esto un total promedio de la producción del **20%** empackado en caja. Se mantiene en el orden la M12 y M13 con la mayor cantidad de producción empackado en caja, 35% y 24% respectivamente. Se invierte el orden entre la M11 y M41, de tercero se encuentra la M41 con 13% y de último se encuentra la M11 con 9% de empaque especial en caja total.

PORCENTAJE DE EMPAQUE EN CAJA POR LÍNEA					
DESCRIPCIÓN	M11	M12	M13	M41	PROMEDIO
Empaque especial	30%	65%	33%	27%	39%
Empaque en caja del empaque especial	30%	54%	73%	47%	51%
Empaque en caja total	9%	35%	24%	13%	20%

Tabla 5 - Porcentaje de empaque de caja por línea

7.2 Corrugados en líneas de producción involucradas en el proyecto

Para determinar los corrugados involucrados en la producción se aprovechó la investigación anterior para poder determinar cuáles eran todos los corrugados que habían sido utilizados en el lapso de tiempo estudiado. Ya que varias de las producciones pueden ser realizadas en distintas líneas se realizó un listado a detalle de cada una de estas, en el cual se delimitó para evitar repetidos los corrugados involucrados, dando un total el estudio de 94 SKUs. Cabe resaltar que una misma moldura puede ser empackada en distintos empaques, como el caso de la C2527. Esta es una misma moldura que ocupa 8 distintos empaques dependiendo de su destino final, debido a que su impresión en el corrugado es distinta, aunque las dimensiones de los corrugados puedan ser las mismas. Así como esta también hay molduras que manejan cajas con cantidades distintas para ser una distinta presentación del producto final, tal es el caso de la moldura C2665 que tiene caja de 12 unidades y también de 24 unidades.

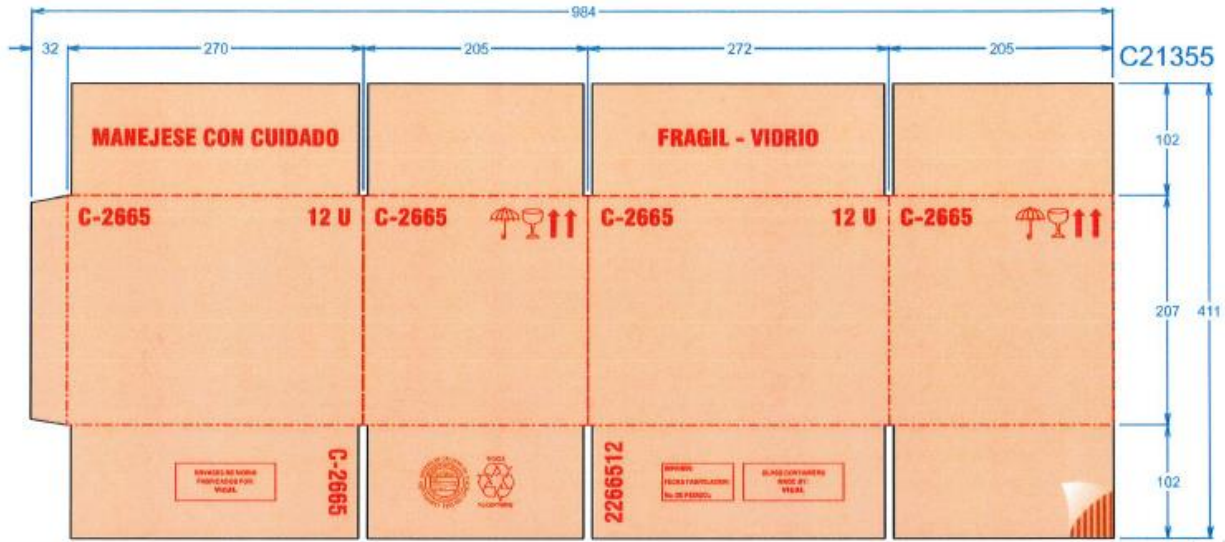


Ilustración 4 - Ejemplo #3 C2665 (2266512)

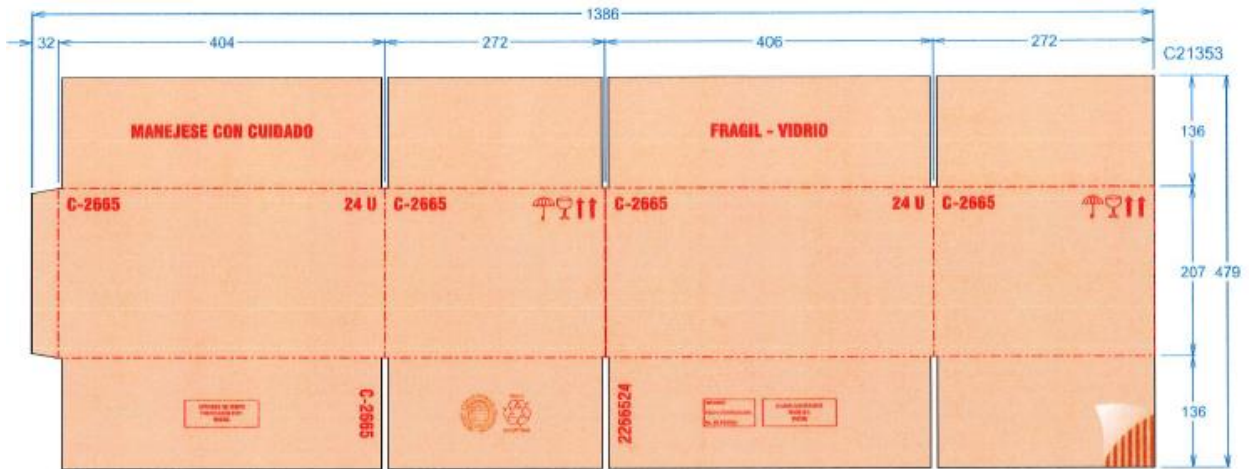


Ilustración 5 - Ejemplo 4 C2665 (2266524)

Los códigos de empaque manejan una nomenclatura establecida para poder diferenciarlos al momento de solo leer el código. El código normalmente tiene 7 dígitos, partiéndose en 3 distintas partes, de la siguiente forma: X-XXX-XX. La primera parte indica que tipo de empaque es, personalizado, estándar, caja de vasos, caja media, etc. La segunda parte indica la moldura a la que esté corrugado pertenece. La última parte, dependiendo de qué tipo de empaque es indica en caso de ser estándar, para cuantas unidades está diseñada la caja, cuando este es personalizado indica que número de diseño. Los personalizados al tener modificación del master del corrugado pasan a ser un número mayor, por ejemplo: a la C2527 1252708 le modifican el tipo de letra en la impresión del corrugado pasaría a ser **1252709**. Otro ejemplo de estos sería el 2266512, esta sería una caja estándar de la moldura 2665 diseñada para 12 unidades. La nomenclatura de la primera parte es la siguiente:

Código	Empaque
0	FARMAPACK
1	CAJA PERSONALIZADA
2	CAJA ESTANDAR
3	FUERA DE EMPAQUE
4	CHAROLA
5	CAJA MEDIA
6	CAJA DE VASOS
7	BULK PALETIZADO
8	CAJILLA PLÁSTICA
9	BANDEJA PALETIZADA

Tabla 6 - Nomenclatura para diferenciar códigos

Para este estudio únicamente serán utilizados los empaques de interés, que son el 1 (CAJA PERSONALIZADA), 2 (CAJA ESTÁNDAR), 5 (CAJA MEDIA) Y 6 (CAJA DE VASOS)

Los SKUs a tomar en cuenta para el proyecto son los siguientes:

Número	Moldura	Descripción de moldura	Código de empaque
1	C0015	C0015 VASO GALAXIA 12 OZ TR	6001501
2	C0026	C0026 VELADORITA 3 OZ	6002601
3	C0044	C0044 V. HERRADURA	6004401
4	C0071	C0071 VASO JALEA 9 OZ	6007101
5	C0071	C0071 VASO JALEA 9 OZ	6007124
6	C0077	C0077 VELADORERO 7 DIAS	6007720
7	C0265	C0265 LIC 750 ML OLD FRIEND	1026504
8	C0506	C0506 SALSA 10 ONZAS	2050612
9	C1023	C1023 LIC 700 ML P KUBA	1102307
10	C1028	C1028 CARIBE 6.5 OZ	6102802
11	C1029	C1029 LIC 750 ML P KUBA	1102902
12	C1115	C1115 LICORERA 750 ML GUAL	1111501
13	C1275	C1275 ANFORA 1000 ML	1127502
14	C1461	C1461 TARRO 50 GRS (L01301700)	1146103
15	C1468	C1468 TARRO PALMITO 15.5 OZ	2146812
16	C1511	C1511 TARRO COFFEE JAR 6 OZ	1151104
17	C1522	C1522 LICORERA 750 ML	2152212
18	C1559	C1559 LICORERA 750 ML RM3	1155930
19	C1565	C1565 TARRO CAFÉ 4 OZ	1156503

Número	Moldura	Descripción de moldura	Código de empaque
20	C1754	C1754 LICORERA 1 LT RM1G	1175418
21	C1893	C1893 TARRO INCASA 50G	1189303
22	C1895	C1895 TARRO INCASA 100G	1189402
23	C1915	C1915 VINAGRE SHARP 26 OZ	1191502
24	C1941	C1941 LIC 750 ML VENADO	1194104
25	C1942	C1942 LIC 1,000 ML VENADO	1194205
26	C2017	C2017 LIC 750 ML FANAL	1201705
27	C2037	C2037 LIC 1.000 ML CACIQUE	1203712
28	C2043	C2043 TARRO INCASA 250G	1204301
29	C2069	C2069 LICORERA 50 ML RZC	2206920
30	C2125	C2125 GENERICA 500 ML	2212524
31	C2126	C2126 500ML BOTTLE TE	2212624
32	C2223	C2223 TARRO INCASA 150G	1222301
33	C2226	C2226 KETCHUP KERN'S 29 OZ	1222604
34	C2235	C2235 JUGUERA 7 OZ	2223524
35	C2271	C2271 KETCHUP 14 OZ ALIG	2227112
36	C2275	C2275 LIC 750 ML RM3G	1227503
37	C2297	C2297 LIC 375 ML VENADO	1229706
38	C2317	C2317 ANFORA 375 ML	1231704
39	C2317	C2317 ANFORA 375 ML	1231706
40	C2317	C2317 ANFORA 375 ML	1231707
41	C2317	C2317 ANFORA 375 ML	1231708
42	C2385	C2385 TARRO 4 OZ	2238524
43	C2404	C2404 ANFORA ¼ LT ILG	5240401
44	C2405	C2405 TARRO 16 OZ	2240524
45	C2420	C2420 TARRO 16 OZ TO	2242024
46	C2447	C2447 TARRO 8 OZ	2244724
47	C2450	C2450 TARRO 8 OZ TO	2245024
48	C2461	C2461 TARRO 4 OZ TO	2246124
49	C2464	C2464 TARRO 9 OZ TO	2246412
50	C2473	C2473 TARRO CONSERVA 32 OZ	2247312
51	C2474	C2474 TARRO 32 OZ TO	2247412
52	C2496	C2496 1.75LT ECLIPSE II	1249601
53	C2496	C2496 1.75LT ECLIPSE II	1249603

Número	Moldura	Descripción de moldura	Código de empaque
54	C2507	C2507 1.14 LT ECLIPSE	1250701
55	C2520	C2520 200 ML ESTANDAR GLG	2252030
56	C2527	C2527 200 ML SIMETRICAL FLASK	1252701
57	C2527	C2527 200 ML SIMETRICAL FLASK	1252708
58	C2527	C2527 200 ML SIMETRICAL FLASK	1252712
59	C2527	C2527 200 ML SIMETRICAL FLASK	1252712
60	C2527	C2527 200 ML SIMETRICAL FLASK	1252713
61	C2527	C2527 200 ML SIMETRICAL FLASK	1252715
62	C2527	C2527 200 ML SIMETRICAL FLASK	1252716
63	C2527	C2527 200 ML SIMETRICAL FLASK	1252721
64	C2527	C2527 200 ML SIMETRICAL FLASK	1252731
65	C2527	C2527 200 ML SIMETRICAL FLASK	21252701
66	C2548	C2548 ZACAPA 750 ML N.I.	5254801
67	C2555	C2555 700 ML ZACAPA	5255501
68	C2579	C2579 750ML AM12 APPLETON S	1257916
69	C2585	C2585 750 ML BOTRAN GREEN	C2585
70	C2588	C2588 375 ML BOTRAN GREEN	C2588
71	C2601	C2601 1,750 ML RON BOTRAN	1260105
72	C2611	C2611 375 ML. PSBA	2261124
73	C2622	C2622 SALSA 12 ONZAS	2262201
74	C2629	C2629 BOTRAN VK 1000 ML	1262904
75	C2633	C2633 375ML BOTRAN PW	1263304
76	C2634	C2634 750ML BOTRAN PW	1263404
77	C2638	C2638 700 STD LIQUOR BOTTLE	2263812
78	C2645	C2645 BOTRAN RDG 700 ML	5264501
79	C2659	C2659 TARRO INCASA C/ASA 500ML	1265901
80	C2665	C2665 BARBECUE SAUCE 12 OZ	2266512
81	C2665	C2665 BARBECUE SAUCE 12 OZ	2266524
82	C2669	C2669 ALIMENTICIO ESTANDAR 12 OZ TO	2266912
83	C2676	C2676 750ML BOTRAN RDG	5267601
84	C2711	C2711 CARIBANA SOL 1,140ML	1271112
85	C7251	C7251 SALSA 2 OZ (18-400)	1725106

Número	Moldura	Descripción de moldura	Código de empaque
86	C7251	C7251 SALSA 2 OZ (18-400)	2725136
87	C7258	C7258 SALSA 5 OZ	C7258-12 PICKAPEPPA
88	C7258	C7258 SALSA 5 OZ	C7258-24 PICKAPEPPA
89	C7258	C7258 SALSA 5 OZ	2725824
90	C7258	C7258 SALSA 5 OZ	3725801
91	C7258	C7258 SALSA 5 OZ	1725801
92	C7265	C7265 SALSA PICANTE 6 OZ	2726512
93	C7870	C7870 SALSA 3 OZ	2787024
94	C7870	C7870 SALSA 3 OZ	2787036

Tabla 7 - SKUs a conocerse en el proyecto

VIII. Cotización y análisis de propuestas de equipo de armado semiautomático de empaque

8.1 Cotización y análisis de propuestas de equipo de armado semiautomático de empaque.

Habiendo definido los 94 corrugados involucrados se procedió a recopilar todos los diseños y especificaciones de cada corrugado para poder enviar la información a posibles proveedores, especialmente el tipo de caja, pudiendo ser cajas completas o medias, y sus dimensiones de pre-armado. Se analizó a la vez las limitaciones de la flauta y la cantidad de paredes que el equipo puede utilizar. Las flautas que el equipo puede operar son la B,C y E, todas las cajas involucradas en el proyecto son de flauta B o C por lo que todas cumplen con dicha característica. El equipo puede manejar corrugados de pared simple o doble, todas los corrugados involucrados son de pared simple por lo que todos cumplen con dicha característica también. Habiendo recopilado esta información se contactaron a distintos posibles proveedores y se envió la información respectiva. De los proveedores contactados, cuatro procedieron a enviar una propuesta preliminar.



Ilustración 6 - Diseño 2247312, ejemplo de diseño de caja completa

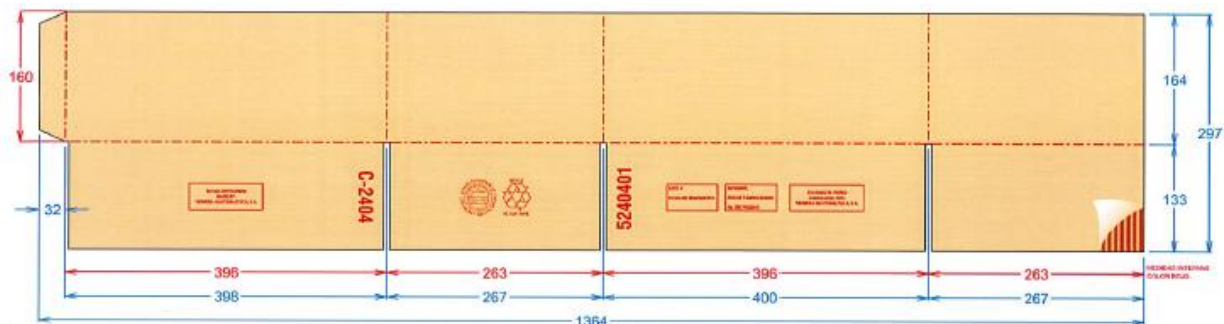


Ilustración 7 - Diseño 5240401, ejemplo de diseño de caja media

Primero fue presentada la propuesta por parte de la empresa *ROBOPAC*, empresa dedicada especialmente al desarrollo tecnológico en embalaje. *ROBOPAC* tiene su centro de operaciones en Europa, específicamente en San Marino. Segundo, se recibió la propuesta por parte de *SIDEL*, empresa francesa especializada en maquinaria para llenado y de desarrollo de métodos de embalaje y empaque. Tercero, se recibió la propuesta de *ALL GLASS* empresa totalmente especializada en la industria productora de envases de vidrio. Por último, se recibió la propuesta de la empresa *DISTRIBUIDORA HERMES INTERNACIONAL, S.A* la cual es actual proveedor de la empresa de otros insumos. *HERMES* es especialista en el desarrollo de proyectos innovadores relacionados al empaque, embalaje y codificación de producto terminado. Está misma tiene la representación en Guatemala de *LANTECH*, empresa estadounidense productora de equipos automáticos de embalaje y de armado de cajas.

8.2 Análisis de propuestas preliminares presentadas por proveedores

Posterior a la propuesta preliminar se procedió a consultar con los proveedores la versatilidad de los equipos para el armado de los 94 SKUs involucrados, dentro de estos las propuestas de *ROBOPAC* y *SIDEL* fueron descartadas ya que no cumplían con la versatilidad suficiente para armar un porcentaje significativo de los corrugados. La propuesta de *ALL GLASS* fue descartada debido al presupuesto para el respectivo proyecto. Por los aspectos antes mencionados, se tomó la decisión de continuar el proceso con la propuesta y servicio de la empresa *HERMES*. La armadora de cajas propuesta fue la modelo **C-2000**, de dimensiones 3.62 m x 3.23 m x 1.80 m. Conforme las dimensiones del mezzanine 1 (65.49 m x 6.08 m), el equipo cumple la característica para ser situado físicamente dentro del espacio disponible sin necesidad de modificación alguna. El rango de dimensiones que los corrugados deben de cumplir para que el equipo tenga la capacidad de operarlos es de, *largo* 199.89 mm - 620 mm, *ancho* 150.11 mm - 449.82 mm, *altura-C* 180 mm - 574.91 mm. El parámetro *altura-C* se conforma por la suma entre la altura de las caras de la caja y la altura de las solapas superiores; no se toma en cuenta la altura de las solapas inferiores.

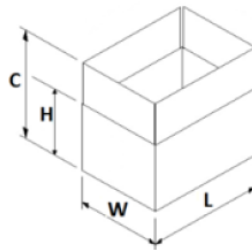


Ilustración 8 - Representación gráfica de las dimensiones de una caja

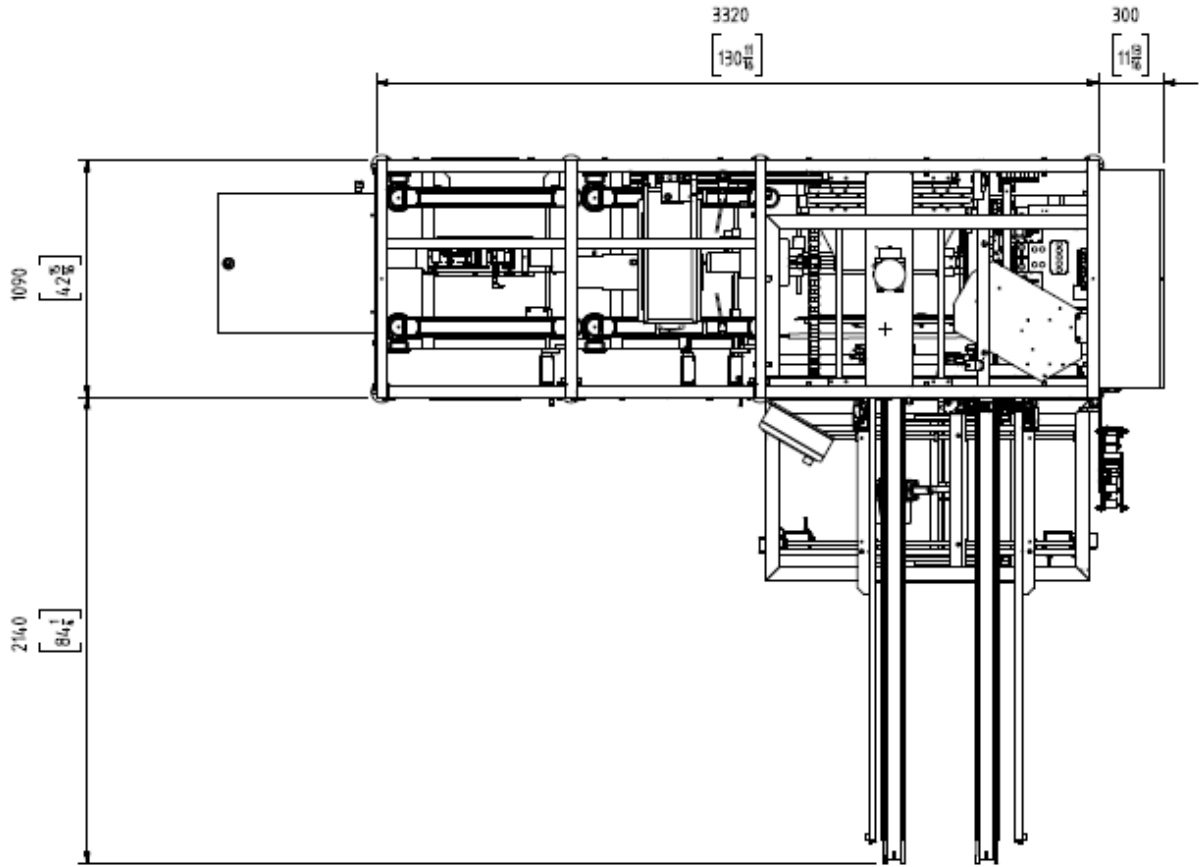


Ilustración 9 - Plano de dimensiones de largo y ancho de armadora LANTECH

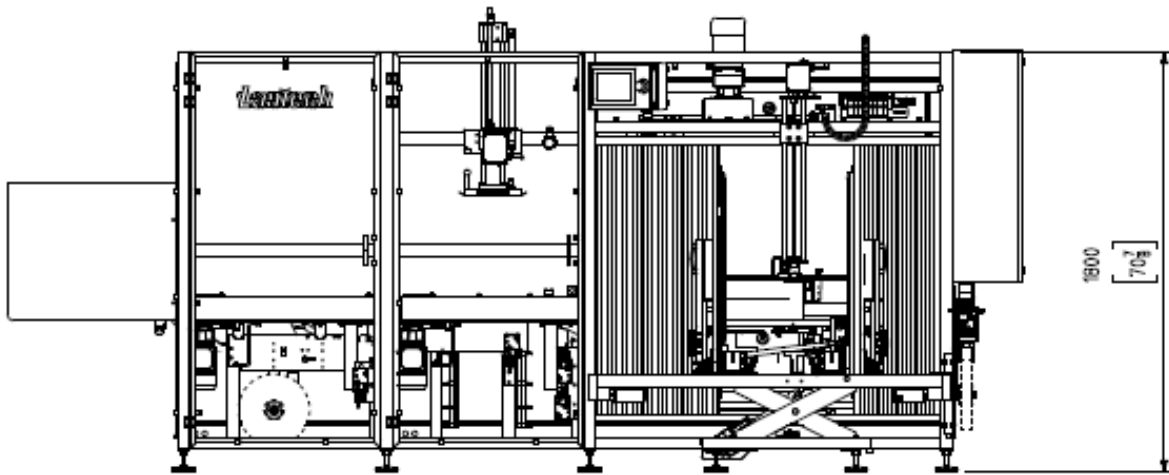


Ilustración 10 - Plano de dimensiones de alto de armadora LANTECH

Al comparar las dimensiones de los SKUs involucrados, se encuentra que de los 94 SKUs la armadora de caja puede operar 89 de estos sin problema alguno, que es el 95%. Por las dimensiones de largo y ancho de los corrugados, todos pueden ser operados por el equipo. Los 5 corrugados que la armadora no puede operar es debido a la altura-C de los mismos, siendo todas inferiores al

mínimo (180 mm) que el equipo requiere para la operación. Estos que no pueden ser operados son todos de tipo caja media, por lo que no cuentan con solapas superiores y esto hace que la altura sea insuficiente para el armado en el equipo. Los 5 corrugados que no son posibles de operar son, 5240401, 5254801, 5255501, 5264501, 5267601.

POSIBLE OPERACIÓN	CONTEO	PORCENTAJE
SÍ	89	95%
NO	5	5%
TOTAL	94	100,00%

Tabla 8 – Resumen de SKUs posibles de operar en equipo conforme a sus dimensiones

Número	Moldura	Código de empaque	Largo	Ancho	Altura	Altura C	Compatible C-2000
1	C0015	6001501	454	303	259	419	SÍ
2	C0026	6002601	557	279	157	305	SÍ
3	C0044	6004401	450	375	203	399	SÍ
4	C0071	6007101	424	353	260	445	SÍ
5	C0071	6007124	430	286	130	282	SÍ
6	C0077	6007720	340	271	184	320	SÍ
7	C0265	1026504	331	247	270	402	SÍ
8	C0506	2050612	255	191	207	311	SÍ
9	C1023	1102307	255	170	329	448	SÍ
10	C1028	6102802	438	365	199	382	SÍ
11	C1029	1102902	338	254	329	465	SÍ
12	C1115	1111501	326	244	304	435	SÍ
13	C1275	1127502	384	206	248	400	SÍ
14	C1461	1146103	383	255	122	258	SÍ
15	C1468	2146812	346	258	109	238	SÍ
16	C1511	1151104	338	252	178	313	SÍ
17	C1522	2152212	333	248	287	411	SÍ
18	C1559	1155930	321	240	295	415	SÍ
19	C1565	1156503	475	315	146	312	SÍ
20	C1754	1175418	378	284	327	469	SÍ
21	C1893	1189303	385	255	121	257	SÍ
22	C1895	1189402	413	286	161	313	SÍ
23	C1915	1191502	356	267	303	445	SÍ
24	C1941	1194104	332	248	312	445	SÍ
25	C1942	1194205	365	270	329	473	SÍ
26	C2017	1201705	340	255	300	428	SÍ
27	C2037	1203712	377	303	327	479	SÍ
28	C2043	1204301	377	281	218	367	SÍ
29	C2069	2206920	435	263	234	374	SÍ
30	C2125	2212524	470	312	186	351	SÍ

Número	Moldura	Código de empaque	Largo	Ancho	Altura	Altura C	Compatible C-2000
30	C2125	2212524	470	312	186	351	SÍ
31	C2126	2212624	470	312	186	351	SÍ
32	C2223	1222301	322	240	185	314	SÍ
33	C2226	1222604	386	288	232	376	SÍ
34	C2235	2223524	369	247	160	283	SÍ
35	C2271	2227112	262	196	212	310	SÍ
36	C2275	1227503	321	240	304	424	SÍ
37	C2297	1229706	422	280	239	379	SÍ
38	C2317	1231704	390	284	216	358	SÍ
39	C2317	1231706	390	284	216	358	SÍ
40	C2317	1231707	390	284	216	358	SÍ
41	C2317	1231708	390	284	216	358	SÍ
42	C2385	2238524	328	218	93	202	SÍ
43	C2404	5240401	395	263	160	160	SÍ
44	C2405	2240524	485	325	130	293	SÍ
45	C2420	2242024	488	326	130	293	SÍ
46	C2447	2244724	381	253	113	240	SÍ
47	C2450	2245024	381	253	116	243	SÍ
48	C2461	2246124	328	212	93	199	SÍ
49	C2464	2246412	307	229	93	208	SÍ
50	C2473	2247312	422	316	170	328	SÍ
51	C2474	2247412	422	316	170	328	SÍ
52	C2496	1249601	410	192	350	446	SÍ
53	C2496	1249603	410	192	350	446	SÍ
54	C2507	1250701	340	164	328	410	SÍ
55	C2520	2252030	328	270	183	318	SÍ
56	C2527	1252701	315	232	172	288	SÍ
57	C2527	1252708	348	242	178	299	SÍ
58	C2527	1252712	315	232	172	288	SÍ
59	C2527	1252712	315	232	172	288	SÍ
60	C2527	1252713	315	232	172	288	SÍ
61	C2527	1252715	315	232	172	288	SÍ
62	C2527	1252716	315	232	172	288	SÍ
63	C2527	1252721	315	232	172	288	SÍ
64	C2527	1252731	315	232	172	288	SÍ
65	C2527	21252701	482	314	183	340	SÍ
66	C2548	5254801	355	266	175	175	NO
67	C2555	5255501	355	266	175	175	NO

Número	Moldura	Código de empaque	Largo	Ancho	Altura	Altura C	Compatible C-2000
68	C2579	1257916	322	241	298	419	SÍ
69	C2585	C2585	342	256	302	430	SÍ
70	C2588	C2588	421	279	245	385	SÍ
71	C2601	1260105	364	241	347	468	SÍ
72	C2611	2261124	405	270	218	353	SÍ
73	C2622	2262201	294	222	206	317	SÍ
74	C2629	1262904	374	281	339	480	SÍ
75	C2633	1263304	420	280	255	395	SÍ
76	C2634	1263404	340	255	320	448	SÍ
77	C2638	2263812	326	245	277	400	SÍ
78	C2645	5264501	375	281	156	156	NO
79	C2659	1265901	396	297	138	287	SÍ
80	C2665	2266512	268	201	200	301	SÍ
81	C2665	2266524	402	268	200	334	SÍ
82	C2669	2266912	268	201	200	301	SÍ
83	C2676	5267601	380	285	170	170	NO
84	C2711	1271112	392	294	336	483	SI
85	C7251	1725106	318	153	147	224	SI
86	C7251	2725136	337	153	146	223	SI
87	C7258	C7258-12 PICKAPEPPA	200	150	174	249	SI
88	C7258	C7258-24 PICKAPEPPA	299	200	174	274	SI
89	C7258	2725824	299	200	174	274	SI
90	C7258	3725801	200	150	174	249	SI
91	C7258	1725801	200	150	180	255	SI
92	C7265	2726512	206	160	190	270	SI
93	C7870	2787024	253	166	175	258	SI
94	C7870	2787036	376	166	175	258	SI

Tabla 9 – Detalle de SKUs a trabajar en equipo conforme a sus dimensiones

IX. Análisis de empaque armado necesario por moldura en línea de producción vs capacidad de armado de equipo

9.1 Estudio de empaque armado necesario en línea de producción

Para poder verificar que el equipo de armado logra abastecer la línea de producción, es necesario determinar la cantidad de empaque necesario por determinado tiempo en la línea. Para ello se determinó el ciclo de tiempo específico para poder llegar a un comparativo entre la línea de producción y la armadora de caja, la velocidad de armado del equipo es estipulada en minutos (*cases per minute*), por lo mismo se obtuvo el empaque armado necesario por línea en minutos también. Para obtener dicho dato, primero se obtuvo cuántas unidades contiene cada SKU. Posterior a ello, se investigó una carrera de producción de cada uno de los SKUs involucrados en el proyecto. Las carreras de producción en la empresa se manejan por miles de envases producidos a razón de tiempo en días. Por ejemplo, una producción de la *C2125 SUERO 500 ML* puede ser de 2,724,000 de envases en 10.2 días. Al dividir la cantidad a producir entre los días de producción se obtienen 267,059 piezas por día, esto se pasa a piezas por hora, en este caso 11,127 piezas por hora y por último a piezas por minuto 185.46 en este caso. Por último, estas piezas por minuto se dividen entre las unidades que cada empaque contiene y con ello se obtiene la cantidad de empaque necesaria por minuto en línea. Las fórmulas son las siguientes:

$$\frac{\text{Piezas por producir}}{\text{Días de producción en máquina}} = \text{Piezas de producción diarias}$$

$$\frac{\text{Piezas de producción diarias}}{(24 * 60)} = \text{Piezas por minuto}$$

$$\frac{\text{Piezas por minuto}}{\text{Cantidad de unidades que contiene el empaque}} = \text{Empaque necesario por minuto}$$

Al realizar el estudio se encontró que el promedio del empaque en línea necesario es de 10.00 empaques por minuto. El empaque que menos unidades necesita por minuto es el código *6002601 C0026 VELADORITA 3 OZ. M. LUNA*, con 3.01 empaques por minuto; este mismo es razonable ya que es el empaque con mayor cantidad de unidades contenidas, 100 unidades. Los empaques con mayor necesidad por minuto son los 3 de la moldura *C7258 SALSA 5 OZ* de 12 unidades, *3725801*, *1725801*, *C-7258-12 PICKAPEPPA*, se necesitan 28.46 empaques por minuto. Son 3 distintos empaques con distinto diseño, pero de la misma moldura y cantidad de unidades. Cabe

resaltar que cuando se produce la moldura C7258 en la M11 o M41, la producción puede ser dividida conforme sus pedidos. Como se indicó previamente, una misma moldura puede tener distintos empaques y embalajes finales; este es el caso de la C7258 que tiene cajas de 12 y 24 unidades y a la vez también tiene producto terminado en bulk. En las líneas de producción se tienen desviadores los cuales dirigen el producto a tres canales distintos, estos pueden ser orientados para que todo el producto se vaya para el área de empaque o a la paletizadora, cada uno de estos canales maneja $\frac{1}{3}$ de la producción total. Pero también pueden ser orientados con destino final distinto para poder distribuir la cantidad de piezas por hora en la fase de empaque. Por lo tanto, cuando se tienen pedidos de 12 unidades se asignan dos canales de producción ($\frac{2}{3}$) al empaque en 12 unidades y un canal ($\frac{1}{3}$) de la producción al pedido en bulk que se tiene. Esto hace que el empaque necesario por minuto sea de 18.97 y no de 28.46 como lo sería al asignarle toda la producción a la caja de 12 unidades.

RESUMEN DE EMPAQUE NECESARIO EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN	
Promedio	10.00
Mínimo	3.00
Máximo	28.50

Tabla 10 - Resumen de empaque necesario en línea de producción por minuto

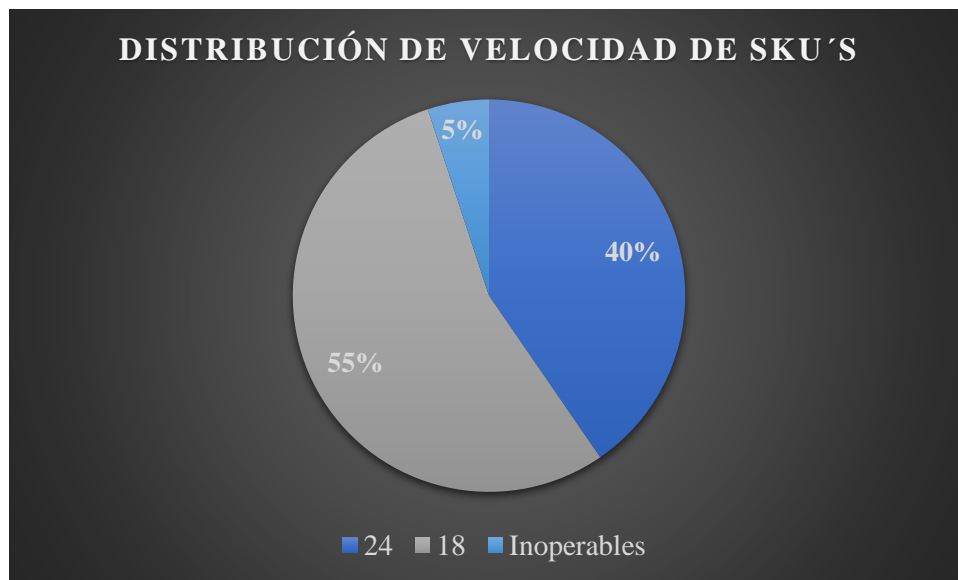
A la vez se procedió a generar un histograma para analizar la distribución de empaques por minuto que se tiene. El histograma fue dividido en 7 intervalos de 3.7, dando inicio en 3.0 hasta 28.9 cajas por minuto abarcando todos los SKUs. El intervalo con mayor cantidad de SKUs es exactamente el intervalo donde se tiene el promedio, el intervalo de 6.7 a 10.4 cajas por minuto cuenta con 38 SKUs. Analizando a detalle se puede determinar que con una velocidad de 15 cajas por minuto por parte del equipo se estaría cumpliendo con el 84% de los corrugados involucrados en el proyecto. A partir de poder llegar a 18 cajas por minuto se tendría 96% cubiertos de los SKUs seleccionados.



Gráfica 1 - Histograma de distribución de empaque necesario por minuto en línea de producción

9.2 Análisis de comparación del empaque necesario en línea vs capacidad de armado del equipo

Al proveedor se le compartió la información por SKU de dimensiones, test y flauta de corrugado para que entregasen la velocidad máxima por minuto que se podría trabajar por corrugado. El proveedor indicó que si el corrugado es menor de 407 mm de largo y de 329 mm de altura-C su velocidad máxima es de 24 cajas por minuto. Si el empaque es mayor a las dimensiones previamente indicadas su velocidad máxima es de 18 cajas por minuto. Dentro de las especificaciones del equipo se tiene una velocidad máxima de 25 cajas por minuto y una mínima de 15, dependiendo siempre de las dimensiones del corrugado. Previo a realizar el análisis se eliminaron los 5 corrugados que por sus dimensiones no pueden ser operados por el equipo. De los corrugados involucrados posterior a la delimitación 38 de estos cumplen con las dimensiones respectivas para que su velocidad máxima sea de 24 cajas por minuto, 40% de los SKUs totales del proyecto. De estos, 3 de ellos son de la moldura C7258 SALSA 5 OZ con 12 unidades, con un empaque necesario por minuto de 28.46; aun así, como se indicó anteriormente en las producciones se distribuye en los canales las piezas por hora para que su empaque sea 2/3 de la producción total por hora y con ello solamente se necesitan 18.97 cajas por minuto por lo que los 3 corrugados serán tomados en cuenta para el análisis. Los 51 corrugados restantes cuentan con alguna dimensión superior, ya sea su largo o altura-C, a la necesaria para que su velocidad sea de 24 cpm, por lo que su velocidad máxima es de 18 cajas por minuto, estos cumplen con el 54% de los SKUs considerados al inicio del proyecto.



Gráfica 2 - Distribución de velocidades de SKU's

Posterior a la clasificación de los empaques en su respectiva velocidad máxima se procedió a comparar el análisis de empaque necesario en línea y la capacidad de armado del equipo. El objetivo de este comparativo era determinar si el equipo cumple con un 15% superior de armado contra el empaque necesario en línea, por lo tanto, el SKUs será tomado en cuenta como operable cuando el porcentaje sea superior o igual al 115% del indicador. Este porcentaje superior se calculó debido a que en ocasiones el producto puede llegar a acumularse por distintas causas en los canales de distribución, para poder liberar los canales de distribución durante el acumulado se debe de

augmentar la velocidad de empaque por minuto en línea hasta liberar el acumulado y quedar únicamente con las piezas por hora respectivas de la producción. Estos eventos de acumulación pueden darse por fallas en los equipos de inspección automática, fallas en los canales de distribución o incluso por desperfectos del envase como envase caído o roto, entre muchos otros tipos de eventos. Con este porcentaje superior se asegura que el equipo está en las capacidades de poder satisfacer la cantidad de empaque en línea necesario en un evento puntual de acumulado para solventar el mismo. El indicador se obtiene bajo la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{\text{Empaque necesario en línea de producción por minuto}}{\text{Velocidad de armado de equipo por minuto}} \right) * 100\% = \text{Indicador de capacidad de abastecimiento}$$

Nuevamente, para empezar el análisis se eliminaron los 5 corrugados que por sus dimensiones de altura-C no pueden ser operados por el equipo. Al realizar el comparativo se obtuvo un promedio del indicador de **240%**, esto indica que el equipo puede brindar en promedio un **140%** por encima de la necesidad en línea. Realmente este dato está muy por encima del 15% que se necesita en los eventos de acumulado, siendo 9.3 veces más de lo deseado. Con base en el indicador previamente obtenido se determina que el equipo es totalmente beneficioso en términos operativos para la planta de producción. De estos 89 SKUs únicamente se tendría inconveniente con los empaques de la *C7258 SALSA 5 OZ* de 12 unidades si en alguna ocasión se colocará toda la producción por hora a dicho empaque y con el diseño *2242024 C2420 TARRO 16 OZ* ya que está al límite exacto de 15% superior.

NÚMERO	MOLDURA	CÓDIGO DE EMPAQUE	UNIDADES POR EMPAQUE	PIEZAS POR MINUTO	EMPAQUE NECESARIO POR MINUTO	CPM EQUIPO	INDICADOR
1	C0015	6001501	48	208,33	4,34	18	415%
2	C0026	6002601	100	301,39	3,01	18	597%
3	C0044	6004401	60	248,15	4,14	18	435%
4	C0071	6007101	60	209,95	3,50	18	514%
5	C0071	6007124	24	209,95	8,75	18	206%
6	C0077	6007720	20	171,30	8,56	24	280%
7	C0265	1026504	12	135,00	11,25	18	160%
8	C0506	2050612	12	177,43	14,79	24	162%
9	C1023	1102307	6	80,94	13,49	18	133%
10	C1028	6102802	60	235,07	3,92	18	459%
11	C1029	1102902	12	58,11	4,84	18	372%
12	C1115	1111501	12	135,42	11,28	18	160%
13	C1275	1127502	12	55,84	4,65	18	387%
14	C1461	1146103	24	189,81	7,91	24	303%
15	C1468	2146812	12	181,65	15,14	24	159%
16	C1511	1151104	12	118,06	9,84	24	244%
17	C1522	2152212	12	143,40	11,95	18	151%
18	C1559	1155930	12	142,01	11,83	18	152%
19	C1565	1156503	24	152,08	6,34	18	284%
20	C1754	1175418	12	129,47	10,79	18	167%

21	C1893	1189303	24	237,15	9,88	24	243%
22	C1895	1189402	24	182,29	7,60	18	237%
23	C1915	1191502	12	130,21	10,85	18	166%

NÚMERO	MOLDURA	CÓDIGO DE EMPAQUE	UNIDADES POR EMPAQUE	PIEZAS POR MINUTO	EMPAQUE NECESARIO POR MINUTO	CPM EQUIPO	INDICADOR
24	C1941	1194104	12	141,20	11,77	18	153%
25	C1942	1194205	12	116,67	9,72	18	185%
26	C2017	1201705	12	115,74	9,65	18	187%
27	C2037	1203712	12	128,01	10,67	18	169%
28	C2043	1204301	12	126,81	10,57	18	170%
29	C2069	2206920	20	194,44	9,72	18	185%
30	C2125	2212524	24	171,53	7,15	18	252%
31	C2126	2212624	24	171,53	7,15	18	252%
32	C2223	1222301	12	159,72	13,31	24	180%
33	C2226	1222604	12	135,07	11,26	18	160%
34	C2235	2223524	24	225,20	9,38	24	256%
35	C2271	2227112	12	197,92	16,49	24	146%
36	C2275	1227503	12	146,19	12,18	18	148%
37	C2297	1229706	24	162,04	6,75	18	267%
38	C2317	1231704	24	127,56	5,31	18	339%
39	C2317	1231706	24	127,56	5,31	18	339%
40	C2317	1231707	24	127,56	5,31	18	339%
41	C2317	1231708	24	127,56	5,31	18	339%
42	C2385	2238524	24	297,62	12,40	24	194%
43	C2404	5240401	33	142,71	4,32	N/A	
44	C2405	2240524	24	184,03	7,67	18	235%
45	C2420	2242024	12	188,62	15,72	18	115%
46	C2447	2244724	24	263,89	11,00	24	218%
47	C2450	2245024	24	269,64	11,23	24	214%
48	C2461	2246124	24	292,40	12,18	24	197%
49	C2464	2246412	12	238,89	19,91	24	121%
50	C2473	2247312	12	173,61	14,47	18	124%
51	C2474	2247412	12	172,65	14,39	18	125%
52	C2496	1249601	6	41,38	6,90	18	261%
53	C2496	1249603	6	41,38	6,90	18	261%
54	C2507	5250712	6	50,35	8,39	18	215%
55	C2520	2252030	30	246,53	8,22	24	292%
56	C2527	1252701	24	230,08	9,59	24	250%
57	C2527	1252708	24	230,08	9,59	24	250%
58	C2527	1252712	24	230,08	9,59	24	250%
59	C2527	1252712	24	230,08	9,59	24	250%
60	C2527	1252713	24	230,08	9,59	24	250%
61	C2527	1252715	24	230,08	9,59	24	250%
62	C2527	1252716	24	230,08	9,59	24	250%
63	C2527	1252721	24	230,08	9,59	24	250%

NÚMERO	MOLDURA	CÓDIGO DE EMPAQUE	UNIDADES POR EMPAQUE	PIEZAS POR MINUTO	EMPAQUE NECESARIO POR MINUTO	CPM EQUIPO	INDICADOR
64	C2527	1252731	24	230,08	9,59	24	250%
65	C2527	21252701	48	230,08	4,79	18	376%
66	C2548	5254801	12	104,84	8,74	N/A	
67	C2555	5255501	12	111,84	9,32	N/A	
68	C2579	1257916	12	130,85	10,90	18	165%
69	C2585	C2585	12	126,98	10,58	18	170%
70	C2588	C2588	24	152,78	6,37	18	283%
71	C2601	1260105	6	42,13	7,02	18	256%
72	C2611	2261124	24	180,02	7,50	18	240%
73	C2622	2262201	12	160,42	13,37	24	180%
74	C2629	1262904	12	52,08	4,34	18	415%
75	C2633	1263304	24	165,28	6,89	18	261%
76	C2634	1263404	12	131,58	10,96	18	164%
77	C2638	2263812	12	60,07	5,01	18	360%
78	C2645	5264501	12	57,02	4,75	N/A	
79	C2659	1265901	12	121,53	10,13	24	237%
80	C2665	2266512	12	201,39	16,78	24	143%
81	C2665	2266524	24	201,39	8,39	18	215%
82	C2669	2266912	12	208,33	17,36	24	138%
83	C2676	5267601	12	88,54	7,38	N/A	
84	C2711	1271112	12	114,00	9,50	18	189%
85	C7251	1725106	36	242,71	6,74	24	356%
86	C7251	2725136	36	242,71	6,74	24	356%
87	C7258	C7258-12 PICKAPEPPA	12	341,49	28,46	24	84%
88	C7258	C7258-24 PICKAPEPPA	24	341,49	14,23	24	169%
89	C7258	2725824	24	341,49	14,23	24	169%
90	C7258	3725801	12	341,49	28,46	24	84%
91	C7258	1725801	12	341,49	28,46	24	84%
92	C7265	2726512	12	189,15	15,76	24	152%
93	C7870	2787036	36	233,68	6,49	24	370%
94	C7870	2787048	48	233,68	4,87	24	493%
PROMEDIO					10,00		240%

Tabla 11 - Comparativo de empaque necesario en línea vs capacidad de armado de equipo

X. Análisis ergonómico

10.1 Descripción de proceso de armado de caja actual

En la gran mayoría de SKUs involucrados en el proyecto el proceso de armado de caja consta de dos distintas operaciones, el cierre de solapas y el inserto de particiones o divisiones como normalmente son conocidas. Este proceso se realiza en su totalidad dentro del espacio disponible del mezanine 1. Cabe resaltar que la armadora de caja únicamente podrá automatizar la operación de cierre de solapas, la operación de inserto de particiones seguirá siendo manual. Al momento de finalizar el inserto de las divisiones dentro de la caja con sus solapas cerradas estas se envían en la bajada de caja respectiva, la cual sirve como comunicación entre el mezanine y la fase de empaque de cada línea. En la fase de empaque se procede al llenado del empaque con el envase respectivo y con ello su preparación para convertirse en producto final.

El cierre de solapas puede ser con distintos materiales, el más común es el cierre con cinta adhesiva de dos pulgadas de ancho, el segundo es por medio de grapas y por último es el cierre con cinta adhesiva de tres pulgadas de ancho. La armadora de caja estará en disponibilidad de realizar el cierre con cinta de dos y de tres pulgadas y también se podrá colocarle silicona fría para su cierre. El objetivo de colocar silicona como posible material de cierre en la armadora es poder sustituir el cierre por medio de grapas. Para poder sustituir dicho cierre se le colocaría silicona y cinta de dos pulgadas, se colocarían ambas para poder asegurar el cierre de las solapas independiente del peso que estas contengan con el producto terminado.

El objetivo del inserto de las divisiones es que estas, como su mismo nombre indica, puedan dividir los envases insertados en la fase de empaque. Esta división se realiza para que el envase dentro de todo su traslado y manejo no pueda tener contacto entre sí, y con ello mitigar la rotura de envases o posibles defectos de apariencia por su contacto. Las divisiones pueden ser de distintos tipos de corrugados, pueden ser de flauta E, B o en dado caso C. La flauta E tiene 1.5 mm de espesor, la flauta B tiene 2.5 mm y la flauta C tiene 3.5 mm. La posibilidad de rotura del envase por manejo y traslado es inversamente proporcional al grosor del divisor, esto quiere decir que ante un mayor espesor (Flauta C) la probabilidad de rotura es menor. El costo de la partición además de depender de su largo y alto también tiene una relación directamente proporcional por la flauta con la que se diseña, a mayor espesor mayor costo.

10.1.1 Cierre de solapas

Actualmente la empresa cuenta con seis encintadoras para el cierre de solapas, cuatro son de bandas superiores e inferiores y dos son de bandas laterales. El tipo de ubicación de banda en los equipos indica el punto de contacto con el que las bandas arrastran la caja para el encintado de las solapas. Las encintadoras de bandas superiores e inferiores, como su mismo nombre lo indica,

tiene el contacto en las solapas superiores e inferiores de la caja y su cabezal de encintado se encuentra en la parte superior del equipo. Mientras que la encintadora de bandas laterales, como también su nombre lo indica, tiene el contacto en las caras laterales de la caja y su cabezal de encintado se encuentra en la parte inferior del equipo.



Ilustración 11 - Encintadora de bandas superiores e inferiores con cabezal superior

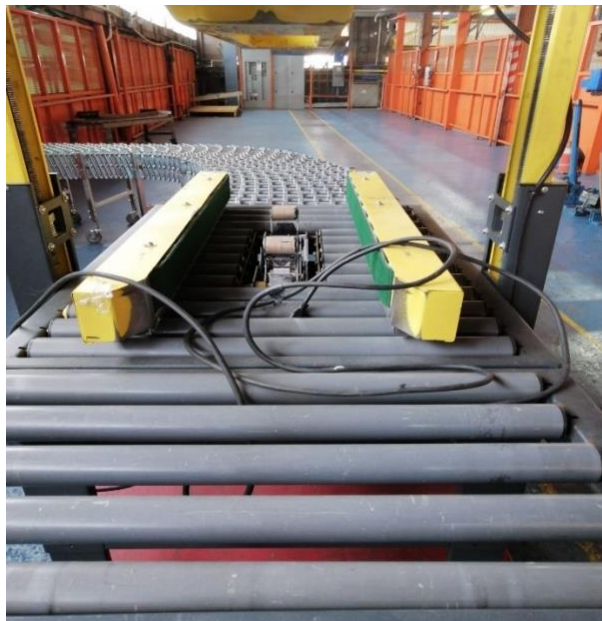


Ilustración 12 - Encintadora de bandas laterales con cabezal inferior

Previo al estudio de la operación todo el cierre de solapas era realizado con las encintadoras de bandas superiores e inferiores. El inconveniente con estos equipos se presenta a la salida de la encintadora, la caja sale con las solapas cerradas en su parte superior. Esto provoca que posterior al encintado se genere acumulado, ya que el armado de caja tiene un tiempo de ejecución menor al inserto de divisiones. Además de ello, la caja al salir del encintado con sus solapas superiores cerradas, provoca que para insertar las divisiones la caja se tiene que voltear.



Ilustración 13 - Salida de caja encintada en encintadora de bandas superiores e inferiores #1



Ilustración 14 - Salida de caja encintada en encintadora de bandas superiores e inferiores #2

En el encintado de las solapas la ergonomía de los operadores no presenta inconveniente, pero con el objetivo de poder tener un proceso lineal se realizaron pruebas con equipos de bandas laterales. La gran diferencia con estos equipos, además de su punto de contacto, es que a la salida del encintado estas salen con las solapas inferiores encintadas evitando que se tenga que voltear la caja para insertar las divisiones como en el equipo de bandas superiores e inferiores. A pesar de que la caja salió como se necesitaba por el tiempo que toma el encintado de caja a comparación del inserto de particiones todavía se generaba acumulado. A la vez en la prueba se tomó la decisión de dejar la encintadora directa en la misma dirección que la bajada de cajas, con esto se eliminó la operación de alimentación manual de cajas a la bajada.



Ilustración 15 - Salida de caja encintada en encintadora de bandas laterales

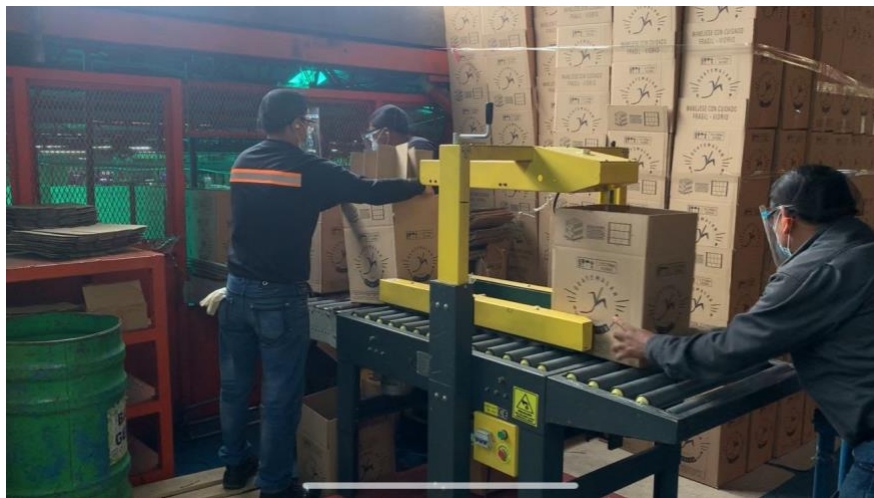


Ilustración 16 - Primera prueba en línea de encintado con encintadoras de bandas laterales #1

10.1.2 Inserto de particiones

Debido a que el tiempo que se tarda un operador en encintar las solapas es menor al que se tarda uno en insertar las particiones siempre se genera un acumulado, en este proceso específico el cuello de botella es el inserto de divisiones. Incluso, utilizando los equipos de bandas superiores e inferiores el operador de divisiones tiene un movimiento más para poder colocar las divisiones ya que tiene que voltear la caja para poder insertarlas. Por lo mismo con las encintadoras de bandas laterales se logró eliminar dos movimientos, el de volteo de caja y la alimentación manual a las bajadas de caja. Además de generar un proceso lineal y mejor, el mayor beneficio en estas pruebas es la mejora ergonómica que se tiene en la operación para los operadores. Usando las encintadoras de bandas superiores e inferiores se provoca un acumulado que forma un volcán de cajas que todavía tiene pendiente el inserto de particiones, los operadores tienen que tomar una caja del

acumulado e insertar las particiones, pero este proceso se realiza a una altura sumamente baja por lo que el operador debe permanecer agachado un gran periodo de tiempo dañando considerablemente la espalda baja del operador. Este proceso debe de repetirlo constantemente por lo que genera un daño físico considerable al operador.



Ilustración 17 - Inserto de particiones con encintadoras de bandas superiores e inferiores

Con las encintadoras de bandas laterales al tener el encintado por la parte inferior permite que el inserto de las particiones sea con los operadores parados en su posición natural, un beneficio ergonómico significativamente considerable. En las primeras pruebas con encintadora de bandas laterales se pudo observar que un operador no es suficiente, esta cantidad de operadores depende de la cantidad de cajas por minuto que la moldura demanda. A pesar de ello al momento de colocar 2 operadores insertando divisores el espacio no es suficiente para que ambos puedan operar incluso estando en lados contrarios del carril. La prueba fue realizada con la moldura C2634 750 ML SPIRITS (12) con una necesidad de 10.96 cajas por minuto, 658 cajas por hora.



Ilustración 18 - Primera prueba en línea de encintado con encintadoras de bandas laterales #2

Para la segunda prueba se decidió comprar un carril de rodillos con el objetivo de extender el espacio disponible para que se coloquen los operadores que insertan las divisiones. El carril comprado tiene un máximo de longitud de 7 metros y un mínimo de longitud de 3. También el

carril puede tomar una forma curva o recta dependiendo de la línea y de la necesidad que tiene el proceso específico. En esta segunda prueba se pudo observar un proceso sumamente ordenado y mejor que el proceso de encintado con bandas superiores e inferiores. La prueba fue realizada específicamente con la moldura C7870 SALSA 3 OZ (36) la cual tiene una demanda de 6.49 cajas por minuto, 390 por hora. A pesar que en esta prueba con un operador en cada operación se dio abasto la línea, se pudo observar que el espacio es suficiente para que se puedan colocar dos operadores de forma ordenada. Esta segunda prueba se dio como satisfactoria y se inició a utilizar de esta forma en numerosas producciones.



Ilustración 19 - Segunda prueba de encintadora de bandas laterales con carril extensible

10.2 Análisis ergonómico ISO 11228-3 del proceso actual

En los estudios ergonómicos es necesario analizar detenidamente las actividades y tareas a ejecutar por los operarios para que estos no padezcan de problemas físicos o psicológicos en un futuro. Las condiciones en las que se realizan las tareas, el espacio de trabajo, la fuerza a realizar, la repetitividad de las tareas, la presión del trabajo, entre otras son los aspectos que se deben de revisar. Habiendo determinado que las tareas de encintado de solapas e inserto de particiones presentan una repetitividad alta por parte de los operadores y agregando que la empresa actualmente está certificada por las normas ISO, se tomó la decisión de utilizar la norma ISO 11228-3 como método de evaluación ergonómica.

La norma ISO 11228-3 provee un determinado procedimiento para poder evaluar riesgos en trabajos que implican la ejecución de tareas repetitivas. Como primer punto para este estudio es importante identificar la tarea y describirla con detalle. Como segundo paso se procede a contestar los 5 check list para poder evaluar las actividades, iniciando por el *paso 1* y finalizando en el *paso 5*. Luego, el estudio conforme su llenado va clasificando cada paso en 3 distintas zonas: verde, amarilla y roja. En dónde verde significa aceptable y sin consecuencia alguna, amarilla confirmando que es un riesgo muy bajo al implementar medidas para evitar riesgos y zona roja donde es lo suficientemente riesgosa para tener que rediseñar dicha tarea. El paso o check list 1 evalúa los movimientos repetitivos y la duración de los mismos, el paso 2 evalúa la postura de la persona durante las operaciones, el paso 3 evalúa la fuerza necesaria para realizar la tarea, el paso 4 evalúa los periodos de recuperación que se tienen durante el turno de trabajo y por último el paso

5 evalúa los factores de riesgo adicionales. Al finalizar la clasificación de cada uno de los pasos en las zonas se procede a la clasificación general del estudio. Si alguna de las clasificaciones de los pasos está en zona roja el riesgo total es rojo, si las clasificaciones están únicamente en la clasificación amarilla y verde, el riesgo total es amarillo; si las clasificaciones se encuentran únicamente en zonas verdes no existe riesgo alguno.

10.2.1 Estudio ergonómico de encintado de solapas

Descripción del trabajo actual

El trabajo determinado en este caso es el encintado del corrugado *C2555-5255501 700 ML ZACAPA* de 12 unidades en línea de producción M13 por parte de un operador dentro del mezzanine 1 para satisfacer la tarea de inserto de particiones y posterior a esta el abastecimiento de corrugado vacío a la fase de empaque.

Descripción detallada de las operaciones evaluadas

Doblez de solapas *5255501* cortas, dobléz de solapas *5255501* largas y alimentación de caja con solapas dobladas a encintadora a un ritmo de 6.43 segundos por caja encintada para satisfacer la operación de inserto de particiones.

Descripción del lugar de trabajo

El lugar de trabajo es dentro del mezzanine 1, un espacio de concreto para el armado y preparación de empaque; este mismo se encuentra situado por encima de las líneas de producción y contempla dimensiones de 65.49 metros de largo y 6.08 metros de ancho con una altura de 4.5 metros. Esta actividad específicamente se realiza cercano a la bajada de cajas de la M13.

Personal afectado: Operador que alimenta caja desarmada a encintadora de solapas automática

Fecha de evaluación: 18 de septiembre de 2021

Tabla 3: ISO 11228-3. ASPECTOS A CONSIDERAR		
Paso 1 – Movimientos repetitivos / duración: ¿el trabajo implica...		
SÍ	NO	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Un ciclo de trabajo o una secuencia de movimientos que se repiten más de dos veces/min y durante más del 50% del tiempo de duración de la tarea?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Repetir movimientos casi idénticos de los dedos, manos o brazos cada pocos segundos?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso intenso de dedo/s, mano/s o muñeca/s?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Movimientos repetitivos de hombro y/o brazo (movimientos regulares con algunas pausas o movimientos casi continuos)?
Si la respuesta a TODAS las preguntas es "NO" la evaluación es VERDE y no se requiere continuar realizándola.		
Si la respuesta a 1 o más preguntas es "SÍ" el trabajo es repetitivo. Use las columnas siguientes para evaluar si la duración es aceptable (si no hay otros factores significativos presentes) y continúe con la evaluación de los demás factores: pasos 2, 3 y 4.		
EVALUACIÓN DEL RIESGO (ZONA)		
VERDE	AMARILLA	ROJA
Es verde si: <ul style="list-style-type: none"> no hay otros factores de riesgo, no se realizan más de 3 h en la jornada, Y No hay más de 1 h sin pausa Si se cumplen ambas condiciones, se está en zona VERDE y no se requiere continuar con la evaluación	Es amarilla si: No se cumplen las condiciones de zona verde ni de zona roja	Es zona roja si: Se hacen movimientos repetitivos más de 4 h en la jornada, sin que haya ningún otro factor de riesgo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 12 - Paso No.1 – ISO 11228-3 Encintado de solapas

Comentarios paso 1:

Para poder satisfacer la línea de producción se necesita una caja encintada cada 6.43 segundos por lo que el trabajo se realiza más de 2 veces por minuto. El movimiento siempre es el mismo para tomar la caja, doblar sus solapas y encintarlas, por lo que cumple el segundo y cuarto inciso. Al ser un artículo tan liviano no tiene un uso intenso de dedos, manos y muñecas. Este paso se clasifica en zona roja debido a que 3 de sus incisos si se cumplen y estos duran más de 4 horas.

Tabla 3: ISO 11228-3. ASPECTOS A CONSIDERAR		
Paso 2 – Postura: ¿el trabajo implica repetitivas o frecuentes ...		
SÍ	NO	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desviaciones de muñeca/s arriba, abajo o a los lados?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Girar o retorcer las manos de modo que la palma esté hacia arriba o hacia abajo?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Movimientos forzados, como por ejemplo, agarres de los dedos mientras la muñeca está desviada, o con los dedos separados, o con la mano extendida mientras se agarra, sostiene o manipula algo?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Movimientos del brazo hacia adelante o a los lados del cuerpo?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Movimientos de giro o inclinación de la espalda o de la cabeza?
Si la respuesta a TODAS las preguntas es "NO", no hay posturas forzadas que se combinen como factores de riesgo a los movimientos repetitivos. Continúe con el paso 3 para evaluar el factor fuerza.		
Si la respuesta a 1 o más preguntas es "SÍ", use las columnas siguientes para evaluar el riesgo y luego continúe con el paso 3.		
EVALUACIÓN DEL RIESGO (ZONA)		
VERDE	AMARILLA	ROJA
Es verde si: <ul style="list-style-type: none"> Las desviaciones repetitivas de las posiciones de dedos, muñecas, codos, hombros y cuello son pequeñas y no se dan más de 3 h por jornada, <p style="text-align: center;">O</p> <ul style="list-style-type: none"> Las desviaciones son de moderadas a amplias pero no se dan más de 2 h por jornada, <p style="text-align: center;">Y</p> <ul style="list-style-type: none"> No hay más de 30 minutos consecutivos sin una pausa o variación de la tarea <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></p>	Es amarilla si: No se cumplen las condiciones de zona verde ni de zona roja <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></p>	Es zona roja si: <ul style="list-style-type: none"> Las desviaciones de las posiciones de dedos, muñecas, codos, hombros y cuello son de moderadas a amplias y se dan más de 3 h por jornada, <p style="text-align: center;">Y</p> <ul style="list-style-type: none"> Hay más de 30 minutos consecutivos sin pausas <p>(Desviaciones de moderadas a amplias significa >50% del rango de movimiento (RM). Si las desviaciones están cerca del RM se requiere una evaluación específica)</p> <p style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></p>

Tabla 13 – Paso No. 2 – ISO 11228-3 Encintado de solapas

Comentarios paso 2:

Al momento de doblar las solapas de la caja las muñecas son dobladas con la palma de la mano direccionada hacia abajo, por lo que se cumplen los primeros dos incisos. Al momento de alimentar la encintadora con la caja para su encintado se debe de empujar la caja provocando que los brazos se muevan hacia adelante cumpliendo el cuarto inciso. Para tomar las cajas desarmadas se debe girar el torso y cabeza cumpliendo el inciso 5. El paso 2 se clasifica en zona roja debido a que el tiempo del trabajo es mayor a 3 horas por jornada.

Tabla 3: ISO 11228-3. ASPECTOS A CONSIDERAR		
Paso 3 – Fuerza: ¿el trabajo implica repetitivos o frecuentes ...		
<p>SÍ NO</p> <p>a) levantamientos o sujeciones de herramientas, materiales u objetos que pesen más de</p> <p><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 0,2 kg por dedo (levantamiento en pinza)? <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 kg por mano?</p> <p>b) agarres, giros, empujes o tracciones de herramientas o materiales</p> <p><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> con la mano/brazo que excedan del 10% de los valores de referencia F_b dados en el paso 1 de la norma EN 1005-3:2002 (p.ej. 25 N para agarre de fuerza)?</p> <p>c) uso de mandos de control</p> <p><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> con una fuerza o par de torsión que exceda de lo recomendado en ISO 9355-3 (p.ej. 20 N para agarre con contacto de la mano, 10 N para agarre de pinza)?</p> <p>d) agarres de pinza, como sujetar o apretar objetos entre el pulgar y un dedo</p> <p><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> con una fuerza de más de 10 N?</p> <p>Si la respuesta a TODAS las preguntas es "NO", no se realizan fuerzas que se combinen a los movimientos repetitivos. Continúe con el paso 4 para evaluar el factor recuperación.</p> <p>Si la respuesta a 1 o más preguntas es "Sí", use las columnas siguientes para evaluar el riesgo y luego continúe con el paso 4.</p>		
EVALUACIÓN DEL RIESGO (ZONA)		
VERDE	AMARILLA	ROJA
<p>Es verde si:</p> <ul style="list-style-type: none"> La realización repetitiva de fuerza (sin posturas forzadas) no supera las 2 h por jornada, o La realización repetitiva de fuerza, combinada con posturas forzadas, no supera 1 h de la jornada, y No hay más de 30 minutos consecutivos sin una pausa o variación de la tarea <p><input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>Es amarilla si:</p> <p>No se cumplen las condiciones de zona verde ni de zona roja</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>Es zona roja si:</p> <ul style="list-style-type: none"> La realización repetitiva de fuerza (sin posturas forzadas) supera las 3 h por jornada, o La realización repetitiva de fuerza, combinada con posturas forzadas, supera 2 h por jornada, <p>(Corta duración= si hay más de 30 minutos consecutivos sin una pausa o variación de la tarea)</p> <p><input type="checkbox"/></p>

Tabla 14 – Paso No. 3 – ISO 11228-3 Encintado de solapas

Comentarios paso 3:

Debido a que en esta tarea a pesar de que son movimientos repetitivos estos no se combinan con fuerza por lo que no se cumple ningún inciso, se clasifica en zona verde.

Tabla 3: ISO 11228: 3. ASPECTOS A CONSIDERAR		
<p>Paso 4 – Periodos de recuperación: ¿el trabajo implica...</p> <p>SÍ NO</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> falta de pausas?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> una escasa variación de tareas?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> carencia de periodos de recuperación?</p> <p>Use las columnas siguientes para responder a estas preguntas y evaluar el riesgo por la falta de periodos de recuperación.</p> <p>Continúe luego con el paso 5 y evalúe los factores de riesgo adicionales.</p>		
EVALUACIÓN DEL RIESGO (ZONA)		
VERDE	AMARILLA	ROJA
<p>Es verde si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay, al menos, 30 min para el almuerzo o comida y 10 min de pausa en la mañana y 10 min en la tarde <p style="text-align: center;">Y</p> <ul style="list-style-type: none"> • No hay más de 1 h de trabajo sin pausa o variación de la tarea. <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></p>	<p>Es amarilla si:</p> <p>No se cumplen las condiciones de zona verde ni de zona roja</p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></p>	<p>Es zona roja si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay menos de 30 min para el almuerzo o la comida <p style="text-align: center;">O</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay más de 1 hora de trabajo sin pausa o variación de la tarea <p style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></p>

Tabla 15 - Paso No. 4 - ISO 11228-3 Encintado de solapas

Comentarios paso 4:

Debido a que la línea de producción no cesa su cantidad de producto por hora, el operador debe de estar encintando en la totalidad del tiempo; debido a esto se cumplen los 3 incisos. A pesar de que el tiempo de comida es de 30 minutos, las actividades deben de realizarse por más de 1 hora continua y sin variación en los movimientos por lo que se clasifica en zona roja el paso.

Tabla 3: ISO 11228-3. ASPECTOS A CONSIDERAR (POSIBLES FACTORES DE RIESGO)		
Paso 5: Factores de riesgo adicionales		
FÍSICOS		
SÍ	NO	¿El trabajo repetitivo implica...
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso de herramientas que vibran?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presiones de herramientas localizadas sobre estructuras anatómicas?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Exposición a frío o a calor?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	EPI's que restringen los movimientos o dificultan la actividad?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo de un movimiento súbito, inesperado o incontrolado (p.ej, suelos resbaladizos, caídas de objetos, agarres malos)?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Aceleración o deceleración rápida de los movimientos?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fuerza o carga estática?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hombros levantados (sostener los brazos u objetos en contra de la gravedad)?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sujeción continua de herramientas (como cuchillos en la industria cárnica o de conservas de pescado)
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Posturas fijas o rígidas (mal diseño de las herramientas, de los lugares de trabajo, falta de espacio)?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Martillazos, sacudidas o fuerzas que crecen rápidamente?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de alta precisión combinado con fuerza?
PSICOSOCIALES		
SÍ	NO	¿El trabajo repetitivo implica...
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mucha presión o demasiado trabajo que acabar en la jornada?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de control sobre la ordenación y planificación de las tareas de trabajo?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Falta de apoyo de compañeros y jefes?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Una elevada carga mental, elevada concentración o atención?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo aislado en el proceso productivo?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ritmo de trabajo impuesto por una máquina o personas?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Producción predefinida o sistema de primas?

Tabla 16 - Paso No.5 - ISO11228-3 Encintado de solapas

Comentarios paso 5:

En el paso 5 solo se cumplen aspectos en la parte psicológica, debido a que la línea de producción no cesa en la cantidad de piezas por hora la presión de cumplir con el empaque en la línea de producción es alta. Ya que el encintado se realiza boca abajo no se tiene planificado ni analizados los movimientos y tareas para poder reducir estas. Estos 2 aspectos hacen que se cumplan los incisos uno, dos y seis. Se clasifica en zona amarilla el paso 5 al solo presentar cumplimientos en el aspecto psicológico.

Resultados					
Zona	Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5
Verde			X		
Amarilla					X
Roja	X	X		X	

Tabla 17 - Resultados de análisis ergonómico "Encintado de solapas"

El resultado del estudio presenta que tres de los cinco pasos fueron clasificados en zona roja, paso uno, dos y cuatro. Uno de los cinco pasos fue clasificado en amarillo, el paso cinco y solamente uno fue clasificado en verde, el paso tres. Se concluye que a pesar de que es una tarea con alta repetitividad esta no presenta combinación con repetitividad y fuerzas altas. A pesar de ello, la clasificación general del estudio se da en zona roja por lo que es necesaria la reestructuración de los movimientos y tiempos de recuperación de la tarea.

10.2.2. Estudio ergonómico de inserto de particiones en caja encintada

Descripción del trabajo actual

El trabajo determinado en este caso es el inserto de divisiones en la caja media C2555-5255501 700 ML ZACAPA de 12 unidades ya encintada en línea de producción M13 por parte de un operador dentro del mezzanine 1 para satisfacer la fase de empaque con caja vacía.

Descripción detallada de las operaciones evaluadas

Preparación de caja sin división en posición, toma de divisiones, inserto de divisiones dentro de la caja y alimentación de bajada de caja con 5 cajas listas en línea de producción M13 con una frecuencia de 32 segundos cada alimentación y de 6.43 segundos cada inserto de división.

Descripción del lugar de trabajo

El lugar de trabajo es dentro del mezzanine 1, un espacio de concreto para el armado y preparación de empaque; este mismo se encuentra situado por encima de las líneas de producción y contempla dimensiones de 65.49 metros de largo y 6.08 metros de ancho con una altura de 4.5 metros. Esta actividad específicamente se realiza cercano a la bajada de cajas de la M13.

Personal afectado: Operador que inserta divisiones en caja ya encintada

Fecha de evaluación: 18 de septiembre de 2021

Tabla 3: ISO 11228-3. ASPECTOS A CONSIDERAR		
Paso 1 – Movimientos repetitivos / duración: ¿el trabajo implica...		
SÍ	NO	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Un ciclo de trabajo o una secuencia de movimientos que se repiten más de dos veces/min y durante más del 50% del tiempo de duración de la tarea?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Repetir movimientos casi idénticos de los dedos, manos o brazos cada pocos segundos?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso intenso de dedo/s, mano/s o muñeca/s?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Movimientos repetitivos de hombro y/o brazo (movimientos regulares con algunas pausas o movimientos casi continuos)?
Si la respuesta a TODAS las preguntas es "NO" la evaluación es VERDE y no se requiere continuar realizándola.		
Si la respuesta a 1 o más preguntas es "SÍ" el trabajo es repetitivo. Use las columnas siguientes para evaluar si la duración es aceptable (si no hay otros factores significativos presentes) y continúe con la evaluación de los demás factores: pasos 2, 3 y 4.		
EVALUACIÓN DEL RIESGO (ZONA)		
VERDE	AMARILLA	ROJA
Es verde si: <ul style="list-style-type: none"> no hay otros factores de riesgo, no se realizan más de 3 h en la jornada, Y No hay más de 1 h sin pausa Si se cumplen ambas condiciones, se está en zona VERDE y no se requiere continuar con la evaluación	Es amarilla si: No se cumplen las condiciones de zona verde ni de zona roja	Es zona roja si: Se hacen movimientos repetitivos más de 4 h en la jornada, sin que haya ningún otro factor de riesgo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 18 - Paso No. 1 - ISO11228-3 Inserto de solapas

Comentarios paso 1:

Para poder satisfacer la línea de producción se necesita una caja con partición insertada cada 6.43 segundos por lo que el trabajo se realiza más de 2 veces por minuto. El movimiento siempre es el mismo para tomar las particiones, posicionar la caja e insertar las particiones, por lo que cumple el segundo y cuarto inciso. Al ser un artículo tan liviano no tiene un uso intenso de dedos, manos y muñecas. Este paso se clasifica en zona roja debido a que 3 de sus incisos si se cumplen y estos duran más de 4 horas.

Tabla 3: ISO 11228-3. ASPECTOS A CONSIDERAR		
Paso 2 – Postura: ¿el trabajo implica repetitivas o frecuentes ...		
SÍ	NO	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desviaciones de muñeca/s arriba, abajo o a los lados?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Girar o retorcer las manos de modo que la palma esté hacia arriba o hacia abajo?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Movimientos forzados, como por ejemplo, agarres de los dedos mientras la muñeca está desviada, o con los dedos separados, o con la mano extendida mientras se agarra, sostiene o manipula algo?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Movimientos del brazo hacia adelante o a los lados del cuerpo?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Movimientos de giro o inclinación de la espalda o de la cabeza?
Si la respuesta a TODAS las preguntas es "NO", no hay posturas forzadas que se combinen como factores de riesgo a los movimientos repetitivos. Continúe con el paso 3 para evaluar el factor fuerza.		
Si la respuesta a 1 o más preguntas es "SÍ", use las columnas siguientes para evaluar el riesgo y luego continúe con el paso 3.		
EVALUACIÓN DEL RIESGO (ZONA)		
VERDE	AMARILLA	ROJA
Es verde si: <ul style="list-style-type: none"> Las desviaciones repetitivas de las posiciones de dedos, muñecas, codos, hombros y cuello son pequeñas y no se dan más de 3 h por jornada, <p style="text-align: center;">O</p> <ul style="list-style-type: none"> Las desviaciones son de moderadas a amplias pero no se dan más de 2 h por jornada, <p style="text-align: center;">Y</p> <ul style="list-style-type: none"> No hay más de 30 minutos consecutivos sin una pausa o variación de la tarea <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></p>	Es amarilla si: No se cumplen las condiciones de zona verde ni de zona roja <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></p>	Es zona roja si: <ul style="list-style-type: none"> Las desviaciones de las posiciones de dedos, muñecas, codos, hombros y cuello son de moderadas a amplias y se dan más de 3 h por jornada, <p style="text-align: center;">Y</p> <ul style="list-style-type: none"> Hay más de 30 minutos consecutivos sin pausas <p>(Desviaciones de moderadas a amplias significa >50% del rango de movimiento (RM). Si las desviaciones están cerca del RM se requiere una evaluación específica)</p> <p style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></p>

Tabla 19 - Paso No. 2 - ISO 11228 - 3 Inserto de solapas

Comentarios paso 2:

Al momento de tomar, posicionar e insertar las particiones se tiene que desviar y girar la muñeca por lo que se cumplen los primeros dos incisos. Al momento de insertar la partición se debe de tener posicionada la caja y agarrada para que esta no se mueva por lo que si se cumple el inciso tres con los agarres de dedos mientras la muñeca está desviada. Al momento de posicionar la caja se tiene que mover los brazos hacia adelante y atrás cumpliendo el inciso 4 y por último al tomar las particiones se gira el cuerpo y cabeza por lo que se cumple el inciso 5.

Tabla 3: ISO 11228-3. ASPECTOS A CONSIDERAR		
Paso 3 – Fuerza: ¿el trabajo implica repetitivos o frecuentes ...		
<p>SÍ NO</p> <p>a) levantamientos o sujeciones de herramientas, materiales u objetos que pesen más de</p> <p><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 0,2 kg por dedo (levantamiento en pinza)? <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 kg por mano?</p> <p>b) agarres, giros, empujes o tracciones de herramientas o materiales</p> <p><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> con la mano/brazo que excedan del 10% de los valores de referencia F_b dados en el paso 1 de la norma EN 1005-3:2002 (p.ej. 25 N para agarre de fuerza)?</p> <p>c) uso de mandos de control</p> <p><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> con una fuerza o par de torsión que exceda de lo recomendado en ISO 9355-3 (p.ej. 20 N para agarre con contacto de la mano, 10 N para agarre de pinza)?</p> <p>d) agarres de pinza, como sujetar o apretar objetos entre el pulgar y un dedo</p> <p><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> con una fuerza de más de 10 N?</p> <p>Si la respuesta a TODAS las preguntas es "NO", no se realizan fuerzas que se combinen a los movimientos repetitivos. Continúe con el paso 4 para evaluar el factor recuperación.</p> <p>Si la respuesta a 1 o más preguntas es "Sí", use las columnas siguientes para evaluar el riesgo y luego continúe con el paso 4.</p>		
EVALUACIÓN DEL RIESGO (ZONA)		
VERDE	AMARILLA	ROJA
<p>Es verde si:</p> <ul style="list-style-type: none"> La realización repetitiva de fuerza (sin posturas forzadas) no supera las 2 h por jornada, La realización repetitiva de fuerza, combinada con posturas forzadas, no supera 1 h de la jornada, No hay más de 30 minutos consecutivos sin una pausa o variación de la tarea <p><input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>Es amarilla si:</p> <p>No se cumplen las condiciones de zona verde ni de zona roja</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>Es zona roja si:</p> <ul style="list-style-type: none"> La realización repetitiva de fuerza (sin posturas forzadas) supera las 3 h por jornada, La realización repetitiva de fuerza, combinada con posturas forzadas, supera 2 h por jornada, <p>(Corta duración= si hay más de 30 minutos consecutivos sin una pausa o variación de la tarea)</p> <p><input type="checkbox"/></p>

Tabla 20 - Paso No. 3 - ISO 11228 - 3 Inserto de solapas

Comentarios paso 3:

Debido a que en esta tarea a pesar de que son movimientos repetitivos estos no se combinan con fuerza por lo que no se cumple ningún inciso, se clasifica en zona verde.

Tabla 3: ISO 11228: 3. ASPECTOS A CONSIDERAR		
<p>Paso 4 – Periodos de recuperación: ¿el trabajo implica...</p> <p>SÍ NO</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> falta de pausas?</p> <p><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> una escasa variación de tareas?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> carencia de periodos de recuperación?</p> <p>Use las columnas siguientes para responder a estas preguntas y evaluar el riesgo por la falta de periodos de recuperación.</p> <p>Continúe luego con el paso 5 y evalúe los factores de riesgo adicionales.</p>		
EVALUACIÓN DEL RIESGO (ZONA)		
VERDE	AMARILLA	ROJA
<p>Es verde si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay, al menos, 30 min para el almuerzo o comida y 10 min de pausa en la mañana y 10 min en la tarde <p>Y</p> <ul style="list-style-type: none"> • No hay más de 1 h de trabajo sin pausa o variación de la tarea. <p><input type="checkbox"/></p>	<p>Es amarilla si:</p> <p>No se cumplen las condiciones de zona verde ni de zona roja</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>Es zona roja si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay menos de 30 min para el almuerzo o la comida <p>o</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay más de 1 hora de trabajo sin pausa o variación de la tarea <p><input checked="" type="checkbox"/></p>

Tabla 21 - Paso No. 4 - ISO 11228 - 3 Inserto de solapas

Comentarios paso 4:

Debido a que la línea de producción no cesa su cantidad de producto por hora, el operador debe de estar insertando particiones en la totalidad del tiempo; debido a esto se cumple el primer y tercer inciso. La cantidad de movimientos que el operador realiza son 4 en esta tarea, toma de caja, toma de particiones, posicionamiento de caja e inserto de particiones por lo que sí tiene variedad de movimientos durante la operación. A pesar de que el tiempo de comida es de 30 minutos, las actividades deben de realizarse por más de 1 hora continua, por lo que se clasifica en zona roja el paso.

Tabla 3: ISO 11228-3. ASPECTOS A CONSIDERAR (POSIBLES FACTORES DE RIESGO)		
Paso 5: Factores de riesgo adicionales		
FÍSICOS		
SÍ	NO	¿El trabajo repetitivo implica...
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso de herramientas que vibran?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presiones de herramientas localizadas sobre estructuras anatómicas?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Exposición a frío o a calor?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	EPI's que restringen los movimientos o dificultan la actividad?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo de un movimiento súbito, inesperado o incontrolado (p.ej, suelos resbaladizos, caídas de objetos, agarres malos)?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Aceleración o deceleración rápida de los movimientos?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fuerza o carga estática?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hombros levantados (sostener los brazos u objetos en contra de la gravedad)?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sujeción continua de herramientas (como cuchillos en la industria cárnica o de conservas de pescado)
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Posturas fijas o rígidas (mal diseño de las herramientas, de los lugares de trabajo, falta de espacio)?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Martillazos, sacudidas o fuerzas que crecen rápidamente?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de alta precisión combinado con fuerza?
PSICOSOCIALES		
SÍ	NO	¿El trabajo repetitivo implica...
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mucha presión o demasiado trabajo que acabar en la jornada?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de control sobre la ordenación y planificación de las tareas de trabajo?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Falta de apoyo de compañeros y jefes?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Una elevada carga mental, elevada concentración o atención?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo aislado en el proceso productivo?
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ritmo de trabajo impuesto por una máquina o personas?
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Producción predefinida o sistema de primas?

Tabla 22 - Paso No. 4 - ISO 11228 - 3 Inserto de solapas

Comentarios paso 5:

En el paso 5 solo se cumplen aspectos en la parte psicológica, debido a que la línea de producción no cesa en la cantidad de piezas por hora la presión de cumplir con el empaque con división en línea de producción es alta. Ya que el encintado se realiza boca abajo no se tiene planificado ni analizados los movimientos y tareas para poder reducir estas, puesto que al momento de querer insertar las particiones los operadores deben de posicionarla previamente y esto se podría solucionar modificando las encintadoras que se usan. Estos 2 aspectos hacen que se cumplan los incisos uno, dos y seis. Se clasifica en zona amarilla el paso 5 al solo presentar cumplimientos en el aspecto psicológico.

Resultados					
Zona	Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5
Verde			X		
Amarilla					X
Roja	X	X		X	

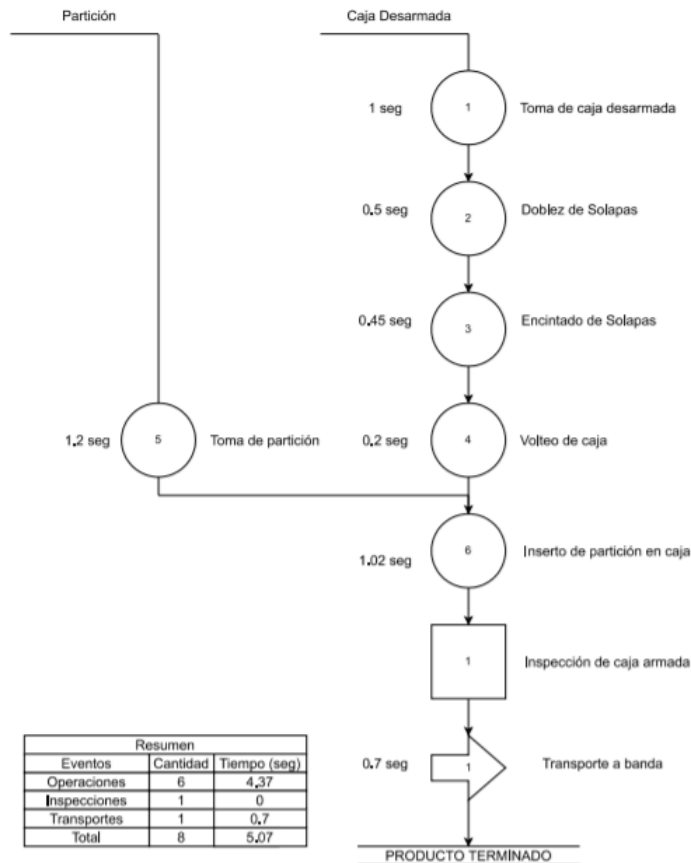
Tabla 23 - Resultados de análisis ergonómico "Inserto de Particiones"

Al igual que el estudio del encintado de solapas, el resultado del estudio presenta que tres de los cinco pasos fueron clasificados en zona roja, paso uno, dos y cuatro. Uno de los cinco pasos fue clasificado en amarillo, el paso cinco y solamente uno fue clasificado en verde, el paso tres. Se concluye que a pesar de que es una tarea con alta repetitividad esta no presenta combinación con repetitividad y fuerzas altas. A pesar de ello, la clasificación general del estudio se da en zona roja por lo que es necesaria la reestructuración de los movimientos y tiempos de recuperación de la tarea.

10.3 Diagrama de operaciones del proceso de armado de caja actual

Para representar de manera correcta el proceso actual se diseñó un Diagrama de Operaciones para poder observar a detalle las tareas que este involucra. Al momento de diseñar el diagrama se concluyó que el proceso actual involucra 2 inputs siendo estos las particiones y las cajas desarmadas. El proceso abarca 6 operaciones, desde la toma de la caja desarmada hasta el inserto de la partición en la caja; 1 inspección, que consiste en asegurar la colocación de la partición y el encintado correcto y 1 transporte de la caja armada hacia la bajada de cajas donde se realiza el empaque físico de los envases en las cajas. El proceso entrega 1 output que es la caja armada.

Diagrama de Operaciones	
Producto: Caja armada	Método: Actual
Proceso: Encintado de caja e inserto de partición	Lugar: Mezzanine 1
Elaborado por: Boris Eduardo Galindo Porta	Aprobado por:
Departamento: Empaque	Fecha: 26/12/2021

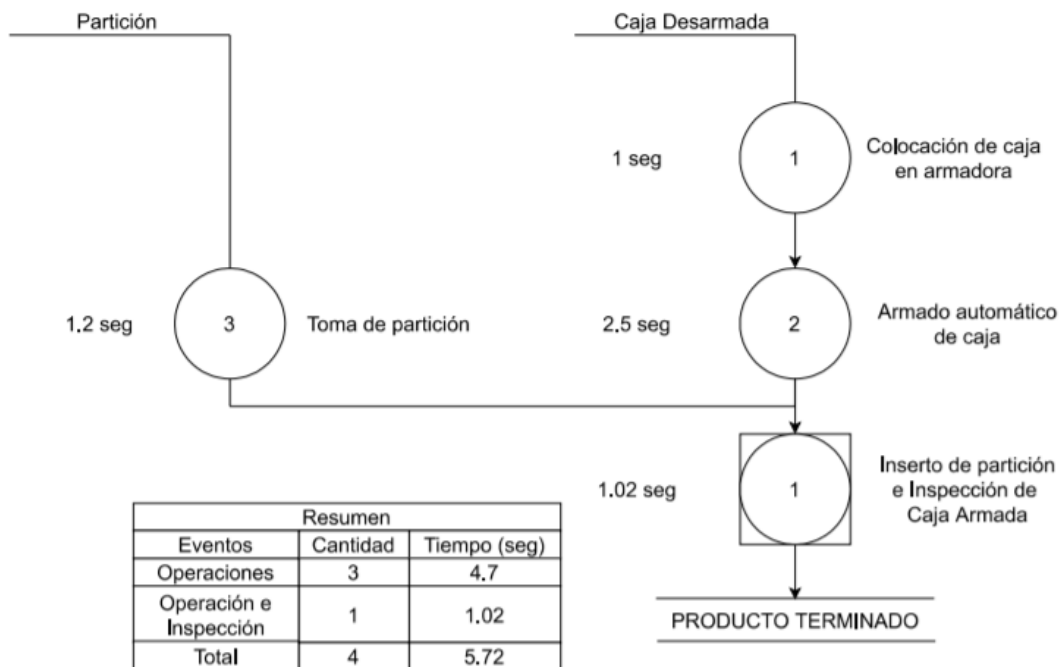


Gráfica 3 - Diagrama de operaciones del proceso de armado de caja actual

10.4 Diagrama de operaciones del proceso de armado de caja con equipo de armado semiautomático

De igual manera que el subcapítulo anterior para representar de manera correcta y evidenciar las diferencias que el nuevo proceso con la armadora de caja podría tener, se diseñó un Diagrama de Operaciones con el equipo físicamente en uso. Este al igual que el proceso actual involucra a 2 inputs, que son las particiones y las cajas desarmadas. El proceso abarca únicamente 3 operaciones y 1 operación mixta de operación e inspección, desde la colocación de las cajas desarmadas hasta el inserto de las particiones. En este último también el operador debe de inspeccionar visualmente la calidad del encintado y la colocación de la partición. El proceso entrega 1 output que es la caja armada.

Diagrama de Operaciones	
Producto: Caja armada	Método: Propuesto
Proceso: Encintado de caja e inserto de partición	Lugar: Mezzanine 1
Elaborado por: Boris Eduardo Galindo Porta	Aprobado por:
Departamento: Empaque	Fecha: 28/12/2021



Gráfica 4 - Diagrama de operaciones del proceso de armado de caja con equipo de armado semiautomático

10.5 Comparativo de diagrama de operaciones con la adquisición de equipo de armado semiautomático

Al momento de comparar los dos diagramas de operaciones se concluye que el proceso más óptimo es con la armadora de caja. El proceso con la armadora de caja pasa de tener 8 eventos (Con el proceso actual) a únicamente 4 eventos, se reducen 3 operaciones específicas y 1 transporte. Las operaciones específicas que se eliminan son el doblar de las solapas y el volteo de la caja en el suelo. El doblar de las solapas es eliminado ya que el equipo realiza la operación independiente, la operación de volteo de caja se elimina ya que como se explicó con anterioridad en este capítulo la caja sale armada del equipo con una orientación con las solapas inferiores cerradas y las superiores abiertas, esto provoca que la caja ya esté en posición lista para insertar la partición; no hay que orientarla como en el proceso actual. El transporte también se elimina ya que como el equipo estará conectado a la bajada de cajas (*como se muestra en la ilustración 22*) no es necesario tomar las cajas del suelo y colocarlas en la bajada, ya que estas a la salida de la armadora ya estarán colocadas en la bajada de caja. A pesar de que el tiempo pasa de 5.07 segundos a 5.72 segundos, con un aumento de 0.65 por caja, conforme las velocidades y demanda real de la línea, la armadora de caja todavía logra darse abasto para satisfacer la línea.

XI. Análisis financiero

11.1 Diferencia de costo operativo de mano de obra directa con proceso actual vs armadora de caja

Habiendo determinado que un 95% de los SKUs utilizados en los últimos 19 meses son posibles de operarse en el equipo, a la vez determinado que el equipo tiene una capacidad suficiente como para satisfacer más de la necesidad de la línea y por último determinando que es necesario un rediseño en el proceso para una mejora ergonómica de los operadores; se procedió a realizar el análisis financiero para determinar la viabilidad en este aspecto de la compra. Para este proceso el principal ahorro radica en la disminución del personal a utilizar dentro del proceso de armado de caja, por lo que nos centraremos en este únicamente.

La planta de producción tiene un tiempo de actividad de 24 horas los 365 días del año, los paros de las líneas son aproximadamente cada 8 años debido a la renovación de hornos por lo que el uso del equipo depende únicamente de la producción que se tiene dentro de las líneas M11, M12, M13 y M41. La empresa cuenta con 4 turnos rotativos para poder contar con el personal necesario para operar, estos turnos rotan cada dos días en los horarios siguientes, turno de mañana, este abarca desde las 6 am hasta las 2 pm; turno de tarde 2 pm hasta las 10 pm; y por último el turno de noche, de 10pm hasta 6 am del siguiente día. Un ciclo laboral tiene 8 días en total, el primer y segundo día de mañana, el tercer y cuarto de tarde, el quinto y sexto de noche, el séptimo y octavo el personal tiene 2 días de descanso y al finalizar estos se reinician el ciclo. Debido a que el ahorro será analizado con personal estándar, la diferencia de personal por turno es contemplado en los 4 turnos.

Actualmente el personal que opera en el proceso tiene el mismo salario, por lo que el costo para la empresa es el mismo independiente de la tarea que ejecuten en el armado de caja. El costo por persona de la empresa es de Q7,211.38 por mes, este ya involucrando los días donde el personal se presenta a sus labores tanto día, tarde y noche. Para todo el proyecto se asumirán meses de 30 días, por lo que el costo por día de un operador es de Q240.38. El ahorro diario del personal se determinará de la siguiente manera:

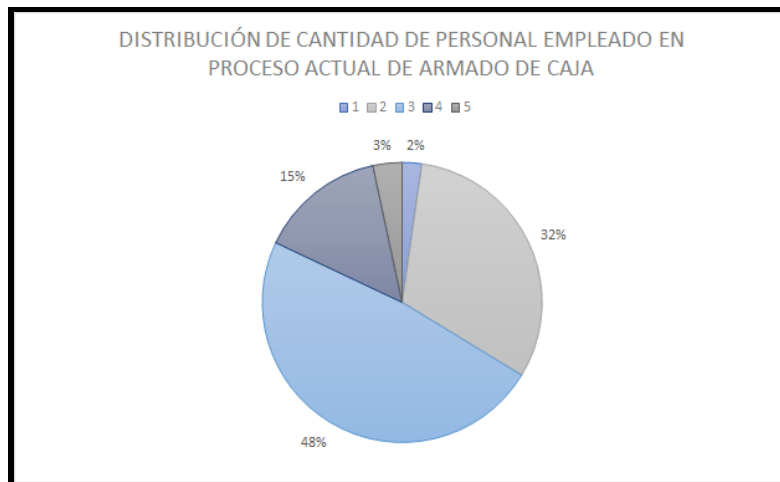
$$\begin{aligned} & (\text{Personal necesario para armar caja en el proceso actual} - \text{personal necesario para armar caja con el equipo}) * 4 \\ & = \text{Personal ahorrado por día} \end{aligned}$$

Para determinar el ahorro diario, se multiplicará el personal ahorrado por día por el costo diario por persona de Q240.38.

11.1.1. Costo diario de mano de obra directa de proceso actual de armado de caja

Para poder determinar el personal utilizado en el proceso de armado de caja de cada SKU, se utilizó la información con la que la empresa cuenta. La empresa tiene una base de datos donde según el SKU tiene la cantidad de personal que utilizan por turno en el mezanine para el armado de caja, no detalla la cantidad de personal que usan para el encintado de solapas o el inserto de particiones; sino que brinda una cantidad general de personal lo cual será suficiente para el estudio. Al momento de obtener la información y relacionarla con la cantidad de cajas por minuto que se necesitan en línea se encontró que el proceso no está estandarizado por cantidad de cajas por minuto y personal a utilizar, sino que la decisión de cuánto personal tomar se toma en base a la experiencia de los supervisores. Cabe resaltar que esta experiencia es muy valiosa, ya que conforme las oportunidades de la empresa el personal que logra presentar atributos positivos se les va promoviendo y con ello se tiene nuevamente el ingreso de una persona sin experiencia. Por lo que concluir cuánto personal específico se necesita siempre tiene sus demás aspectos a evaluar. A pesar de que el personal no está estandarizado o establecido con base en un estudio de tiempos se debe de tomar en cuenta que el cierre de las solapas puede ser con distintos equipos; por lo que habría que hacer un estudio de tiempos de armado con cada uno de los equipos para poder estandarizar la cantidad de personal. Para el inserto de particiones se puede establecer únicamente un estudio de tiempos ya que el proceso es el mismo para todos los SKUs.

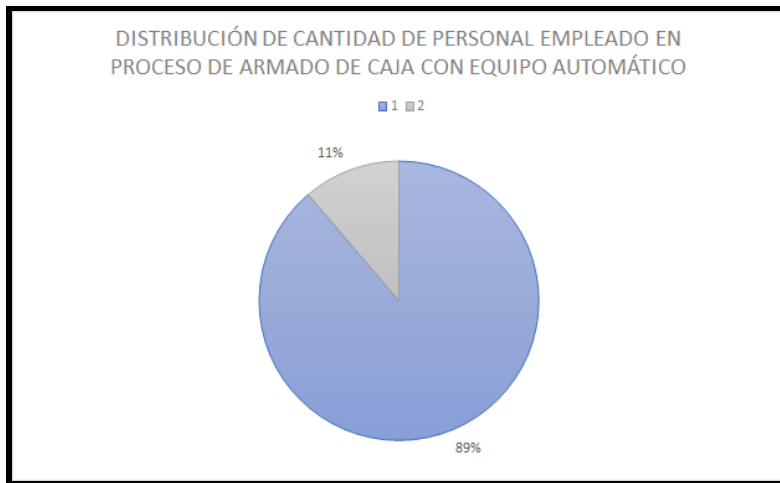
De los 89 SKUs analizados en promedio se usan 2.85 personas por turno para todos los armados. De los 89 SKUs, solamente 2 utilizan a 1 persona ya que esta persona se da abasto con encintado e inserto de particiones para satisfacer la línea, 28 SKUs utilizan 2 personas, 43 utilizan 3 personas, 13 utilizan 4 personas y únicamente 3 utilizan a 5 personas ya que la exigencia de la línea es muy alta. El costo diario promedio por día es de **Q2,744.11**, tomando en cuenta los cuatro turnos.



Gráfica 5 - Distribución de cantidad de personal empleado en proceso actual de armado de caja

La armadora de caja la única operación que realizará de manera automática será el encintado de las solapas, el inserto de particiones deberá seguir siendo manual similar a la prueba #2 mencionada en el capítulo 5. Para poder determinar la cantidad de personal a utilizar se hizo un breve estudio de tiempo en el inserto de la partición, en este caso no se utilizó la curva de aprendizaje ya que el personal analizado es experto en la operación y realizan el inserto con una continuidad y regularidad alta. Para el inserto, se analizó el inserto de 7 paquetes de particiones en

continuo de 15 particiones cada uno. En estas 105 repeticiones el tiempo promedio fue de **2.92 segundos** por inserto. El personal puede insertar hasta 20 particiones por minuto. Para determinar la cantidad de personal a utilizar se situó que, si un SKU necesita 4 segundos por caja, más de 15 cajas por minuto en la línea, se utilizarán 2 personas, pero si la necesidad es mayor a 4 segundos por caja o menos de 15 cajas por minuto se utilizará solamente 1 persona. El promedio de personal a utilizar con el equipo es de 1.11 personas, con un costo diario promedio de **Q1,069.55** contando los 4 turnos. En la gran mayoría, para ser exacto, 79 SKUs solamente necesitarán 1 persona en el inserto, y 10 utilizarán 2 personas en el inserto.



Gráfica 6 - Distribución de cantidad de personal empleado en proceso de armado de caja con equipo automático

11.1.2. Comparativa de costo diario de mano de obra directa entre ambos escenarios

Con los datos ya obtenidos, se realizaron los cálculos para determinar el ahorro diario del personal con la compra del equipo. La diferencia de ambos promedios en términos de personal es de 1.74 personas por turno; 6.97 personas por día al tomar en cuenta los 4 días. En términos monetarios la reducción es de Q1,674.55 por día. La compra del equipo representa una **reducción de 61% del personal** en promedio, siendo está mayor a la meta de 20% de reducción en el objetivo específico. Este ahorro diario será utilizado para el flujo de efectivo correspondiente a los distintos análisis financieros.

NUMERO	MOLDURA	CODIGO DE EMPAQUE	PERSONAL ACTUAL	PERSONAL CON EQUIPO	AHORRO DE PERSONAL POR TURNO	AHORRO POR DIA	AHORRO DE DINERO POR DIA
1	C0015	6001501	2	1	1	4	Q 961.52
2	C0026	6002601	1	1	0	0	Q -
3	C0044	6004401	2	1	1	4	Q 961.52
4	C0071	6007101	2	1	1	4	Q 961.52
5	C0071	6007124	3	1	2	8	Q 1,923.03
6	C0077	6007720	3	1	2	8	Q 1,923.03
7	C0265	1026504	2	1	1	4	Q 961.52
8	C0506	2050612	3	1	2	8	Q 1,923.03
9	C1023	1102307	4	1	3	12	Q 2,884.55
10	C1028	6102802	2	1	1	4	Q 961.52
11	C1029	1102902	2	1	1	4	Q 961.52
12	C1115	1111501	3	1	2	8	Q 1,923.03
13	C1275	1127502	2	1	1	4	Q 961.52
14	C1461	1146103	3	1	2	8	Q 1,923.03
15	C1468	2146812	3	2	1	4	Q 961.52
16	C1511	1151104	3	1	2	8	Q 1,923.03
17	C1522	2152212	3	1	2	8	Q 1,923.03
18	C1559	1155930	4	1	3	12	Q 2,884.55
19	C1565	1156503	2	1	1	4	Q 961.52
20	C1754	1175418	4	1	3	12	Q 2,884.55

Tabla 24 - Ahorro de personal por día SKUs 1-20

NUMERO	MOLDURA	CODIGO DE EMPAQUE	PERSONAL ACTUAL	PERSONAL CON EQUIPO	AHORRO DE PERSONAL POR TURNO	AHORRO POR DIA	AHORRO DE DINERO POR DIA
21	C1893	1189303	3	1	2	8	Q 1,923.03
22	C1895	1189402	2	1	1	4	Q 961.52
23	C1915	1191502	3	1	2	8	Q 1,923.03
24	C1941	1194104	3	1	2	8	Q 1,923.03
25	C1942	1194205	3	1	2	8	Q 1,923.03
26	C2017	1201705	2	1	1	4	Q 961.52
27	C2037	1203712	2	1	1	4	Q 961.52
28	C2043	1204301	2	1	1	4	Q 961.52
29	C2069	2206920	2	1	1	4	Q 961.52
30	C2125	2212524	3	1	2	8	Q 1,923.03
31	C2126	2212624	3	1	2	8	Q 1,923.03
32	C2223	1222301	3	1	2	8	Q 1,923.03
33	C2226	1222604	3	1	2	8	Q 1,923.03
34	C2235	2223524	2	1	1	4	Q 961.52
35	C2271	2227112	3	2	1	4	Q 961.52
36	C2275	1227503	4	1	3	12	Q 2,884.55
37	C2297	1229706	2	1	1	4	Q 961.52
38	C2317	1231704	4	1	3	12	Q 2,884.55
39	C2317	1231706	4	1	3	12	Q 2,884.55
40	C2317	1231707	4	1	3	12	Q 2,884.55

Tabla 25 - Ahorro de personal por día SKUs 20-40

NUMERO	MOLDURA	CODIGO DE EMPAQUE	PERSONAL ACTUAL	PERSONAL CON EQUIPO	AHORRO DE PERSONAL POR TURNO	AHORRO POR DIA	AHORRO DE DINERO POR DIA
41	C2317	1231708	4	1	3	12	Q 2,884.55
42	C2385	2238524	3	1	2	8	Q 1,923.03
43	C2405	2240524	2	1	1	4	Q 961.52
44	C2420	2242024	3	2	1	4	Q 961.52
45	C2447	2244724	2	1	1	4	Q 961.52
46	C2450	2245024	2	1	1	4	Q 961.52
47	C2461	2246124	3	1	2	8	Q 1,923.03
48	C2464	2246412	4	2	2	8	Q 1,923.03
49	C2473	2247312	3	1	2	8	Q 1,923.03
50	C2474	2247412	3	1	2	8	Q 1,923.03
51	C2496	1249601	2	1	1	4	Q 961.52
52	C2496	1249603	2	1	1	4	Q 961.52
53	C2507	5250712	3	1	2	8	Q 1,923.03
54	C2520	2252030	2	1	1	4	Q 961.52
55	C2527	1252701	3	1	2	8	Q 1,923.03
56	C2527	1252708	3	1	2	8	Q 1,923.03
57	C2527	1252712	3	1	2	8	Q 1,923.03
58	C2527	1252712	3	1	2	8	Q 1,923.03
59	C2527	1252713	3	1	2	8	Q 1,923.03
60	C2527	1252715	3	1	2	8	Q 1,923.03

Tabla 26 - Ahorro de personal por día SKUs 40-60

NUMERO	MOLDURA	CODIGO DE EMPAQUE	PERSONAL ACTUAL	PERSONAL CON EQUIPO	AHORRO DE PERSONAL POR TURNO	AHORRO POR DIA	AHORRO DE DINERO POR DIA	
61	C2527	1252716	3	1	2	8	Q 1,923.03	
62	C2527	1252721	3	1	2	8	Q 1,923.03	
63	C2527	1252731	3	1	2	8	Q 1,923.03	
64	C2527	21252701	3	1	2	8	Q 1,923.03	
65	C2579	1257916	4	1	3	12	Q 2,884.55	
66	C2585	C2585	4	1	3	12	Q 2,884.55	
67	C2588	C2588	2	1	1	4	Q 961.52	
68	C2601	1260105	1	1	0	0	Q -	
69	C2611	2261124	2	1	1	4	Q 961.52	
70	C2622	2262201	3	1	2	8	Q 1,923.03	
71	C2629	1262904	2	1	1	4	Q 961.52	
72	C2633	1263304	2	1	1	4	Q 961.52	
73	C2634	1263404	3	1	2	8	Q 1,923.03	
74	C2638	2263812	2	1	1	4	Q 961.52	
75	C2659	1265901	3	1	2	8	Q 1,923.03	
76	C2665	2266512	4	2	2	8	Q 1,923.03	
77	C2665	2266524	3	1	2	8	Q 1,923.03	
78	C2669	2266912	4	2	2	8	Q 1,923.03	
79	C2711	1271112	3	1	2	8	Q 1,923.03	
80	C7251	1725106	2	1	1	4	Q 961.52	
81	C7251	2725136	2	1	1	4	Q 961.52	
82	C7258	C7258-12 PICKAPEPPA	5	2	3	12	Q 2,884.55	
83	C7258	C7258-24 PICKAPEPPA	3	1	2	8	Q 1,923.03	
84	C7258	2725824	3	1	2	8	Q 1,923.03	
85	C7258	3725801	5	2	3	12	Q 2,884.55	
86	C7258	1725801	5	2	3	12	Q 2,884.55	
87	C7265	2726512	3	2	1	4	Q 961.52	
88	C7870	2787036	3	1	2	8	Q 1,923.03	
89	C7870	2787048	3	1	2	8	Q 1,923.03	
PROMEDIO							Q	1,674.55

Tabla 27 - Ahorro de personal por día SKUs 60-89 y promedio

11.2 Flujo de efectivo

Para poder generar el flujo de efectivo necesario para el análisis financiero primero se tuvo que definir los egresos totales y los ahorros mensuales. Los egresos totales del proyecto son de **Q1,580,795.00**, únicamente involucra la compra del equipo (Q 1,499,610.00) -tasa de cambio utilizada 1.00 \$ = 7.77Q- y la adquisición de la plataforma móvil (Q 81,185.00). Para poder determinar el ahorro mensual con el equipo en línea se tomó el ahorro diario que se calculó previamente y se multiplicó por el tiempo en uso estimado en un mes del equipo. Dicho tiempo fue establecido al investigar la posibilidad de uso que el equipo hubiese tenido en los 19 meses de estudio. Ya que el equipo únicamente puede operar en una línea y no en dos líneas en simultáneo, se analizó detenidamente todos los programas de producción mensuales. En cada mes se analizó día por día verificando que, si en alguna de las líneas de producción involucradas se encontraba, aunque sea una moldura operable en producción se tomaba en cuenta el día, si este no era el caso no se tomaba en cuenta el día. El resultado final fue que, en los 19 meses, el equipo hubiese tenido un uso del 69%. Asumiendo que todos los meses serán de 30 días, se estima que en el mes se usaría el equipo en 21 días. Los ahorros mensuales serían de **Q35,165.55**, tomando en cuenta los 21 días de uso y el ahorro diario de Q1,674.55 obtenido anteriormente.

POSIBLE USO DE ARMADORA DE CAJA						
NÚMERO	AÑO	MES	DÍAS POSIBLES DE USO	DÍAS NO POSIBLES DE USO	TOTAL	PORCENTAJE DE USO
1	2020	ENERO	27	4	31	87%
2	2020	FEBRERO	18	11	29	62%
3	2020	MARZO	15	16	31	48%
4	2020	ABRIL	22	8	30	73%
5	2020	MAYO	21	10	31	68%
6	2020	JUNIO	22	8	30	73%
7	2020	JULIO	19	12	31	61%
8	2020	AGOSTO	17	14	31	55%
9	2020	SEPTIEMBRE	21	9	30	70%
10	2020	OCTUBRE	21	10	31	68%
11	2020	NOVIEMBRE	20	10	30	67%
12	2020	DICIEMBRE	22	9	31	71%
13	2021	ENERO	28	3	31	90%
14	2021	FEBRERO	19	9	28	68%
15	2021	MARZO	19	12	31	61%
16	2021	ABRIL	11	19	30	37%
17	2021	MAYO	28	3	31	90%
18	2021	JUNIO	30	0	30	100%
19	2021	JULIO	21	10	31	68%
PROMEDIO			21	9	30	69%

Tabla 28 - Estudio de posibilidad de uso en los 19 meses

Para realizar el flujo de efectivo, en el mes cero se colocó la inversión inicial que en este caso será la inversión total. A la vez se estableció que la compra del equipo sería ejecutada en su totalidad con capital de la empresa, por lo que en este flujo no se involucran intereses relacionados. A partir del primer mes hasta el sesenta el único valor involucrado fue el ahorro mensual, este mismo fue generalizado como perpetuo ya que por las características de la planta de producción y los hornos, como mínimo se tendrán seis años de producción más. Se estableció que el proyecto tendrá una vida de 5 años. Al ejecutar el flujo de efectivo se puede observar que al mes 45 la empresa recupera el valor de su inversión.

MES		FLUJO		RETORNO DE INVERSIÓN
0	-Q	1,580,795.00	-Q	1,580,795.00
1	Q	35,165.55	-Q	1,545,629.45
2	Q	35,165.55	-Q	1,510,463.90
3	Q	35,165.55	-Q	1,475,298.35
4	Q	35,165.55	-Q	1,440,132.80
5	Q	35,165.55	-Q	1,404,967.25
6	Q	35,165.55	-Q	1,369,801.70
7	Q	35,165.55	-Q	1,334,636.15
8	Q	35,165.55	-Q	1,299,470.60
9	Q	35,165.55	-Q	1,264,305.05
10	Q	35,165.55	-Q	1,229,139.50
11	Q	35,165.55	-Q	1,193,973.95
12	Q	35,165.55	-Q	1,158,808.40
13	Q	35,165.55	-Q	1,123,642.85
14	Q	35,165.55	-Q	1,088,477.30
15	Q	35,165.55	-Q	1,053,311.75
16	Q	35,165.55	-Q	1,018,146.20
17	Q	35,165.55	-Q	982,980.65
18	Q	35,165.55	-Q	947,815.10
19	Q	35,165.55	-Q	912,649.55
20	Q	35,165.55	-Q	877,484.00
21	Q	35,165.55	-Q	842,318.45
22	Q	35,165.55	-Q	807,152.90
23	Q	35,165.55	-Q	771,987.35
24	Q	35,165.55	-Q	736,821.80
25	Q	35,165.55	-Q	701,656.25
26	Q	35,165.55	-Q	666,490.70
27	Q	35,165.55	-Q	631,325.15
28	Q	35,165.55	-Q	596,159.60
29	Q	35,165.55	-Q	560,994.05
30	Q	35,165.55	-Q	525,828.50

Tabla 29 - Flujo de efectivo mes 1-30

MES	FLUJO		RETORNO DE INVERSIÓN	
31	Q	35,165.55	-Q	490,662.95
32	Q	35,165.55	-Q	455,497.40
33	Q	35,165.55	-Q	420,331.85
34	Q	35,165.55	-Q	385,166.30
35	Q	35,165.55	-Q	350,000.75
36	Q	35,165.55	-Q	314,835.20
37	Q	35,165.55	-Q	279,669.65
38	Q	35,165.55	-Q	244,504.10
39	Q	35,165.55	-Q	209,338.55
40	Q	35,165.55	-Q	174,173.00
41	Q	35,165.55	-Q	139,007.45
42	Q	35,165.55	-Q	103,841.90
43	Q	35,165.55	-Q	68,676.35
44	Q	35,165.55	-Q	33,510.80
45	Q	35,165.55	Q	1,654.75
46	Q	35,165.55	Q	36,820.30
47	Q	35,165.55	Q	71,985.85
48	Q	35,165.55	Q	107,151.40
49	Q	35,165.55	Q	142,316.95
50	Q	35,165.55	Q	177,482.50
51	Q	35,165.55	Q	212,648.05
52	Q	35,165.55	Q	247,813.60
53	Q	35,165.55	Q	282,979.15
54	Q	35,165.55	Q	318,144.70
55	Q	35,165.55	Q	353,310.25
56	Q	35,165.55	Q	388,475.80
57	Q	35,165.55	Q	423,641.35
58	Q	35,165.55	Q	458,806.90
59	Q	35,165.55	Q	493,972.45
60	Q	35,165.55	Q	529,138.00

Tabla 30 - Flujo de efectivo mes 31-60

11.3 Análisis financiero de proyecto bajo distintos indicadores obtenidos

Habiendo finalizado el flujo de efectivo se procedió a obtener los distintos indicadores financieros. El proyecto de la armadora de caja se concluye como rentable, ya que los resultados obtenidos de los indicadores financieros Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Retorno de Inversión presentan una aprobación de la inversión del equipo. Se obtuvieron los 3 indicadores para poder tener distintos parámetros de juicio en la toma de decisiones, aun así, todos presentan un aspecto positivo por lo cual el proyecto es viable en el aspecto financiero.

Para obtener el valor actual neto se utilizó una tasa del 10% anual, la cual fue brindada por el departamento de finanzas de la empresa. Esta tasa representa un promedio de los datos investigados por la empresa con información de los bancos ante un monto similar de crédito. Al evaluar la VAN con el flujo de efectivo presentado en el inciso anterior de 5 años de vida del proyecto se obtuvo un resultado final de **Q74,284.59** siendo este un resultado de aprobación de inversión al ser positivo. El retorno de inversión tuvo un resultado de **33.47%** sobre la inversión inicial, este mismo al también ser positivo presenta un resultado de aprobación de inversión. Por último, la tasa interna de retorno tuvo un resultado del **12%** siendo esta mayor a 10% de la tasa de descuento; por lo que al ser mayor esta también indica que es rentable el proyecto. Al ser todos los indicadores positivos ante la inversión se concluye que el proyecto es rentable financieramente.

INDICADOR	INDICADOR ABREVIADO	RESULTADO
RETORNO DE INVERSIÓN	ROI	33.47%
VALOR ACTUAL NETO	VAN	Q 74,284.59
TASA INTERNA DE RETORNO	TIR	12%

Tabla 31 - Indicadores financieros obtenidos del proyecto

XII. Análisis de espacio disponible en mezzanine 1 y plan de implementación del equipo

12.1 Planos de Mezzanine 1 y análisis de ubicación de armadora de caja

Para poder verificar que el espacio en el mezzanine 1 es suficiente para situar la armadora de caja ahí, primero se tomaron las mediciones de este y se ejecutaron los planos en el programa AutoCAD. Para poder determinar estas con exactitud se utilizó un distanciómetro para medir las distintas dimensiones requeridas para el plano, entre ellas la distancia entre bajadas de caja, largo total y ancho total. Luego de la toma de mediciones se solicitó apoyo al departamento de dibujo técnico de la empresa para poder realizar en el programa de AutoCAD los planos de forma precisa.

El mezzanine, el cual se encuentra por encima de las líneas de producción al inicio del área fría, cuenta con un largo total de 65.49 metros y un ancho de 6.08 metros. La distancia entre las bajadas de caja son las siguientes, entre la M11 y M12 hay 15.05 metros; entre la M12 y M13 hay 20.05 metros; y entre la M13 y M41 hay 8.31 metros de distancia. Dentro del mezzanine al fondo del lado norte se encuentra una estación de controles eléctricos de la planta, ocupando 2.10 metros del largo, a la vez también al fondo del lado sur en la conexión con el mezzanine 4 se encuentra una segunda estación de controles eléctricos los cuáles ocupan 8 metros de longitud, por lo tanto, el espacio de lado largo disponible es de 55.39 metros. El alto del mezzanine es de aproximadamente 4.5 metros por lo que no presenta ningún inconveniente con la altura del equipo. Tomando en cuenta que la armadora de caja tiene dimensiones de 3.62 m x 3.23 m x 1.80 m, el mezzanine 1 cuenta con un espacio suficiente para situar el equipo.

Para poder verificar físicamente que el equipo no tendrá inconveniente en el mezzanine se realizó un prototipo del largo y ancho del equipo con tubos PVC. Este prototipo fue sobredimensionado a 3.67 metros de largo y 3.5 metros de ancho, generando una longitud máxima de 5.07 metros en dirección al ancho del mezzanine. A pesar de haber sobredimensionado el prototipo, se cuenta con un espacio suficiente como para asegurar la rotación del equipo.

Para poder simular la posición de los movimientos también se ajustó el plano AutoCAD del equipo dentro del plano del mezzanine 1. Este ejercicio fue realizado en conjunto con el departamento de dibujo técnico. Se simularon varias rotaciones y posiciones, también se simuló que en ninguna de las bajadas de caja el espacio sea insuficiente para poder situar el equipo. Para poder ilustrar esto se situó el equipo en la línea de producción M12, debido a que según los datos la mayoría de tiempo el equipo estará en uso en dicha línea.

Dentro del mezzanine el espacio más angosto se encuentra en el intermedio de las bajadas de caja M13 y M41, esto debido a que en ellos se encuentran los portones de ingreso de materiales. En este espacio los operadores de la planta suben los materiales de corrugado y particiones a

utilizar en la producción. Este espacio cuenta con un ancho de 1.56 metros, provocando que el espacio más angosto del mezzanine sea de 4.52 metros, a pesar de ello el espacio es suficiente para movilizar el equipo dentro de este. Ya que el equipo debe de poderse movilizar entre líneas para poder utilizarse en cualquiera de las líneas de producción, la longitud máxima del equipo se daría al rotarse el mismo en 45 grados formando la hipotenusa en dirección al ancho del mezzanine. A pesar de ello, la longitud máxima del equipo sería de 4.85 metros lo cual solo presentaría inconveniente en el espacio más angosto del mezzanine entre la M13 y M41; en el resto del mezzanine no habría inconveniente alguno al rotar el mismo.



Ilustración 20 - Prototipo de ancho y largo de armadora de caja situado físicamente en mezzanine 1

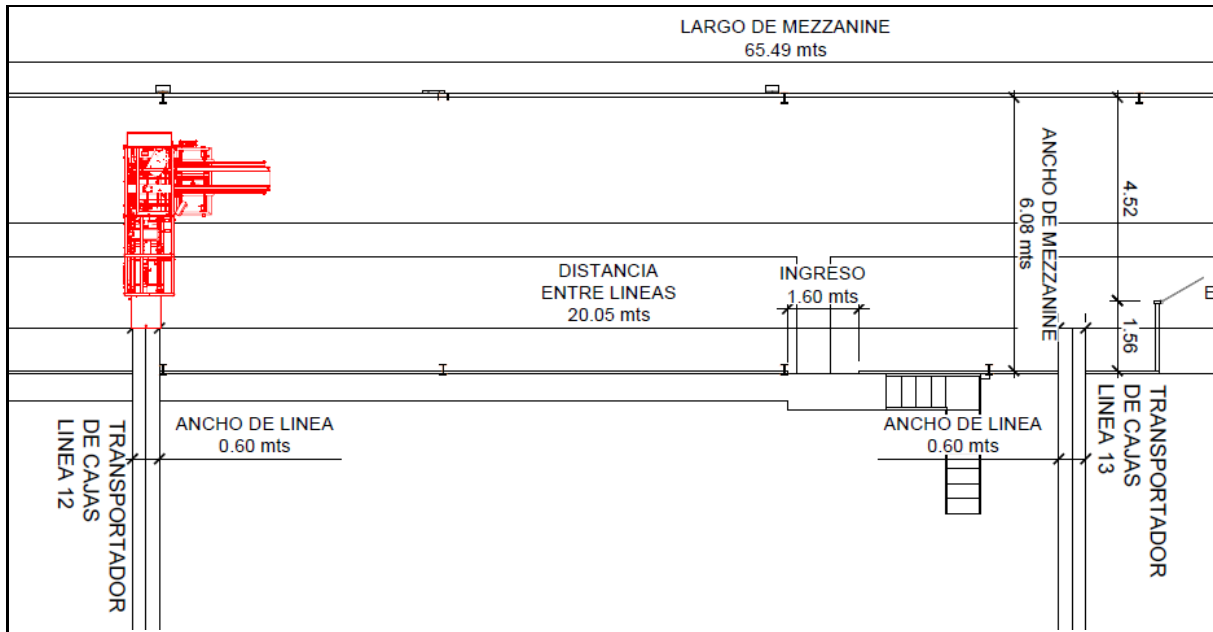


Ilustración 22 - Armadora de caja situada en línea de producción M12 en planos AutoCAD



Ilustración 23 - Mezzanine #1 lado sur



Ilustración 24 - Mezzanine #1 lado norte

12.2 Planos de implementación de equipo

Según la información brindada por el proveedor, el equipo estaría arribando a las instalaciones de la empresa a principios del mes de diciembre, por lo mismo se situará la recepción del equipo para el día 1 de diciembre del año 2021. Es importante resaltar que la empresa tiene operaciones las 24 horas del día y los 7 días de la semana, por lo que en la planificación se estarán tomando en cuenta los días sábado y domingo para la ejecución de distintas actividades.

El equipo no tiene la capacidad de poder movilizarse ya que sus soportes al suelo son estáticos, para poder lograr el objetivo de que este mismo sea móvil se unirá con una plataforma móvil diseñada por la empresa INDUSTRIAS LUOMINEN S, A. El costo de dicho equipo será de 10,502.59 dólares. La recepción e inspección de dicho equipo para su aceptación está planificada para una semana antes de la recepción del equipo, aproximadamente el 23 de noviembre. Al momento de haber asegurado la aceptación tanto de la plataforma como de la armadora de caja, también se tiene en consideración un día únicamente para la unión de ambos equipos.

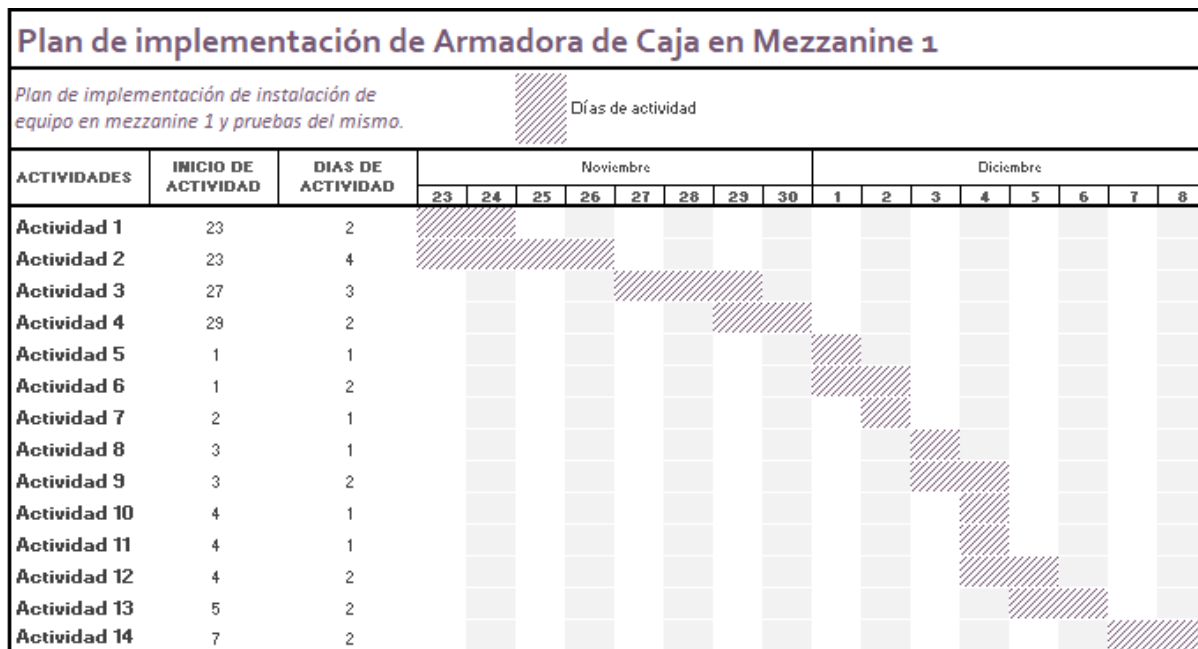
Antes de que el equipo arribe se tiene planificado instalar y asegurar las condiciones que este mismo necesita en el mezzanine 1. Este tiene la necesidad de contar con un voltaje de 480V y una presión de aire comprimido de 80 PSI. Actualmente en el mezzanine se cuenta únicamente con conexión de 440V y 110V y no se cuenta con tubería de aire comprimido. En coordinación con el

departamento de ingeniería de planta se situó que estas instalaciones tomarán 4 y 3 días de instalación respectivamente. Posterior a ello se tiene contemplado la apertura del espacio donde se ingresará el equipo al mezzanine, también coordinado por el departamento de ingeniería de planta. Dicho espacio es de 6.07 metros de largo, por lo que es un espacio suficiente para el ingreso del equipo en este espacio.

Al momento de recepcionar el equipo en las instalaciones el 1 de diciembre lo primero que se debe de hacer en conjunto con el proveedor es la inspección de que el mismo venga en óptimas condiciones. Como segundo punto al momento de aceptar el equipo, se debe proceder al desempaque del mismo. Posterior a la unión del equipo con la plataforma móvil este mismo debe de ser subido al mezzanine 1, instalar el mismo y proceder a cerrar el espacio trasero habilitado para esta actividad. Teniendo el equipo en el mezzanine 1, se debe de proceder a hacer pruebas en cada una de las líneas para verificar que las instalaciones de voltaje y aire comprimido estén correctas. Posterior, se debe de realizar pruebas con 10 distintos SKUs para comprobar la operación de estas en el equipo. Por último, se tienen contemplados junto al proveedor 2 días enteros de capacitación para el uso del equipo al personal de la empresa.

Número de actividad	Actividad	Días de actividad	Fecha inicio	Fecha final
1	Recepción e inspección de plataforma móvil	2	23/11/2021	24/11/2021
2	Instalación de características eléctricas necesarias para equipo en mezzanine 1	4	23/11/2021	26/11/2021
3	Instalación de características de aire comprimido necesarias para equipo en mezzanine 1	3	27/11/2021	29/11/2021
4	Apertura de parte trasera del mezzanine para subir la armadora de caja	2	29/11/2021	30/11/2021
5	Recepción e inspección de armadora de caja	1	01/12/2021	01/12/2021
6	Desempaque de armadora de caja	2	01/12/2021	02/12/2021
7	Unión de armadora de caja a plataforma móvil	1	02/12/2021	02/12/2021
8	Movilización de conjunto de armadora de caja y plataforma móvil a mezzanine 1	1	03/12/2021	03/12/2021
9	Instalación de armadora de caja en mezzanine 1	2	03/12/2021	04/12/2021
10	Cierre de parte trasera de mezzanine 1	1	04/12/2021	04/12/2021
11	Pruebas de funcionamiento de características eléctricas y de aire comprimido en cada línea del mezzanine 1	1	04/12/2021	04/12/2021
12	Pruebas de 10 distintos SKU's en armadora de caja	2	04/12/2021	06/12/2021
13	Capacitación por parte de técnicos del proveedor a operadores de línea de la empresa	2	05/12/2021	06/12/2021
14	Prueba en línea de producción de armadora de caja	2	07/12/2021	08/12/2021

Tabla 32 - Actividades a realizar en Plan de implementación de equipo



Gráfica 7 - Diagrama Gantt del Plan de implementación del equipo

XIII. Conclusiones

Se logró cumplir el objetivo principal del estudio, se determinó que la adquisición de un equipo de armado semiautomático de cajas es factible y beneficiosa desde el punto de vista operacional, ergonómico y financiero para la empresa.

La armadora de caja según los parámetros de dimensiones de corrugado que necesita puede trabajar 95% de los SKUs producidos en la empresa desde enero de 2020 hasta julio de 2021.

La armadora de caja puede trabajar un 140% por encima en la capacidad de armado de caja por minuto que las líneas de producción demandan por lo que está presenta una capacidad considerablemente por encima del 15% establecido en los objetivos.

Al comprar la armadora de caja se tendrá una reducción promedio en la mano de obra directa del proceso del 61% generando el proyecto viable financieramente, superando 3 veces, el 20% establecido en los objetivos.

Conforme el objetivo de la ejecución de un estudio ergonómico se logró determinar que es necesario rediseñar el proceso de armado de cajas actual ya que este presenta riesgos ergonómicos para los operadores por la repetitividad que la línea demanda y también es importante para estandarizar las operaciones del proceso.

Conforme los objetivos planteados, se planificó la implementación de la armadora de cajas en el espacio disponible con un tiempo de 16 días.

Los tres indicadores financieros, Valor Actual Neto, Retorno de Inversión y Tasa Interna de Retorno, son positivos confirmando así la rentabilidad de la compra como se planteó en los objetivos.

Los aspectos que delimitan la operabilidad de un equipo de armado de cajas son las dimensiones de los corrugados a armar, especialmente el largo, ancho y altura-C; también se debe de analizar la capacidad de armado del equipo para evaluar que cumpla la demanda que el proceso establece.

Para evaluar proyectos vinculados directamente a la operación de una línea de producción se debe de tener en cuenta un porcentaje superior a lo demandado regular del proceso, debido a que en caso de eventos puntuales el equipo pueda darse abasto para satisfacer incrementos de demanda en tiempos determinados y no se presente como el cuello de botella del proceso.

Es necesario que en los proyectos para estudiar la factibilidad en la adquisición de un activo se tengan distintos indicadores financieros para poder evaluar los proyectos desde múltiples puntos de vista y con ello se pueda concluir de la mejor manera.

XIV. Recomendaciones

Se recomienda verificar las velocidades indicadas por el proveedor con el tipo de cierre con silicona líquida, ya que por el enfriamiento del líquido es necesario un tiempo extra para el mismo. Aun así, por la capacidad superior de armado del equipo en caso de haber una reducción de velocidad puede llegar a ser insignificante.

También se debe evaluar la distribución de los masters de cajas por parte del proveedor, al ser diseñados con la distribución correcta eliminaría operaciones extras en la alimentación al equipo de armado.

Se recomienda validar la distribución del personal una vez instalado el equipo, especialmente con los SKUs superiores a 15 cajas por minuto. A estos se les colocaron dos personas en el proceso ya que según el estudio de tiempo el operador estaría muy justo de tiempo al momento de insertar las particiones, pero esto en la realidad puede ser distinto y puede en algún caso colocar a solo una persona y aumentar la reducción de mano de obra directa.

XV. Bibliografía

Asale, R. (2020). *ergonomía | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/ergonom%C3%ADa>

Andrew Beattie. (2021, 14 enero). *How to Calculate Return on Investment (ROI)*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/articles/basics/10/guide-to-calculating-roi.asp>

AutoCAD. (2021, 23 marzo). *AutoCAD Software | Get Prices & Buy Official AutoCAD 2022*. <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview?term=1-YEAR>

Bando G&T Continental. (2021). *Inversiones en Certificados a Plazo | Banco G&T Continental*.
GTC Grupo Financiero G&T. <https://www.gtc.com.gt/personas/ahorros/cuenta-de-ahorros/certificado-de-deposito-a-plazo>

Cenem Chile. (5050). *Cenem Chile | Centro de Envases y Embalajes de Chile*.
<http://cenem.cl/detalle-tip.php?id=32>

Corrugadora Rios. (2009). *Láminas de Cartón Corrugado*. Cartón Corrugado. <https://www.cartoncorrugado.com.mx/laminas-de-carton-corrugado.html>

Corvo, H. S. (2018, 15 junio). *Mano de Obra Indirecta: Características y Ejemplos*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/mano-obra-indirecta/>

¿Cómo identificar y reducir desperdicios a lo largo de la logística? (2016, 20 junio). Logística | Apuntes empresariales | ESAN. <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/06>

Desconocido. (2013, 27 septiembre). *¿Cómo utilizar una Tabla de Presión vs. Temperatura?* Blog Quimobásicos. <https://blogquimobasicos.com/2013/05/02/como-utilizar-una-tabla-de-presion-vs-temperatura/>

ESAN Graduate School of Business. (2016, 21 julio). *Reducción de costos con eficiencia.* | Apuntes empresariales | ESAN. <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/07/reduccion-de-costos-con-eficiencia/>

Fernando, J. (2021, May 20). *Internal Rate of Return (IRR)*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/i/irr.asp>.

Garcia-Sabater, Jose P. (2020) Líneas de Producción. Nota Técnica RIUNET Repositorio UPV <http://hdl.handle.net/10251/138801>

Gonzales, B. (2019, 10 enero). *Cartón corrugado: tipos y usos en el embalaje.* Tu blog de Embalaje, Logística y más | RAJA®. <https://www.rajapack.es/blog-es/productos/carton-corrugado-tipos-usos-embalaje/>

ISO. (2016). *ISO 26800:2011*. <https://www.iso.org/standard/42885.html>

Jason Fernando. (2021, 8 Abril). *Return on Investment (ROI) Definition*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/r/returnoninvestment.asp>

Jason Fernando. (2021, 09 Abril). *Net Present Value (NPV)*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/n/npv.asp>

Lefcovich, M. (2013, 20 marzo). *Reducción de costos con mejores prácticas.* Gestipolis. <https://www.gestipolis.com/reduccion-costos-mejores-practicas/>

Orden de compra - ¿Qué es una orden de compra? (2020). Debitoor.
<https://debitoor.es/glosario/orden-de-compra>

Pradas, A. (2020, 14 julio). *Automatización de líneas de producción, packaging, final de línea EDS*. EDS Robotics. <https://www.edsrobotics.com/blog/automatizacion-final-linea-produccion/>

Quiroa, M. (2021, 3 febrero). *Mano de obra*. Economipedia.
<https://economipedia.com/definiciones/mano-de-obra.html>

Victory Packaging. (2020). *Armadoras de Cajas | Victory Packaging*.
<https://www.victorypackaging.com/es/soluciones/empaque/equipo-y-automatizacion/armadoras-de-cajas>

16.1 Cotización armadora de caja

Atención: Ing. William Monroy
wmonroy@grupovical.com
Ing. Boris Galindo
bgalindo@grupovical.com
Ing. Walfred Alvarado
walvarado@grupovical.com

Asunto: Cotización armadora de cajas LANTECH
Vigua-24032021-Armadora Cajas

Estimado Ing. Monroy,

Sírvase encontrar a continuación nuestra propuesta para una armadora de cajas de nuestra representada **LANTECH** de Estados Unidos. Distribuidora Hermes Internacional como agente de **LANTECH** hará efectivo el respaldo de la garantía, así como la asistencia técnica y piezas de recambios. Adjunto podrá encontrar datos técnicos de esta selladora.

LANTECH – C-2000



Datos técnicos – C-2000

Magazine Capacity 200

IMPORTANT NOTE ON MAGAZINE CAPACITY: Total capacity based on flute and blank configuration, could be +/- listed capacity.

Processor: A/B 5069-L306ERM

HMI: AB PANELVIEW 800 W/ENET

	<u>Voltage</u>	<u>Phase</u>	<u>Frequency</u>
Electrical Requirements:	480Y/277	3	60

Control Power: 24 VDC – Input Devices PNP (Sourcing)

Air Requirements: 80 PSI, Clean Dry Air

Vacuum: VENTURI

IMPORTANT NOTE ON VACUUM SUPPLY: Venturi system requires regularly scheduled preventative maintenance to maintain full operational capacity.

	<u>Method</u>	<u>Unit</u>
Bottom Sealing:	HOT MELT GLUE	NORDSON PROBLUE 4
Top Sealing:	N/A	N/A

	<u>Minimum (F/C)</u>		<u>Maximum (F/C)</u>			
Temperature Range:	33	/	1	99	/	37

	<u>Inches</u>		<u>mm</u>
Discharge Height:	23.62	/	599

Service Support: 24 hours – 7 days/wk

Warranty: See attached warranty page for details specific to your equipment.

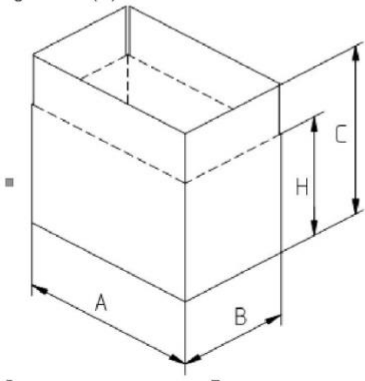
Shipping Dimensions/Weight: Available upon request. NOTE: May vary based on optional equipment.

Base Color: Lantech Blue-RAL5003
 Enclosure Color: ANSI - Gray

Dimensiones de cajas

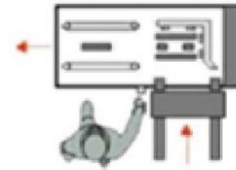
Case Dimensions
All sizes mentioned are based on the outside case dimensions.

Length outer (A)
 Width outer (B)
 Height outer (C)



Based on FEFCO 0200 / 0201 types.
 Other FEFCO types to be checked by sample.

Machine
LEFT side flow



Model C1000-2000
 Flow Direction: MACHINE LEFT SIDE FLOW

Case Size Range	Minimum (Inches/mm)			Maximum (Inches/mm)								
	Length (A)	Width(B)	C-Height(C)	Length (A)	Width(B)	C-Height(C)						
	7.87	5.91	7.09	199.89	150.11	180	24.40	17.70	22.63	620.00	449.82	574.91

IMPORTANT NOTE ON MINIMUM AND MAXIMUM CASE HEIGHTS: On RSC Cases, the total height of the folded case includes the height of the upper flaps (which are in the upright position when the case exits the machine). To calculate the allowable total height, simply add ½ of case width (the upper major flaps meet in the center of the case when folded) to the folded height. All sizes mentioned are based on the outside case dimensions. The maximum flap deviation possible to be closed are shown in drawing to the left

Precio – Lantech C- 2000

Item	Cantidad	Descripción	Precio	Total
1	1	C2000 Hot Melt Case Erector - Includes powered infeed magazine, on demand photo eye, safety package and the base machine speed of 8-10cpm. This option replaces the Lantech TH series tape head with a Nordson ProBlue 4 hot melt glue system. One compression plate is included. Note: This is a fully Pneumatic base machine with a speed of 8-10cpm. Must also quote flow direction and increased speed options elsewhere. Changes in case width or length will require additional compression plates. Always quote at least one additional compression plate if there are two or more sizes. If there are numerous sizes for an application, confirm with Engineering the number of additional plates required. Reference C0010604 for compression plates. Standard AB PanelView 800 HMI is not compatible with CompactLogix L32 series PLC, use PanelView 600.	\$ 193,000.00	\$ 193,000.00
2	1	MACHINE LEFT SIDE FLOW		
3	1	USA machine package - Counters and scales imperial. Protective coating color, case sealing type, PLC and HMI as specified in the Technical Specifications / Components section. Pneumatic tubing is run separately from electrical cables.		
4	1	.- 3L-PE-480V-60Hz -neutral - HMI - this is an Off-Portfolio option.		
5	1	Counters on Case Machine to be Metric - This is an instruction for the counters and rules on Case Erectors to be built with millimeter measurements versus inch. Option is available for C300, C1000 or C2000 Case Erectors. Note: Any voltage or electrical requirements must be purchased separately		
6	1	C-2000-Hotmelt 25 cpm (incl. 3 speed) - (Siemens servo drive motion) Machine equipped with servo controlled mechanical blank pickup, high speed flap folding, high speed mechanical pusher, venturi, Extended side belts (+100mm / 3,94") controlled by frequency drive. 3 Predefined speeds. See case list for speeds. Always check by engineering. Check the speed graph for maximum operational capacity per case size. Note: Mechanical. Sidebelts faster + Freq.control. Check engineering to verify the case quality. Includes 3 speed option 15/20/25cpm. Square cases always check by Lantech. Max. case length = 600mm. Min. C-height = 180mm. Contact e. engineering for component specification. Commissioning to be done by Lantech. If this option is purchased, the customer is responsible for sending requested samples to Lantech for run-out. C0012571 - Photocell Check For Case Erected Correctly For Higher Speeds is also required. Also requires 480VAC option.		
7	1	AB High speed option for C-2000 - 25 cpm - This option is a substitution of AB controls in lieu of European Siemens version for the 25cpm speed upgrade. Includes a A/B 5069-L306ERM CompactLogix PLC, PowerFlex 525 VFDs, Kinetix 5500 Servo driven motor on the suction frame and hotmelt stamp (if applicable). Note: Caution: Adder price to base machine and speed option priced elsewhere		
8	1	Display Case Handling - Modification to erect display cases. Note: Must have consulted engineering on application with engineered case drawings or samples prior to a best and final quotation.		
9	1	Pneumatic Upper Blank Separator - This option is used for all HSC (FEFCO 0200) Cases and provides a pneumatic upper retainer to help control release and opening of blanks along with possible reorientation of at least one suction cup block assembly for optimum contact. Note: This option is required on HSC (FEFCO 0200) cases. To separate and retain the cases. Minimum C-height will be the standard 150mm. Maximum C-height is decreased by 75mm. Minimum length will be the standard 200mm. Consult Engineering if minimum C-height or length options are desired.		
10	1	Nordson ProBlue 4 - Replace European standard with Nordson ProBlue 4, contains: Tank: Hotmelt unit ProBlue 4-2H/G Hose: Automatic gun hose 240V, 8ft (2,4m) Gun: Hotmelt gun MB2 BEL02ACA-TBASDF03		
11	1	UL-labeled control cabinet - The panel will be marked with a UL label. Go to www.ul.com to verify our certifications online. The following are general changes required. Current specification changes may result in variations, engineering is responsible for details. The default 24VDC Neutral is changed from a blue wire to a blue wire with a white stripe. Additions of spacers to components and terminals, wire coding and cable labels, UL warning stickers and instruction labels, fuse labels and when applicable the stack light is moved from the cabinet to a location on the machine frame.		
12	1	Counters on Case Machine to be Metric - This is an instruction for the counters and rules on Case Erectors to be built with millimeter measurements versus inch. Option is available for C300, C1000 or C2000 Case Erectors. Note: Any voltage or electrical requirements must be purchased separately.		

13	27	Hot Melt Glue - Additional Compression Plate - One compression plate is included with our hot melt glue systems. Variety of box sizes determines the number of compression plates required. NOTE: Requires the purchase of the Hot Melt Glue Option. Lantech recommends quoting at least one additional compression plate. If there are more than two case lengths, call Lantech for quote.	
14	1	Compression Plate Storage Bracket - A mounting bracket will be installed, inside the machine, over the exit end of the machine that will hold up to five compression plates. Note: Hotmelt application must also be purchased.	
15	1	Integrated Tape System - HotMelt - Integrated tape closing section at the back of the hot melt section. Contains a tape dispenser for applying tape to the bottom. Including tape detection (out of tape/broken/almost out of tape). Tape section in completely closed frame with access door at the operating side. Selection switch: hot melt closing / tape closing / hotmelt & tape closing. Note: Consult with Engineering prior to quoting	
16	2	Tape Head - Additional 2 & 3 Inch Tape Head - Supply an additional 2" (50mm) tape head. This is for an additional Lantech th-250 tape head capable of running 1.5" to 2" (38mm to 50mm) tape.	
17	1	Spare Tape Head Mount For C-Modular - A mounting bracket will be installed on the machine to provide a location to hold the customer's spare tape head.	
18	1	Photocell Check For Case Erected Correctly For Higher Speeds - An extra photo cell looking on the long flap will check if the case is erected correctly. Recommended for high speed machines	
19	1	Machine language: English - All text/labels and instructions on the machine and operator manual will be in the indicated language. BOM and drawings shall remain in English. Password protected area is in English.	
20	1	URS/SPEC book not received	
			Sub-Total \$ 193,000.00
			I.V.A. \$ 23,160.00
			TOTAL \$ 216,160.00

Condiciones de Negociación

- ✓ **Orden de compra:** Es necesario contar con su orden de compra para poder emitir el despacho del producto.
- ✓ **Tiempo de entrega:** **16-18** semanas luego de confirmada su orden de compra y recibido el anticipo. Se confirmará fecha de despacho una vez se confirme la orden de compra. El tiempo de entrega puede variar por factores ajenos a Distribuidora Hermes Internacional.
- ✓ **Lugar de entrega:** Su planta de producción, Ciudad de Guatemala.
- ✓ **Instalación – Capacitación:** **La instalación está incluida en nuestra propuesta.** No se incluyen materiales extras como modificaciones a su suministro eléctrico o neumático. Su personal de planta será capacitado para el uso correcto de su armadora de cajas y será sometido a una evaluación final para determinar su comprensión del tema.
- ✓ **Forma de Pago:**
 - ✓ 50% - junto con orden de compra
 - ✓ 25% - previo al despacho de planta de producción
 - ✓ 25% - contra instalación y puesta en marcha. *Si luego de un mes de arribada la maquina a planta de producción de VIGUA, la armadora de caja no ha podido ser instalada ni ha podido procederse a realizar la puesta en marcha por atrasos de parte de VIGUA en los servicios relacionados a esta instalación (espacio físico, suministro eléctrico, suministro neumático y disponibilidad de personal para realizar capacitación), Distribuidora Hermes Internacional podrá proceder a solicitar el cobro del restante 25% sin objeción de parte de VIGUA.*
- ✓ **Precios:** Los precios en esta propuesta están expresados en DOLARES AMERICANOS e incluyen el I.V.A. Se facturará en DOLARES AMERICANOS.
- ✓ **Validez de oferta:** Esta oferta es válida por **30 días** a partir de la presente fecha.
- ✓ **Garantía:** Garantía de fabrica de 36 meses contra desperfectos de fabricación. La garantía no cubre fallos por uso negligente o incorrecto de su maquinaria. Se debe tener una conexión eléctrica debidamente aterrizada y con protección a picos de voltaje para hacer efectiva la garantía del fabricante. Se debe contar con suministro neumático debidamente filtrado y lubricado para hacer efectiva la garantía del fabricante.

16.2 Planos armadora de caja

Co de Plano: RAU70.1
 ETV length 800mm, 2000
 Máquina a vacío 800/2000
 Vacuum table 800mm, 2000mm

104	11149/A	1	Assy roller lower unit
103	02088/A	1	Assy roller adjustment
102	06370/A	1	Assy right side guide
101	05088/A	1	Assy left side guide
100	06580/A	1	Assy liner flag roller
99	05049/A	1	Assy liner flag roller unit
97	06281/A	1	Outer flag roller unit
96	12098/A	1	Bottom rolling guide
95	06482/A	1	Assy lower flag roller
94	04940/A	1	Assy upper separator
93	21182/A	1	Assy upper guide
92	21183/A	1	Assy square transmission
91	21623/A	1	Assy ports vacuum system
90	06004/A	2	Assy suction dup unit
87	06020/A	2	Assy suction dup unit
86	21088/B	1	Assy sensor
81	21047/A	1	Discharge unit
80	03040/A	1	Assy drive suction frame
79	18004/A	1	Assy drive
78	12756/A	1	Assy adjustment
74	12820/A	1	Assy outer flag rollers complete
71	02082/A	1	Assy height adjustment
60	00210/A	1	Assy roller with roller beam
44	18003/B	1	Assy separating sensor
43	11891/B	1	Assy separating sensor
32	03181/B	1	Assy rollers
14	07347/C	1	Assy sensor
41	08075/B	2	Assy side belt right side
30	07836/B	2	Assy side belt left side
29	08087/B	1	Assy lower flag roller
27	06604/D	1	Assy liner flag roller
18	00689/A	2	Top flag roller
17	00042/B	1	Pre-treated steel 5.1 flat
13	20070/B	1	Assy suction frame support
12	20018/C	1	Assy suction frame side
7	00040/C	1	Bracket protection frame 18
6	00389/C	1	Bracket ground cup of base
4	21181/A	1	Assy square transmission right side
3	21181/A	1	Assy square transmission left side
2	00191/A	1	Assy guiding
1	20012/A	1	Assy main frame 1 ports
001	0017	001	DESCRIPTION

Assy case selector

Lantech

701248701A

16.3 Cotización plataforma móvil

INDUSTRIAS LUOMINEN S.A.

18 Calle 17-64, zona 12 Interior 6 PBX: 2473-0700
www.luogt.site



21-08039

18 de agosto de 2021

VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.

Presente

Atención . Departamento de Compras

CC

Estimado (a) Departamento de Compras

Le saludamos de parte de INDUSTRIAS LUOMINEN S.A. y sometemos a su consideración cotización por lo indicado:

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
A	ESTRUCTURA DE SOPORTE Y DESPLAZAMIENTO DE MAQUINA ENCINTADORA. Fabricación en materiales diversos. Estructura de soporte para maquina encintadora, fabricada en tubo estructural de 3", para soporte de maquina de peso 2,500 libras con plataforma en lamina de 3/16" con refuerzos intermedios, soportada en 12 rodos antideslizantes con freno, rodadura de poliuretano con capacidad de carga de 1000 lb cada una (fabricación alemana). Seis patas niveladoras para estabilización de estructura en piso de mezanine del Horno 1. OBSERVACIONES : 1. Tiempo de ejecución: Tres semanas a partir de confirmación y orden de compra. 2. Se requiere acceso a la maquina encintadora y soporte con equipo de movilización de carga en planta. 3. Forma de pago : 50% de anticipo con la orden de compra y 50% a crédito convenido.	1.00	81,185.00	81,185.00
TOTAL QTZ (Q)				81,185.00

* Precios incluyen impuestos locales. Regimen tributario opcional simplificado sobre ingresos. Nit : 7179670-3

CONDICIONES DE FABRICACION Y ENTREGA

Diseño, dimensiones, acabados y materiales validados y aprobados previo al proceso de fabricación según planos, especificaciones, muestra física y/o descripción.
Programación de entrega establecida según observaciones de la oferta.

Confirmación por escrito, vía electrónica y con orden de compra.

Realizada la entrega de conformidad Industrias Luominen S.A. no acepta responsabilidades por reclamos o daños ocasionados por terceros.
Industrias Luominen S.A. asegura la autenticidad de los materiales e insumos utilizados y el control de calidad de los procesos de fabricación y suministro internos para garantizar tolerancias, acabados y ajustes.

NOTA: Cheque o transferencia de pago a nombre de INDUSTRIAS LUOMINEN, S.A. con condiciones convenidas en la cotización.

Agradeciendo de antemano su confianza.

Atentamente,

Ing. Paolo Arévalo Alvarez
Móvil (502) 3369-4444
Oficina (502) 2473-0700

16.4 Orden de compra

Proveedor/Supplier: 221430
DISTRIBUID. HERMES INTERNACIONAL SA
Tel: 5318-8735
Fax:
Dir: 8A.AV. 0-38, ZONA 2 DE MIXCO
Contacto:
Tel Contacto:

Fecha de Despacho: 20.08.2021 - DIAS: 143
Condición de Pago: Z999

Comprador: LUPINTO
Luis Pinto
Email: lupinto@grupovical.com
Teléfono:
Moneda: USD
Incoterms: -

COTIZACION NO. LANTECH # C-2000 FECHA:30/03/2021.SOLPED CON ACTIVO FIJO PARA COM

Item/ Artículo	Cantidad Quantity	U Descripción/ TM Fecha en Planta	Precio Unitario Unit Price	Subtotal
-------------------	----------------------	--------------------------------------	-------------------------------	----------

00010 60068870	1	PC ARMADORA DE CAJAS LANTECH	193.000,00	193.000,00
-------------------	---	------------------------------	------------	------------

LA INSTALACIÓN Y CAPACITACIÓN ESTÁN INCLUIDAS EN EL PRECIO.

SUBTOTAL	193.000,00
DESCUENTOS	0,00
IVA	23.160,00
OTROS	0,00
MONTO TOTAL	216.160,00

Para un mejor servicio, favor indicar el número de orden de compra en su factura.
For a Better service please include this Purchase Order number in your invoice.