



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA  
ELECTRICA**

Sistema automático de pesaje para incrementar la eficiencia del envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial, La Libertad.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR (ES):**

Leiton Valiente, Cristina ([orcid.org/0000-0003-3017-4864](https://orcid.org/0000-0003-3017-4864))  
Marquina Sánchez, Jeison ([orcid.org/0000-0003-2817-7791](https://orcid.org/0000-0003-2817-7791))

**ASESOR:**

Mg. Sialer Díaz, Cesar Dany ([orcid.org/0000-0002-7430-9524](https://orcid.org/0000-0002-7430-9524))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

## Dedicatoria

A Dios por darme fortaleza y  
perseverancia para poder culminar  
este proyecto, a mi hija y esposo  
porque son el empuje y motivación  
para lograr cada meta trazada.

Leiton Valiente, Cristina

A mis amados padres por sus  
enseñanzas, por los valores, y por todo  
el amor y apoyo que siempre me  
brindan. A mí creador Dios, quien guía  
e ilumina mi camino.

Marquina Sánchez, Jeison

## **Agradecimiento**

Nuestro agradecimiento inicial a Dios por este logro, por darnos salud y paciencia para superar las dificultades, por darnos fuerza y enseñarnos a conservar la calma en momentos de debilidad.

A nuestros padres por darnos la vida, por amarnos como somos y por confiar en nosotros.

A nuestra familia, quienes son la razón de nuestra continua lucha y superación, muchas gracias por su comprensión y paciencia en estos largos años de ausencia donde teníamos que dividir el tiempo entre la familia, el trabajo y los estudios.

A nuestro asesor por sus enseñanzas impartidas durante el desarrollo de nuestro proyecto, por el apoyo y comprensión.

Los autores.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	9
II. MARCO TEÓRICO .....	13
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	20
3.2. Variables y operacionalización .....	21
3.3. Población, muestra y muestreo .....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de análisis de datos .....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS .....	24
V. DISCUSIÓN .....	30
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES .....	34
REFERENCIAS.....	35
ANEXO.....	37

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Lista de expertos.....	23
<b>Tabla 2:</b> Parámetros de diseño del sistema automático de pesaje.....	25
<b>Tabla 3:</b> Componentes principales del sistema automático de pesaje. ....	26
<b>Tabla 4:</b> Resultados de los indicadores, VAN, TIR y Costo/Beneficio .....	28
<b>Tabla 5:</b> Matriz de operacionalización de la variable Sistema automático de pesaje	37
<b>Tabla 6:</b> Matriz de operacionalización de la variable Eficiencia .....	38
<b>Tabla 7:</b> Ficha de registro N° 1 correspondiente a la variable eficiencia .....	40
<b>Tabla 8:</b> Ficha de registro N° 1 correspondiente a la variable eficiencia, campaña 2018-2019. ....	41
<b>Tabla 9:</b> Ficha de registro N° 1 correspondiente a la variable eficiencia, campaña 2019-2020. ....	45
<b>Tabla 10:</b> Ficha de registro N° 1 correspondiente a la variable eficiencia, campaña 2020-2021. ....	50
<b>Tabla 11:</b> Ficha de registro N° 1 correspondiente a la variable eficiencia, campaña 2021-2022. ....	55
<b>Tabla 12:</b> Ficha de registro N° 2 correspondiente a la variable Sistema automático.	60
<b>Tabla 13:</b> Ficha de registro N° 2 correspondiente a la variable Sistema automático, indicadores de la dimensión envasado .....	60
<b>Tabla 14:</b> Ficha de registro N° 3 correspondiente a la variable Sistema automático	61
<b>Tabla 15:</b> Ficha de registro N° 3 correspondiente a la variable Sistema automático, datos adicionales para la programación del sistema.....	61
<b>Tabla 16:</b> Lista de componentes y precios .....	62
<b>Tabla 17:</b> Precio, costo y ganancia por caja de mango. ....	64
<b>Tabla 18:</b> Beneficio y costo por caja en cada campaña del 2018 al 2021. ....	64
<b>Tabla 19:</b> Datos para el cálculo de los indicadores VAN, TIR y costo/beneficio.....	64

## Índice de figuras

<b>Ilustración 1:</b> Resultados obtenidos por recopilación de datos en la empresa. ....	24
<b>Ilustración 2:</b> Resultado obtenido del cálculo de la OEE del sistema actual vs la OEE del sistema automático de pesaje propuesto. ....	29
<b>Ilustración 3:</b> Diagrama de flujo del proceso, fuente propia.....	65
<b>Ilustración 4:</b> Proceso de producción de mango congelado, en el recuadro se puede apreciar e método de pesaje actual en la empresa.....	66
<b>Ilustración 5:</b> Faja transportadora de mango en cuadrados junto a la caja de 13.6kg que será llenada manualmente. ....	66
<b>Ilustración 6:</b> Balanza con la que pesan las cajas de mango actualmente.....	67
<b>Ilustración 7:</b> Pantalla HMI.....	68

## Resumen

Esta investigación tiene como principal objetivo establecer la viabilidad de la implementación del sistema automático de pesaje para incrementar la eficiencia del envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial, La Libertad. Para ello se realizó un estudio de enfoque cuantitativo, dirigido a conseguir resultados numéricos, y de tipo aplicada, de diseño no experimental y alcance descriptivo. La población estudiada está conformada por las líneas de envasado de mango, siendo evaluada cada unidad de análisis (cajas de mango) presente en las cuatro últimas campañas de producción (campañas 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 y 2021-2022). En estas se determinó la OEE del proceso de envasado. En función del indicador de la OEE obtenida se propuso un sistema de pesaje automático a fin de mejorar este valor, posteriormente evaluó el costo beneficio de proyecto. Se concluyó que el proyecto es viable ya que el TIR es superior al 20%, el VAN mayor a cero y el periodo de retorno de inversión es en 3 campañas.

**Palabras clave:** sistema automático, peso, eficiencia, OEE.

## **Abstract**

The main objective of this research is to establish the feasibility of implementing an automatic weighing system to increase the efficiency of frozen mango packaging in an agro-industrial company, La Libertad. For this, a study with a quantitative approach was carried out, aimed at obtaining numerical results, and of an applied type, of a non-experimental design and descriptive scope. The population studied is made up of the mango packaging lines, each analysis unit (mango boxes) present in the last four production campaigns (2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 and 2021-2022 campaigns) being evaluated. . In these, the OEE of the packaging process is reduced. Based on the OEE indicator, an automatic weighing system was obtained in order to improve this value, later the cost benefit of the project was evaluated. It was concluded that the project is viable since the IRR is greater than 20%, the NPV is greater than zero and the investment return period is 3 campaigns.

Keywords: automatic system, weight, efficiency, OEE.

## I. INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente demanda de mediciones precisas de masas (Kuramoto, 2021), al aumento mundial en la valoración de producción y exactitud en el pesaje, las máquinas controladoras de peso, se usan considerablemente en la cadena de producción industrial (Biao Sun Z. T., 2020). Estos sistemas de pesaje automático son ampliamente utilizados en empresas alimentarias pues es necesario una medida permanente y exacta en la masa de productos de pequeñas dimensiones.

En el envasado de productos y transporte de carga, las diferentes empresas estandarizan su productividad y son calculadas de acuerdo al peso, esto debido a que tanto cámaras de almacenamiento, aviones, camiones y contenedores ocupan espacios antes costosos. Las empresas productoras como de transporte con el tiempo mejoraron sus procesos con los sistemas de pesaje modernos (Pedro Antonio Román Cisneros, 2018).

Respecto a los procesos industriales, los datos como el peso nos brindan una orientación o patrón en función a la masa, por ejemplo, del estado de crecimiento en animales. El pesaje manual tradicional en ellos no cumple con ciertos requerimientos de dicha industria. Además de ello se ha estudiado por un tiempo prolongado el sistema de pesaje automático en las vacas lecheras y terneros, con el fin de minimizar los problemas de la baja eficiencia de recolección y precisión en su pesaje se utilizó un sistema de pesaje automático pues la información de cada uno de ellos es base fundamental en la cría, convirtiéndose el peso en un índice de crecimiento que refleja el crecimiento propiamente dicho y sobre todo la producción (Wenwen Zhao, 2020). Para los vehículos que viajan a velocidad sobre una carretera también se utiliza sistemas de pesaje automáticos con el fin de medir sus pesos estáticos, considerando la desigualdad del terreno de la carretera y con la difícil interacción entre estos y el pavimento (Tianhao Qin, 2018).

También existen muchos programas de mejoramiento para pesaje de algodón en EEUU donde han instalado sistemas de pesaje automático con el fin de aumentar la eficiencia en estos últimos años (Hughes, 2019).

Muchos negocios de producción de alimentos realizan el proceso de pesaje y envasado de sus productos de forma manual; el proceso de pesaje, llenado y envasado realizado manualmente requiere mucho tiempo y esfuerzo y, por lo tanto, limita su producción y su negocio (Maddhukar, 2019).

En los procesos es un desafío medir el peso de cada paquete que se mueve en una faja transportadora sin detener la operación o medir el peso de un paquete sobre una plataforma de pesaje sin demandar mucho tiempo. Esto no solo se debe a que la medición del peso requiere contacto físico entre el elemento de destino y el instrumento de medición, sino también a que cada elemento debe separarse de los demás para poder medir su peso. Tales actividades provocan un retraso significativo en el proceso de transporte, especialmente cuando los transportadores están muy cargados, o causar retardos considerables cuando el peso se mide en líneas de producción continua. Debido a este problema y a pesar de la importancia de la información del peso para determinar la producción, la fijación de correcta de precios y la carga segura, el peso se ha ignorado de manera inconsciente. (Theodore Pribytkov, 2019).

Sin embargo, las señales en estos sistemas son sensiblemente afectadas sin esfuerzo por diversos factores como consecuencia a la exposición al ambiente de trabajo y de la difícil construcción de los sistemas de pesaje (Biao Sun Z. T., 2020). Uno de estos factores son las constantes vibraciones y ruidos comportándose como fuente de perturbación en las señales que se entregan en las salidas de las celdas de carga.

Toda esta problemática y atraso se explica por un bajo grado de automatización de la maquina existente (VI Marsov, 2019). En la actualidad los sistemas de pesaje están en diferentes procesos, llenado, clasificación, control de calidad, etc., donde se necesita obtener una lectura de peso en poco tiempo pues los objetos a pesar pasan sobre la plataforma con celdas de carga de manera rápida, esto causa que la señal del sensor de pesaje nunca logre un estado estable total. La precisión en un sistema de pesaje es crítica, el sistema debe cumplir su función durante la operación entregando lecturas confiables. Por el contrario, si la señal de peso de la celda de

carga es interferida por vibraciones externas afecta la lectura de peso; a fin de suprimir estos ruidos o perturbaciones y que la señal de peso no sea deformada se llevan a cabo diferentes técnicas (Biao Sun Z. T., 2020).

La ciencia del pesaje se ha convertido en parte esencial en la elaboración de productos envasados estandarizados en la industria alimentaria, etc., Han existido diferentes maneras de medir la masa sin embargo un sistema de pesaje, pesa los elementos cuando estos van transportándose a través de la línea de producción y no solo ello si no también, en algunos casos los pesa y abastece, los clasifica y expulsa. En las líneas de producción continua los tiempos son cortos para adquirir el peso ya que los objetos están pasando o llegando de manera constante a las plataformas de peso, aquí es donde existen diferentes dificultades causadas por la vibración y al tiempo inconsciente de medición. Ya que cada vez se aplicaba con mayor frecuencia las controladoras de peso también se inició con la utilización de las tecnologías de sistemas de pesaje automático con la finalidad de mejorar el rendimiento de la producción y sobre todo la precisión (Annadurai Vimallesh, 2019).

La importancia de este proyecto radica en la mejora de la eficiencia del sistema de pesaje en líneas de producción constante que es el objetivo central de todas las empresas según lo medido por el índice OEE (Sgarbossa, 2018), así como mejorar la eficiencia de los sistemas de fabricación en líneas de procesos automatizadas (Tsarouhas P. H., 2019). El OEE es una de las herramientas aplicadas más cruciales y extendidas de medición del desempeño en las industrias (Tsarouhas P. , 2018). Por lo que mediante la propuesta de un sistema de pesaje automático cuyo objetivo es proporcionar los indicadores de peso sobre una tolva manera exacta y precisa, y luego dosificarlo en cajas de cartón; esto debido a que las condiciones del sistema de pesaje actual de las cajas de producto generan alto desperdicio de este, así como elevada mano de obra y alta demora en el trabajo, todo esto basándonos en el cálculo de su OEE, mediante la medición y análisis del proceso de producción (Szeląg-Sikora, 2019). Consideremos, por todo lo expuesto anteriormente, que un sistema de pesaje automático de precisión eliminará dichos problemas mejorando así la recta final del envasado del producto.

Después de revisar diferentes investigaciones y tomando en cuenta la actualidad se plantea como preguntas generales ¿En qué medida la propuesta de un sistema automático incrementa la eficiencia del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial, La Libertad?, ¿Cuál es la eficiencia del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial?, ¿Cuáles son los parámetros de diseño de un sistema automático del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado?, ¿Cuáles son los componentes de un sistema automático de un proceso de pesaje en línea de mango congelado?, ¿Cuál es el costo beneficio en la implementación del sistema automático en el proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado?

Por lo tanto, se plantea como objetivo general: Evaluar la propuesta de un sistema automático para incrementar la eficiencia del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial, La Libertad, igualmente de manera específica: Determinar la eficiencia del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial. Determinar los parámetros de diseño de un sistema automático del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado. Selección de componentes del sistema automático de pesaje en línea de mango congelado. Evaluar el costo beneficio en la implementación del sistema automático en el proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado.

La hipótesis general planteada en el presente estudio, expreso que con un sistema automático de pesaje se logra incrementar la eficiencia en el proceso de pesaje en la línea de envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial, la Libertad.

## II. MARCO TEÓRICO

En el mundo empresarial actual, la competitividad ha aumentado hasta tal punto que se requiere el máximo rendimiento con el menor coste. Para reforzar la competitividad de la organización en el mercado global se requiere una productividad y una eficiencia en la calidad que, en última instancia, satisfaga los requisitos más exigentes del cliente. En consecuencia, se requiere la excelencia en la fabricación para lograr buenos niveles de calidad y productividad (Hajej, 2020).

Las perspectivas del mercado global para los sistemas automáticos de control de peso son fuertes con informes de la industria que proyectan un avanzado crecimiento de aproximadamente 4.6% cada año desde el 2019 (Converter, 2020).

Las empresas industriales necesitan reducir sus costos para obtener mejores beneficios, al mismo tiempo manteniendo la competitividad en el mercado y satisfaciendo las múltiples necesidades de los clientes. Los clientes son cada vez más exigentes, mientras que los sistemas de producción son cada vez más complejos y sujetos a múltiples incertidumbres, la demanda también se vuelve aleatoria (Nyoungue., 2022).

Un artículo periodístico nos dice que los sistemas automáticos para pesaje se utilizan para determinar el valor de la masa de cargas discretas pre ensambladas. Se utilizan ampliamente en la reparación, producción y garantía de calidad de productos pre envasados, así como para productos cuyo contenido o composición se determina mediante pesaje (Grum, 2018). La expansión proyectada de este sector es probable que se vea impulsado por una serie de factores, desde la conciencia entre los fabricantes sobre los beneficios de implementación de la tecnología para control de peso hasta los estrictos mandatos normativos con respecto al envasado de productos alimenticios. (Converter, 2020). Sin dejar de lado el aumento de la competencia global, que hace que la atención sea desplazada al rendimiento. El aumento de la productividad es muy importante para que las empresas obtengan éxito en sus negocios. Un ejemplo de aumento de productividad es aumentar el rendimiento de la producción (Juliananda, 2019). El aumento de la eficiencia de las operaciones de producción se considera un indicador clave de rendimiento en las organizaciones

industriales. Sin embargo, la falta de fiabilidad es un gran impedimento para lograr una alta tasa de producción (Liu, 2018).

Mediante la evaluación de la eficiencia general de los equipos (OEE) que no es más que un método, el cual nos permite medir la eficiencia en cuanto al uso de maquinaria, equipo y recursos de producción. Aquí se utiliza una relación de tres elementos principales: disponibilidad, calidad y rendimiento. El factor más importante al analizar este índice es elegir el método adecuado para recopilar y procesar los datos, el más conocido es el llenado de una hoja de trabajo por parte de los empleados de la línea de proceso (Szeląg-Sikora, 2019). El OEE es considerado como un criterio cuantitativo muy utilizado en las plantas, es una métrica poderosa en la producción (Darestani, 2018). Sin dejar de lado que la calidad es un parámetro importante en el campo de la tecnología de pesaje que tiene un gran valor en nuestra vida diaria (Xiong Xiangxiang Jiangxi. Zhou Ping, 2018). En la ecuación de "Calidad", la cantidad real de los productos aptos deben dividirse por la cantidad producida total. En la ecuación de "Disponibilidad", Run Time que significa horas reales de trabajo, aquí se divide la resta de las horas de trabajo menos las paradas que se producen debido al tiempo de inactividad de los equipos, entre las horas de trabajo. En la ecuación de "rendimiento", el número real de artículos producidos sobre el número de artículos planificados en producirse (Singh, 2020). Los enfoques de mejora de la calidad y el rendimiento se están desarrollando sobre la base de la gestión del tiempo y el análisis de las pérdidas de producción para obtener el rendimiento óptimo de los recursos disponibles (Sadilek, 2019).

Según Cercosa, Calvob y Domingo, el OEE en una planta de producción puede clasificarse de la siguiente manera, un OEE <65% es inaceptable por existir pérdida económica y baja competitividad, un OEE del 65% al 75% es regular y también trae pérdidas económicas y se permite solo si se está mejorando, un OEE del 75% al 85% es aceptable aquí también existen pérdidas económicas pero leves, una ligera baja de competitividad con la condición de mejorarla, un OEE del 85% al 95% es buena y tiene buena competitividad, finalmente una OEE del 95% es excelente con una muy buena competitividad (Domingo, 2019).

En los procesos de producción continua y distribución en masa, el peso de un artículo a menudo debe medirse de forma rápida y precisa mientras el proceso productivo continúa (Theodore Pribytkov, 2019). Y debido a los requisitos cada vez mayores de tasa de producción y precisión de pesaje, los sistemas automáticos de peso que incluyen transportadores se utilizan ampliamente en las líneas de producción industrial. Este tipo de sistema automático de pesaje, puede pesar los artículos rápidamente en la línea de producción (Biao Sun Z. T., 2020).

La automatización industrial ha brindado a la industria alimentaria una capacidad de producción más rápida, confiable y limpia (Evans, 2019). Un artículo define al sistema automático de pesaje como el proceso de determinar el peso bruto de un material y la asignación de ese peso que se transmite, mediante la medición y el análisis de las fuerzas. (Sujon Mohammad, 2021).

En los sistemas automáticos de pesaje el envasado, transporte y almacenamiento juegan un papel importante en las empresas. Actualmente estas actividades adoptan ciertas tecnologías. Como su nombre lo indica, son actividades realizadas en base a la medición del peso. Significa envasar, transportar y almacenar según el peso. Los productos pasan por módulos de detección de peso sucesivamente y luego realizan la comparación de información y el juicio de condición. (Bang Liu, 2019).

También se define a los sistemas automáticos de pesaje como un sistema controlador de peso, es un dispositivo que mide el peso de los productos que se alimentan continuamente a través de un transportador y los inspecciona en busca de defectos comparando sus pesos con la masa nominal del producto. Dado que el proceso de automatización de la industria de la fabricación y el envasado se ha desarrollado rápidamente en los últimos años, existe una creciente demanda de los sistemas automáticos controladores de peso y que brinden un alto nivel de precisión del pesaje individual (Hyun-Ho Lee, 2021).

La controladora de peso automática es un tipo de instrumento de pesaje asociado con un automatismo o controlador que mide el peso y se utiliza para incorporarse en las líneas de producción para controlar la cantidad neta de un producto (Tanaka H. T., 2021). Estas innovaciones son importantes para prolongar la vida útil y, además para mejorar la calidad y la seguridad de los productos alimentarios, al tiempo que proporcionan información sobre el producto en cuestión (Felipe., 2019).

También hay sistemas de medición de la masa de alta precisión y alta velocidad, donde los paquetes se mueven en transportadores operados a alta velocidad, estos sistemas son también llamados checkweigher. Hoy en día las controladoras de peso se emplean cada vez más en las líneas de producción (Biao Sun Z. T., 2020). Y se ha vuelto más importante en las industrias de alimentos y logística, etc. Para lograr una alta productividad los pesos deben ser medidos rápidamente al mismo tiempo que las líneas de proceso continúan operando. Esto significa que el tiempo de medición para un paquete es significativamente corto. Por lo tanto, se requiere una medición rápida y precisa de la masa.

Las células de carga están diseñadas para detectar la fuerza o el peso en una amplia gama de condiciones adversas, no solo son la parte más esencial de un sistema de pesaje, sino también la más vulnerable (Transducers, 2018).

En general, las celdas de carga se instalan en un transportador que normalmente son sistemas de pesaje dinámico o plataformas donde el pesaje de los objetos se da en condiciones estáticas. Para lograr un alto rendimiento y precisión en un sistema de pesaje, se requiere un modelado preciso del sistema y la optimización del programa y su controlador, porqué la celda de pesaje envía una señal eléctrica de realimentación al sistema de control. En las controladoras de peso, la precisión de la medición está muy influenciada por perturbaciones como la vibración resonante de la estructura mecánica, las vibraciones de los motores y poleas del transportador y la vibración o ruido ambiental. Para compensar esas perturbaciones, se han estudiado modelos dinámicos para controlador de peso (Hyun-Ho Lee, 2021).

El control de peso virtual permite a la máquina que se complemente con otra unidad que está funcionando con un peso. Al inspeccionar cada paquete, la controladora de peso, transmite el peso promedio. Al mismo tiempo la señal se envía desde un transmisor y es recibida por un receptor, se procesa y se utiliza según el algoritmo de control, la controladora de peso calcula la masa mediante la señal recibida y procesada, finalmente el sistema en función al peso deseado decide automáticamente si el peso es correcto o no, rechazar o dejar pasar el paquete.

¿El resultado? Una reducción sustancial de objetos con peso inexacto, rechazos o producto desperdiciado. Estos beneficios son muy valiosos para cualquier planta de fabricación, especialmente porque las del sector alimentario se enfrentan a una presión cada vez mayor desde todas las direcciones. Los falsos rechazos siguen siendo un problema importante dentro de la industria. No solo tienen implicaciones para el control preciso del peso en los paquetes, sino también para la rentabilidad. El menor rendimiento de la fábrica, debido a repetidos falsos rechazos, con frecuencia socava la rentabilidad de una operación completa, mientras que las paradas repetidas y la resolución de problemas incurrirán en costos innecesarios. Estas estadísticas sirven para resaltar el impacto que la tecnología de control de peso y el software de comunicación pueden tener en la eficiencia y cuando se usan de la manera correcta, pueden generar ahorros significativos en el balance final (Converter, 2020).

Para otro artículo mejorar la eficiencia de producción, al punto de garantizarla, incluye el ahorro de mano de obra (recursos humanos) y reducir los costos de producción. Ya que el modo de producción con muchos estilos y pocas cantidades conduce a problemas de baja eficiencia laboral y facilidad para cometer errores. (Bang Liu, 2019).

La construcción de una plataforma de pesaje automático puede resolver los problemas causados por los métodos de medición tradicionales. Los sistemas de pesaje automático han sido estudiados durante mucho tiempo por diversas instituciones. En comparación con el sistema de pesaje tradicional, este sistema puede mejorar la eficiencia del pesaje, reducir costos y promover el desarrollo de la industria. Ya que el alto costo y la baja eficiencia del pesaje manual tradicional y el registro del método de medición de datos no pueden cumplir con los requisitos de la industria.

Además, la eficiencia tiene grandes ventajas, pues puede promover el desarrollo inteligente.

Para Yoshitada y Hideyuki la eficiencia es mejorada con la búsqueda de un método alternativo reduciendo el número de pesajes en la verificación/inspección en servicio, es decir la practicidad del método alternativo se evalúa en función del riesgo al utilizar dicho método (Tanaka Y. T., 2021).

Un sistema de control industrial (ICS) es un tipo de sistema de control dedicado al control de procesos industriales. (Jiawen Xiong, 2020). En el paso, los objetivos generales de control del proceso, como la calidad y la cantidad de productos, se han dejado en manos de operadores humanos. Hoy la inteligencia computacional se ha usado para resolver muchos problemas complejos mediante el desarrollo de sistemas inteligentes. (Hanane Zermane, 2019). Todos los sistemas reciben datos enviados por los sensores remotos que miden las variables del proceso (PV), los comparan con los puntos de ajuste deseados (SP) y derivan funciones de comando que se utilizan para controlar un proceso a través de los elementos de control finales (FCE), como las válvulas de control. Estos sistemas de control desempeñan funciones críticas en plantas e infraestructuras de fabricación, como plantas de ensamblaje de automóviles, plantas químicas, plantas para fabricación de alimentos, plantas de elaboración de bebidas, e incluso plantas de energía nuclear. Estos sistemas de control son comúnmente críticos para la seguridad, cuyas fallas pueden causar grandes pérdidas económicas, víctimas humanas o incluso desastres. Por lo tanto, es necesario verificar la seguridad de los sistemas de control industrial. Como componente central de la mayoría de los ICS, el controlador lógico programable (PLC) es uno de los puntos de preocupación más importantes. (Jiawen Xiong, 2020). Ya que pueden mejorar significativamente el nivel de automatización y la eficiencia de producción. Por lo tanto, ha sido ampliamente utilizado en el campo de la automatización de la fabricación (Hao, 2022). Estos son computadoras integradas especiales que se utilizan ampliamente en los sistemas de control industrial. (Jiawen Xiong, 2020). En esta investigación se hace uso de una PLC Siemens quien recibe las señales de los sensores y de la celda de carga (Hao., 2022). Los sistemas PLC leen una secuencia de señales en la entrada y

producen una secuencia de señales en su salida (Shi., 2020). Este dispositivo electrónico está reforzado industrialmente y es tolerable a fallos (Kasmi., 2018)

Los sensores utilizados en los sistemas de pesaje son también llamadas celdas de carga y son versiones especiales de transductores de fuerza para su uso en las tecnologías de pesaje, estas celdas incorporan galgas extensiométricas que transforman las deformaciones elásticas causadas por las cargas de peso y envían señales eléctricas. Su aplicación es amplia y pueden montarse en pilares, plataformas, estaciones, puentes, pasarelas, en cajas metálicas o armarios. Con la ayuda de una interfaz adecuada y programas dedicados, los computadores adquieren y procesan la señal de salida de los sensores. Después de decodificar la señal de salida, los indicadores se transmiten y visualizan. (P.D., 2019).

En un artículo realizado por Sandeep Singh donde analizo los datos tomados de un sistema automatizado de pesaje de croissant (producto horneado hecho con harina) durante un año y medio en una línea de producción que opera durante las 24 horas completas en 3 turnos cada día y paradas los fines de semana finalmente el valor obtenido para la OEE se mejoró del 75% al 84% (Singh., 2020). A si también se realizó un estudio con la cosecha del algodón donde se comparó la cosecha automatizada con la manual, obteniendo resultados favorables para el equipo automatizado (Hughs, 2019)

Como referencia existen estudios que han discutido la rentabilidad de los sistemas de pesaje centrados principalmente en las aplicaciones WIM para la aplicación de peso, la reducción de retrasos, la seguridad entre otros. (Sujon Mohhammad, 2021).

Se considera las directrices NIST HB44 aprobado por el departamento de comercio americano quien dictamina las especificaciones y requisitos para sistemas de pesaje (Warfield, 2021).

### III. METODOLOGÍA

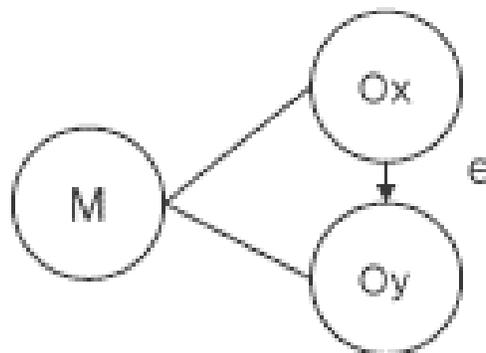
#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación

Según su finalidad, esta investigación es de tipo aplicada porque busca evaluar la propuesta de un sistema automático para incrementar la eficiencia del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial, La Libertad; resolviendo un problema utilizando ciertos conocimientos adquiridos. La investigación aplicada genera cambio en la condición de la problemática encontrada bajo un diagnóstico desarrollado (Bardales, 2021). De enfoque cuantitativo ya que está dirigido a obtener resultados numéricos y se cuenta con una hipótesis además de que se recolectan datos para luego ser analizados. Aquí se aplican procesos de análisis de datos básicos en donde se puede identificar la frecuencia en la cual se presenta el fenómeno de interés y sus características generales (Galarza, 2020).

##### Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es no experimental ya que se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos, de tipo transversal ya que se analizaron datos en un periodo de tiempo determinado. De alcance descriptivo pues determina la incidencia de A en B.



Donde:

M: Muestra

Ox: Observación de la variable Sistema automático para pesaje

OY: Observación de la variable Eficiencia

e: Incidencia de un sistema automático para pesaje en una línea de envasado de mango congelado en empresa agroindustrial.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Sistema automático de pesaje**

Es la variable independiente de categoría cuantitativa. Según Hyun-Ho Lee (2021) se definió como un sistema de pesaje, también llamado controlador de peso, a un dispositivo que midió el peso del producto y comparó con el valor deseado (masa nominal).

#### **Eficiencia**

Es la variable dependiente de categoría cuantitativa, Según Sikora (2019) la eficiencia general de los equipos OEE no es más que un método, el cual permitió medir la eficiencia en cuanto al uso de maquinaria, equipo y recursos de producción. Aquí se utilizó una relación de tres elementos principales: disponibilidad, calidad y rendimiento.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

Esta investigación tuvo como finalidad la evaluación de las líneas de envasado de mango en una empresa agroindustrial en la libertad.

#### **Criterio de inclusión**

Como criterio de inclusión se tuvo a todos los sistemas de envasado con los que cuentan las líneas de envasado de mango en la empresa.

#### **Muestra:**

Nuestra muestra estuvo conformada por una de las líneas de envasado de mango.

## **Muestreo**

Nuestro muestreo fue probabilístico con una muestra aleatoria simple.

### **Unidad de análisis:**

La unidad de análisis fueron las cajas de mango obtenidas diariamente de nuestra muestra, la línea de envasado de mango.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnicas de recolección de datos**

Esta investigación aplicó el análisis documental de la línea de envasado de mango que se utilizó de como muestra, para lograr determinar el valor de la OEE del sistema de pesaje actual. Además, mediante la observación en las visitas que se realizaron a esta planta de procesos, se observó el sobrepeso con las que las cajas eran selladas.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Tanto para el análisis documental como para la observación se utilizó fichas de registros de datos que nos brindó la empresa. La ficha de registro N° 1, correspondiente a la variable dependiente, contiene de 160 y 168 ítems a llenar se envió una para 4 de las campañas pasadas a evaluar, campaña 2018-2019, campaña 2019-2020, campaña 2020-2021 y finalmente campaña 2021-2022 donde se obtuvieron los datos para los cálculos de la calidad, disponibilidad y rendimiento, estos valores fueron utilizados para obtener el indicador OEE. La ficha de registro N° 2, correspondiente a la variable independiente, nos brinda los datos de los indicadores peso y productividad. Finalmente, la ficha de registro N° 3, también correspondiente a la variable independiente, nos brinda datos adicionales para la propuesta de nuestro sistema automático de pesaje.

## Validez

La validez de los instrumentos estuvo a cargo de un profesional de la Ingeniería mecánica eléctrica quien reviso minuciosamente cada una de nuestras fichas de registro.

**Tabla 1:** *Lista de expertos.*

Experto	Especialidad
Ing. Santos Ramiro Aponte Sáenz	Ingeniería Mecánica Eléctrica

### 3.5. Procedimientos

Para el estudio se solicitó permiso correspondiente a la empresa agroindustrial de la libertad, posterior a su aprobación, para el desarrollo de esta investigación se procedió a revisar las fichas de datos a fin de obtener todo el detalle de la situación pasada y actual de la línea de envasado.

### 3.6. Método de análisis de datos

En esta investigación se analizó la información mediante el uso de una herramienta de hoja de cálculo y como herramienta de programación para sistema de pesaje se utilizó TIA Portal V16 TRIAL de Siemens. En el análisis inferencial se utilizó las pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov que es una prueba no paramétrica muy empleada que permitió verificar si las puntuaciones de la muestra siguieron o no una distribución normal, se utilizó el tamaño de nuestra muestra es  $>50$ .

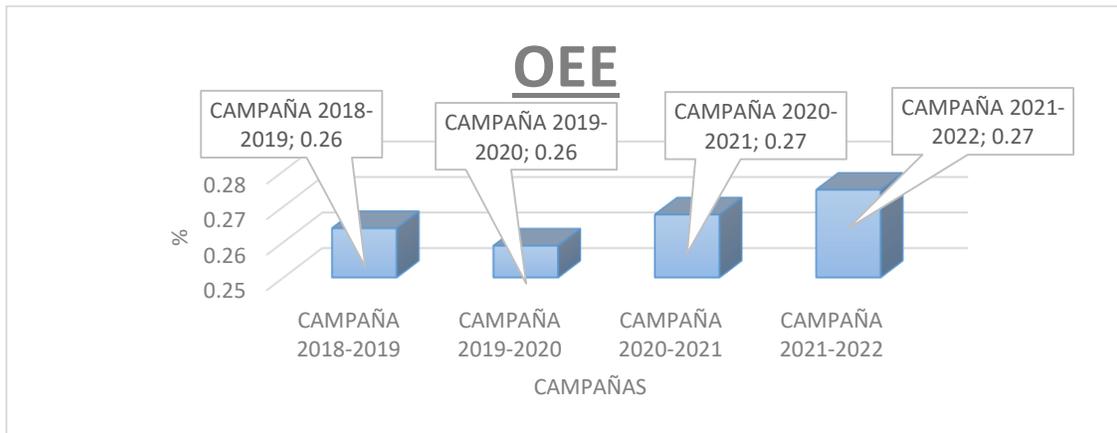
### 3.7. Aspectos éticos

Esta investigación se basó en conductas según lo estipulado por la institución, utilizándose la norma ISO 690 con la cual se realizó las citas correspondientes en el desarrollo del informe, esta consideró al autor seguido del año de dicha investigación. Se respetó además la normativa de guía vigente de la universidad Cesar Vallejo, finalmente respecto a los datos obtenidos de la empresa se manipularon con total discreción y confidencialidad que es conforme a los solicitado por la empresa de la cual se tomó los datos.

## IV. RESULTADOS

Habiéndose aplicado los instrumentos, estos nos permitieron obtener resultados puntuales en el sistema automático para pesaje en línea de envasado de mango congelado. Para ello se realizó el análisis inferencial con la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov ya que el tamaño de muestra fue  $>50$ .

**Objetivo Especifico 1:** Determinar la eficiencia del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial.



**Ilustración 1:** Resultados obtenidos por recopilación de datos en la empresa.

### Interpretación

Según el cálculo realizado, el valor de la OEE por campaña varió entre un 26% y el 27%, con un valor promedio del 26.5%, este indicador que se obtuvo correspondió solo a los días efectivos que se trabajaron durante las campañas para el envasado de mango en cajas. Este valor fue bastante lejano al 100% por lo que se obtuvo una muy baja eficiencia el proceso de envasado; El OEE fue el producto de la CALIDAD por la DISPONIBILIDAD por el RENDIMIENTO. Una de las principales razones para que el indicador OEE haya sido muy bajo fue el exceso de producto que tenía cada caja terminada pues el control de peso fue manual y depende de entre 4 a 5 persona. Según Calvob y Domingo este valor estaría bajo el 65% lo que sería inaceptable por existir pérdida económica y baja competitividad.

**Objetivo Específico 2:** Determinar los parámetros de diseño de un sistema automático de pesaje en línea de envasado de mango congelado.

**Tabla 2:** *Parámetros de diseño del sistema automático de pesaje.*

VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA AUTOMATICO DE PESAJE		
Indicador	Característica	Exigencia
Peso	: Cajas de 13,6 kg	O
Producción	: 2.5 Ton/h de mango	O

*Nota:* O = Obligatorio, P = Opcional

### Interpretación

El proceso de pesaje actual se realizó utilizando una faja transportadora, una balanza electrónica y unos caballetes, durante las campañas se envasó 13.6 kg de cubos de mango congelado en cajas, a una velocidad de 2.5 Ton/h. La faja transportadora llenaba el mango a la caja, una vez llena la caja se pesó sobre una balanza electrónica, si era necesario se agregaba o retiraba producto a fin de haber obtenido el peso objetivo. Posteriormente este mango que fue envasado en cajas pasaba por una máquina selladora. Las cajas se agruparon en pallets, cada pallet contenía 90 cajas.

El sistema de pesaje automático que se propuso consta de un transportador que trasladará el mango congelado hasta una tolva y desde una tolva vaciará el mango en las respectivas cajas, en la estructura de la tolva estarán montadas las celdas de carga que son el núcleo del sistema que se propuso ya que estos componentes nos permitirían medir el peso. Paralelamente se tendrá un transportador de cajas automático, estos transportadores serán utilizados para alimentar, posicionar y sacar las cajas de mango hasta la máquina selladora. Para ver el indicador del peso se contará con un panel gráfico que permitirá ver en tiempo real el peso de las cajas obtenidas. El sistema de pesaje automático permitirá eliminar las pérdidas por sobre peso, ahorro de costos en mano de obra y finalmente mejorará la velocidad de producción. Los indicadores para este sistema son el peso 13.6 kg por caja y producción que será 2.5 ton/h.

**Objetivo Específico 3:** Selección de componentes del sistema automático de pesaje en línea de mango congelado.

**Tabla 3:** Componentes principales del sistema automático de pesaje.

COMPONENTES DEL SISTEMA AUTOMATICO DE PESAJE			
ETAPA	QTN	UM	DESCRIPCIÓN
<b>CONTROL</b>	1	UN	PLC S7-1200 CPU 1217C DC/DC/RLY Ref. 6ES7214-1HG40-0XB0 Siemens
	1	UN	Fuente de alimentación 100-500V/24VDC 5A Ref. ABL8RPS24050 Schneider Electric
	1	UN	HMI KTP 700 BASIC PN Ref. 6AV2123-2GB03-0AX0 Siemens
<b>ENTRADAS (SENSORES Y CELDAS)</b>	4	UN	Sensor fotoeléctrico Rango 300mm M18 24VDC /PNP/ NA Ref. HTB18-P4A2BB Sick
	1	UN	Módulo amplificador analógico Ref. AS-2TC ASCCELL SENSOR
	1	UN	Caja sumadora para 4 celdas IP67 Ref. I-CJ4 ASCCELL SENSOR
	4	UN	Celdas de carga inox tipo viga C3 IP68 20kg
<b>SALIDAS (ACTUADORES)</b>	1	UN	Módulo de salidas analógicas S7-1200 Ref. 6ES7232-4HB32-0XB0 Siemens
	1	UN	Electro válvula 24VDC 5/2 Monoestable Ref.VUVS-LK25-M52-AD-G14-1B2-S Festo
	1	UN	Cilindro neumático 40mm*25mm Ref. DSNU-50-40-PPV-A Festo
	1	UN	Cilindro neumático 20mm*15mm Ref. DSNU-20-15-PPV-A Festo
	1	UN	Electro válvula 24VDC 5/2 Monoestable Ref. VUVG-LK14-M52-AT-G18-1R8L-S Festo
<b>ESTRUCTURA</b>	1	UN	Plancha de acero 304 Inox 2mm*2000mm
	1	UN	Tubería cuadrada 100mm*70mm 5/16

## **Interpretación**

El sistema automático de pesaje que se propuso se dividió en 4 etapas. El control, constituido por el PLC, HMI y fuente de alimentación. El PLC es el componente que controlará al sistema acorde a las condiciones (programación), el HMI nos permitirá visualizar los valores del peso y otros indicadores, y finalmente la fuente de alimentación suministrará tensión eléctrica en corriente continua a los diversos dispositivos que componen el sistema. La etapa de entradas, está constituida por sensores fotoeléctricos, módulo amplificador, tarjeta sumadora y celdas. Los sensores fotoeléctricos detectarán la posición de las cajas, el módulo amplificador entregará una señal análoga normalizada al PLC, la caja sumadora acoplará las 4 señales de las celdas de carga y la entregará en una sola señal equivalente al módulo amplificador. La etapa de salidas, está constituido por los actuadores, pistón para controlar el paso de las cajas, pistón para controlar la compuerta de la tolva y la señal análoga para controlar la velocidad de la faja dosificadora en función al peso. La última etapa está compuesta por la estructura de la tolva, que debe ser en acero inoxidable. Las consideraciones para la selección de los componentes, fueron que la compañía cuenta con los softwares licenciados para el PLC y HMI, otras consideraciones fueron tomar en cuenta las recomendaciones de los fabricantes y normativa internacionales como la FDA y OIML.

**Objetivo Específico 4:** Evaluar el costo beneficio en la implementación del sistema automático en el proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado.

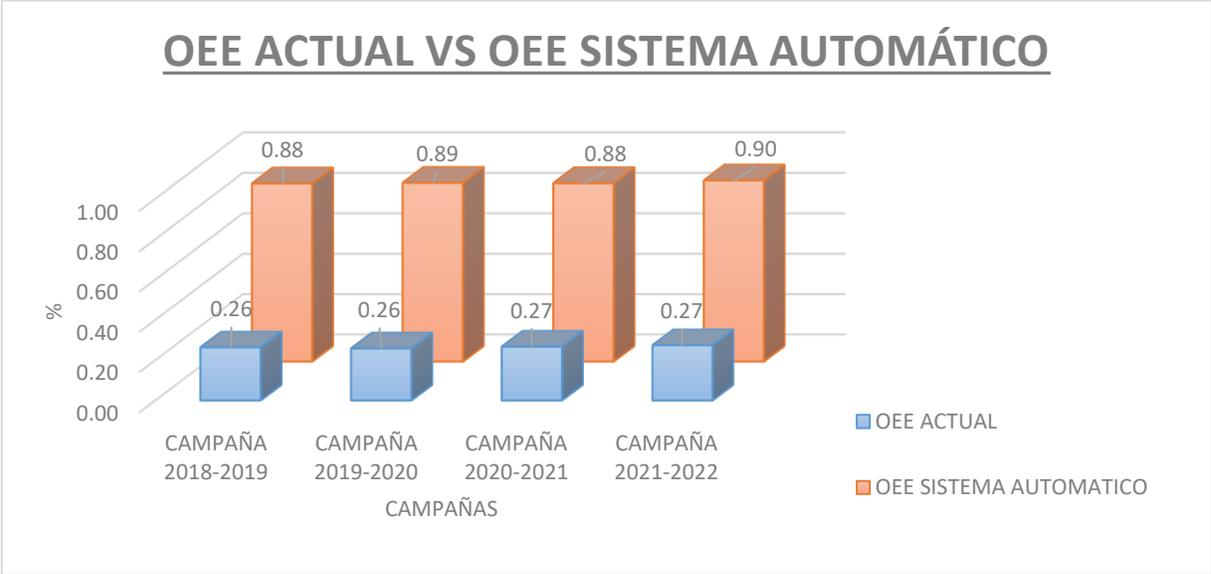
**Tabla 4:** Resultados de los indicadores, VAN, TIR y Costo/Beneficio

INDICADORES	SIGNO	VALOR	REFERENCIA
Valor Actual Neto	VAN	1481851.29	>0
Tasa Interna de Retorno	TIR	20.98%	>5
Relación Beneficio/Costo	B/C	1.32	>1

### Interpretación

Se obtuvo los indicadores de los beneficios y costos, se tuvo como base de datos el desempeño de las campañas anteriores, el valor actual neto (VAN) tiene un valor mayor a cero por lo que el proyecto sería viable, así mismo el cálculo realizado de la tasa interna de retorno (TIR) se obtuvo un valor de 20.98% siendo mayor al 5% del costo de oportunidad lo que nos indica que si es viable invertir en el proyecto. Respecto a la relación costo/beneficio se obtuvo un valor mayor a la unidad lo que significa que se espera \$1.32 en beneficio, por cada \$1 de inversión en el proyecto.

**Objetivo general:** Evaluar la propuesta de un sistema automático para incrementar la eficiencia del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial, La Libertad.



**Ilustración 2:** Resultado obtenido del cálculo de la OEE del sistema actual vs la OEE del sistema automático de pesaje propuesto.

**Interpretación**

Con el sistema automático de pesaje propuesto para incrementar la eficiencia del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado, el OEE promedio calculado fue del 89% estando en el margen Bueno, según Domingo (2019). Para obtener el resultado se calculó la Calidad en base a la división del número de cajas con peso exacto sobre las cajas que se debieron producirse, teóricamente estos valores deben ser los mismo pues se desea producir todas las cajas con el peso exacto. Además, basándonos en el análisis realizado por Sandeep Singh (2020) cuyo estudio realizado consistió en analizar los datos tomados de un sistema automatizado de pesaje de croissant (producto horneado hecho con harina), durante un año y medio en una línea de producción que opera durante las 24 horas efectivas en 3 turnos por día y paradas los fines de semana finalmente el valor obtenido para la OEE relacionando la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, se mejoró del 75% al 84%. Este estudio confirmó que el indicador de OEE mejoraría con el sistema que se propuso.

## V. DISCUSIÓN

En la investigación se planteó como el primer objetivo específico, el determinar la eficiencia del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial. Según Singh (2020) el cálculo de la OEE es una herramienta estratégica enfocada en la mejora de la calidad y rendimiento basándose en la gestión de tiempo y sobre todo en el análisis de pérdida de la producción con el fin de obtener resultados óptimos. En la presente investigación encontramos que del número de cajas que se deben obtener solo se obtiene el 95% aproximadamente debido exclusivamente a la calidad en la producción. Sin embargo, en el estudio realizado por Cercosa (2019) la OEE es un indicador de las instalaciones industriales que está vinculado solo al mantenimiento. En esta investigación encontramos que la disponibilidad (horas de trabajo y paradas) no es un valor tan influyente en el cálculo de la OEE como lo es la calidad. Por lo tanto, se puede decir que el cálculo de la OEE representa la capacidad real para producir, sin defectos y verificar el desempeño del proceso. Además, es considerada como el principal indicador para medir el éxito de la implementación, que a medida del paso el tiempo, este fue aplicado a diferentes actividades, y no solo se quedó vinculado al mantenimiento.

El segundo objetivo específico fue determinar los parámetros de diseño de un sistema automático de pesaje en línea de envasado de mango congelado para lo cual se identificaron 2 puntos: el peso y la productividad. Hao (2022) nos dice que la parte principal es obtener los datos claves para la programación. También tenemos a Cisneros y Parra (2018) para quienes la implementación de un sistema de control de pesaje requiere el valor del Set Point (peso) como dato principal en la programación del sistema, sin dejar de lado a la productividad como una variante. Adicionalmente, Zermane (2018) nos dice que los sistemas automáticos de pesaje son tolerantes a fallos por tener al PLC reforzado industrialmente. Sin embargo, para Qing Hu (2020) las señales de pesaje son influenciadas fácilmente por innumerables interferencias externas. Por lo siguiente se puede considerar que los sistemas de pesajes están expuestos a interferencias, sin embargo, estas no son capaces de influenciar en un

100% el valor del Set Point ya que los sistemas actuales cuentan con hardware orientados a mitigar los ruidos e interferencias.

El tercer objetivo específico fue la selección de componentes del sistema automático del proceso de pesaje en línea de mango congelado. En esta investigación clasificamos en 4 etapas a los componentes, siendo el corazón de este sistema, la etapa de control. Cuyos componentes son el PLC S7-1200 Siemens, HMI KTP 700 Siemens y a la fuente de alimentación. Según Sujon y Dai (2021) un sistema automático de pesaje es un conjunto de equipos que están controlados por un PLC, y el nivel de automatización puede mejorar la eficiencia. Wiesmayr (2020) nos dice que el lenguaje de programación del PLC es constantemente optimizado por el fabricante, lo que permite la mejora continua de este sistema de pesaje automático. Sin embargo, Sun (2020) nos dice que las señales en estos sistemas son sensiblemente afectadas, sin esfuerzo, por diversos factores como consecuencia de la difícil construcción de los sistemas de pesaje. Uno de estos factores son las constantes vibraciones comportándose como fuente de perturbación en las señales de salida en las celdas de carga. Por lo tanto, podemos concluir que, dado estos antecedentes y con los objetivos realizados, se puede decir que a pesar que estos sistemas tienen señales sensibles es posible que estos sistemas de pesaje automático mejoren la eficiencia.

El cuarto objetivo específico fue valorar el costo beneficio en la implementación del sistema automático en el proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado. Singh (2020) nos dice que toda mejora en la eficiencia nos lleva a mejoras económicas, por lo que el sistema automático propuesto tiene viabilidad y deja en claro que es posible invertir en él. En esta investigación se obtuvieron resultados favorables en la relación costo/beneficio. Sin embargo, tenemos a Hao (2022) quien nos dice que, en una comparación de costos del mantenimiento de un sistema automático frente a un sistema manual, es mayor. También tenemos a Zhu (2020) quien nos dice que el uso de estas automatizaciones, son necesarios sin embargo son costosas. Por lo consiguiente, si bien es cierto que, la automatización de sistemas de pesajes es costosa, tenemos reflejado en el valor actual neto, la viabilidad del proyecto, así como

también en la tasa interna de retorno.

Por último, el objetivo general fue evaluar la propuesta del sistema automático para incrementar la eficiencia del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial, La Libertad. Donde tenemos al estudio realizado por Singh (2020) quien comprobó por medio de pruebas realizadas durante un año y medio comprobó que un sistema automático de pesaje aumenta la eficiencia en su investigación paso del 75% al 84%. Zhang (2019) realiza una comparación entre la cosecha manual de algodón y una cosecha automatizada, los parámetros seleccionados en esta comparación demuestran claramente la eficiencia de una frente a la otra opción. Siendo la mejor la automatizada. También tenemos a Parra y Cisneros (2018) nos dicen que, para mejorar la eficiencia, la automatización de los sistemas con la implementación de un software que permita el control del sistema de medición donde el dato principal es el peso ya que están enfocados en brindar un producto con características optimas, hacen que la eficiencia de la producción mejore en sí. Sin embargo, Segun Cheng (2018) el indicador OEE se mejora aplicando una estricta estrategia de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de las máquinas y equipos, lo que nos permite mejorar el indicador de disponibilidad.

## VI. CONCLUSIONES

1. El indicador OEE calculado correspondiente al sistema de pesaje actual es muy bajo, por lo que la propuesta de implementación de un sistema automático de pesaje mejoraría el indicador OEE actual que es de un 26.5%, pues este indicador nos demuestra que es un valor muy bajo dentro de la clasificación mundial, este indicador está por muy por debajo del 65%, es decir se encontraría en un rango de inaceptable ya que existe pérdida económica y baja competitividad.
2. El peso determinado dentro de los parámetros mediante nuestra ficha de registro N° 2 nos permitió conocer y digitar su valor, de 13.6 kg por caja, en uno de los bloques que se utilizaron en la programación y que gobierna la etapa de control del sistema de pesaje, el componente fundamental de esta etapa es el PLC. Con el sistema de pesaje propuesto será posible obtener mejores resultados en el indicador OEE.
3. La selección de los componentes del sistema automático tuvo como principales piezas al PLC S7-1200 CPU 1217C encargado de gobernar el sistema de control, HMI como medio de lectura donde se visualizará el peso, sensores fotoeléctricos que permitirán el ingreso y salida secuencial de las cajas, finalmente las celdas de carga quienes enviarán una señal analógica al sistema de control en función al peso del producto en la tolva. Los componentes mencionados anteriormente son fundamentales para poder realizar la automatización del sistema de pesaje con el objetivo de obtener cajas con peso exacto.
4. El sistema automático de pesaje tiene un costo de inversión de \$25 162.60 con un valor actual neto de 1481851.29 una tasa de retorno de 20.98% y una relación de costo/beneficio de \$1.32 por lo que se concluye que nuestra propuesta es un proyecto viable y se puede invertir en él, además se obtendrá un beneficio de \$1.32 por cada \$1 invertido.
5. Con la propuesta de un sistema automático para incrementar la eficiencia del proceso de pesaje en línea de envasado de mango congelado, concluimos que

es viable y que, si se puede invertir en este, además aumentaríamos el indicador OEE con respecto al del proceso de pesaje actual.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Habiendo analizado los resultados de esta investigación, se plantean las siguientes recomendaciones:

Implementar el sistema automático de pesaje propuesto, a fin de obtener los valores exactos de calidad, disponibilidad y rendimiento de esta forma obtendremos el valor exacto de la OEE.

Fabricar la tolva teniendo en cuenta que el material utilizado tenga la aprobación de la institución americana FDA (Administración de alimentos y medicamentos), quien es responsable de proteger la salud pública mediante la regulación de alimentos incluida la de animales, etc. O la normativa EC 1935/2004, que busca garantizar el funcionamiento del mercado en relación a los materiales que entran en contacto directo con los alimentos.

Seleccionar las celdas de carga tomando en cuenta las recomendaciones de la organización mundial OIML (Organización mundial de la metrología legal). La OIML R60, aceptada a nivel internacional, nos dice que el rango de precisión en una celda de carga para el comercio es C3, esta muestra un peso con mayor precisión en comparación con C1.

## REFERENCIAS

- Annadurai Vimallesh, J. A. (2019). System modeling and identification of a balance type checkweigher compensated by voice coil actuator.
- Bang Liu, H. K. (2019). Automatic Storage System Based on Weight and Volume Measurement.
- Bardales, D. J. (2021). La investigación científica: su importancia en la formación de investigadores.
- Biao Sun, Z. T. (2020). A novel LMS-based SANC for conveyor belt-type Checkweigher.
- Biao Sun, Z. T. (2020). Periodic Noise Rejection of Checkweigher Based on Digital Multiple Notch Filter.
- Converter. (2020). How to harness the power of smart checkweighing technology. *CONVERTER*.
- Darestani, M. F. (2018). Fuzzy overall equipment effectiveness and line performance measurement using artificial neural network.
- Domingo, P. C. (2019). An exploratory study on the relationship of OEE variables and CO2 emissions.
- Evans, C. (2019). Factories get smarter.
- Felipe., H. Y. (2019). A Review of Smart Sensing Technologies for Monitoring Food Quality.
- Galarza, C. R. (2020). LOS ALCANCES DE UNA INVESTIGACIÓN.
- Grum, M. (2018). Calibration of automatic catchweighing instruments in dynamic mode of operation.
- Hajej, A. S. (2020). Integrated Production, Maintenance and Control Chart of Supply Chain.
- Hanane Zermene, R. K. (2019). Automation and Advanced System Control of an Industrial Production Process using Fuzzy Logic.
- Hao, R. (2022). Application-of-S7300-PLC-and-Single-Axis-Motion-Controller-in-Manipulator-Control-SystemJournal-of-Physics-Conference-Series.
- Hao., R. (2022). Application of S7300 PLC and single axis motion controller in manipulator control system journal of physics conference series.
- Hughs, J. Z. (2019). Accuracy, Precision, and Harvesting Efficiency of a Cotton Plot Picker Installed with an Automatic Weighing System in a Cotton Breeding Program.
- Hyun-Ho Lee, K.-T. Y.-M. (2021). Checkweigher using an emfc weighing cell with magnetic springs and air-bearings.
- Jiawen Xiong, G. Z. (2020). A user-friendly verification approach for IEC 61131-3 PLC programs.
- Juliananda, S. S. (2019). Analysis of the Overall Equipment Effectiveness to Minimize Six Big Losses of Pulp Machine.
- Kasmi., H. Z. (2018). Automation and Advanced System Control of an Industrial Production Process using Fuzzy Logic.
- Kuramoto, M. U. (2021). Evaluation of an automated mass comparator performance for mass calibration of sub-milligram weights.

- Liu, B. Z. (2018). A preventive maintenance policy for a pull system with degradation and failures considering product quality.
- Maddhukar, P. K. (2019). Automatic Weighing and Packaging Machine.
- Nyoungue., A. S. (2022). An optimal production, maintenance and quality problem, with improved statistical process chart of a supply chain under service and quality requirements.
- P.D., Á. I. (2019). Actual types of sensors used for weighing in motion.
- Pedro Antonio Román Cisneros, J. C. (2018). Volumetric system, weighing and calculation of the shipping fee by standard method.
- Sadilek, T. (2019). Perception of Food Quality by Consumers: Literature Review.
- Sgarbossa, D. B. (2018). Data collection, analysis and impact on OEE in bottling lines the San Benedetto case study .
- Shi., J. X. (2020). A-userfriendly-verification-approach-for-IEC-611313-PLC-programsElectronics-Switzerland.
- Singh, S. S. (2020). Analysis and directions of OEE and its integration with different strategic tools.
- Singh., S. S. (2020). Analysis and directions of OEE and its integration with different strategic tools.
- Sujon Mohammad, D. F. (2021). Application of weigh-in-motion technologies for pavement and bridge response monitoring: State-of-the-art review.
- Szeląg-Sikora, A. (2019). Analysis of performance and the Overall equipment effectiveness in a manufacturing company.
- Tanaka, H. T. (2021). Development of stepwise tolerances covering the entire weighing range for efficient verification of automatic checkweigher.
- Tanaka, Y. T. (2021). Development of stepwise tolerances for efficient verification of automatic checkweigher.
- Theodore Pribytkov, S. J. (2019). Weight Sensor Array for Dynamic Weighing of Nonsingulated Objects.
- Tianhao Qin, M. L. (2018). Effects of Sensor Location on Dynamic Load Estimation in Weigh-in-Motion System.
- Transducers, V. (2018). Load cell technology.
- Tsarouhas, P. (2018). Improving operation of the croissant production through overall equipment effectiveness OEE.
- Tsarouhas, P. H. (2019). Overall equipment effectiveness (OEE) evaluation for an automated ice cream production line.
- VI Marsov, R. G. (2019). Dependence of the Efficiency of the Distribution of Anti-icing Material on the Type of Suspension of the Weighing Conveyor.
- Warfield, J. W. (2021). Specifications, Tolerances, and Other Technical Requirements for Weighing and Measuring Devices.
- Wenwen Zhao, J. L. (2020). Design of Dynamic Calf Weighing System Based on Moving-IIR Filter Algorithm.
- Xiong Xiangxiang Jiangxi. Zhou Ping. (2018). Design and Implementation of a Portable Electronic Scale.

## ANEXO

### Anexo 1: Operacionalización de las variables

**Tabla 5:** *Matriz de operacionalización de la variable Sistema automático de pesaje*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Sistema automático de pesaje</b>	Es la variable independiente de categoría cuantitativa. Se definió como un sistema de pesaje, también llamado controlador de peso, a un dispositivo que mide el peso del producto y lo compara con el valor deseado (masa nominal) Hyun-Ho Lee (2021).	Esta variable tiene como muestra a 1 línea de envasado de mango, donde se consideraron las dimensiones de Lee (2021). Para medirla se utilizó como técnica el análisis documental y la observación y como instrumento se realizaron 2 fichas de registro. La primera ficha de registro tuvo 2 datos a llenar, con ellos obtuvimos el valor del Set Point el cual fue ingresado al Demo de TIA Portal V16 TRIAL de Siemens para la programación respectiva. Y la segunda con 4 datos, los cuales fueron esenciales para el diseño del sistema automático de pesaje.	Envasado	Peso	Razón
				Productividad (Velocidad)	Razón

**Tabla 6:** Matriz de operacionalización de la variable Eficiencia

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Eficiencia</b>	Es la variable dependiente de categoría cuantitativa, la eficiencia denominada OEE no es más que un método, el cual nos permite medir la eficiencia en cuanto al uso de maquinaria, equipo y recursos de producción. Aquí se usa una relación de tres elementos principales: disponibilidad, calidad y rendimiento (Sikora, 2019)	Esta variable tiene como muestra a 1 línea de envasado de mango, donde se consideraron las dimensiones de Sikora (2019). Para medirla se utilizó como técnica, el análisis documental, como instrumento se realizaron 4 fichas de registro cada una solicitando los mismo indicadores para las diferentes campañas evaluadas (2018-2022), esta ficha la contiene entre 160 y 168 ítems y para el análisis de resultados hicimos uso de una hoja de cálculo, donde fue ingresado cada dato y procesado en formulas simples; posteriormente se contrastaron con datos teóricos y artículos.	OEE	Calidad	Razón
				Disponibilidad	Razón
				Rendimiento	Razón

## Anexo 2: Cálculo de la OEE

### 1. Cálculo de calidad:

- CALIDAD = 
$$\frac{\# \text{ Cajas con peso exacto}}{\# \text{ Cajas que se debieron producir}}$$

### 2. Cálculo de la disponibilidad

- DISPONIBILIDAD = 
$$\frac{\# \text{ Horas de trabajo} - \text{Paradas}}{\# \text{ Horas de trabajo}}$$

### 3. Cálculo del rendimiento

- RENDIMIENTO = 
$$\frac{\# \text{ Cajas producidas realmente}}{\# \text{ Cajas que se debieron producir}}$$

### 4. Cálculo de la OEE

- OEE = CALIDAD \* DISPONIBILIDAD \* RENDIMIENTO



**Tabla 8:** Ficha de registro N° 1 correspondiente a la variable eficiencia, campaña 2018-2019.

<b>FICHA DE REGISTRO N° 1</b>					
VARIABLE DEPENDIENTE: EFICIENCIA					
				Fecha	19/09/2022
Investigadores	1°	Leiton Valiente, Cristina			
	2°	Marquina Sánchez, Jeison			
Empresa	Empresa agroindustrial				
Ubicación	Virú - La libertad				
Área	Envasado y empaque				
Línea	Línea N° 01				
Campaña	2018-2019				
Producto	Mango en cubos				
FECHA	PRODUCTO A ENVASAR (TON)	CAJAS CON PESO EXACTO	CAJAS LLENAS	HORAS PROGRAMADAS	PARADAS
18/11/2018	5.87	104	407	4.5	0.5
19/11/2018	5.96	175	419	4	0
20/11/2018	6.06	107	420	5	1
21/11/2018	6.85	111	475	5.5	0
22/11/2018	9.18	229	642	7	2
23/11/2018	8.93	177	621	7	0
24/11/2018	7.49	187	524	5	0
25/11/2018	7.21	170	503	6	0
26/11/2018	7.52	133	522	5	0
27/11/2018	8.13	179	567	6	2
28/11/2018	7.06	114	489	5	0
29/11/2018	6.53	110	453	5	1
30/11/2018	7.61	117	527	6	2
01/12/2018	9.99	235	698	7	2
02/12/2018	11.45	303	802	8	0.5
03/12/2018	11.36	167	786	7.5	0
04/12/2018	10.21	225	712	7	0
05/12/2018	11.76	251	819	8	2
06/12/2018	12.09	222	840	8	0
07/12/2018	10.35	282	726	8	0
08/12/2018	9.89	204	689	7	0
09/12/2018	13.08	366	918	9	2
10/12/2018	16.07	295	1116	11	2

11/12/2018	15.70	393	1098	10	1
12/12/2018	13.34	294	930	9	0
13/12/2018	14.96	264	1038	9.5	0
14/12/2018	17.18	404	1200	11.5	1
15/12/2018	15.64	310	1088	11	0
16/12/2018	17.50	257	1211	12	2
17/12/2018	18.15	454	1269	13	3
18/12/2018	14.38	307	1002	11	0
19/12/2018	15.71	416	1101	10	1.5
20/12/2018	15.27	404	1070	10	0
21/12/2018	13.47	248	935	9	0
22/12/2018	14.17	229	982	9	0
23/12/2018	13.98	370	979	9	0
24/12/2018	16.99	412	1187	12	1
25/12/2018	14.91	241	1033	11	0
26/12/2018	13.88	316	968	9	0
27/12/2018	14.36	285	999	10	0
28/12/2018	14.57	279	1013	12	1.5
29/12/2018	16.78	333	1167	13.5	1
30/12/2018	14.69	335	1025	10	0
31/12/2018	17.03	326	1183	11	0
01/01/2019	15.82	465	1112	12	0
02/01/2019	13.57	309	947	11	0
03/01/2019	16.06	260	1113	13	3.5
04/01/2019	13.90	399	976	9	0
05/01/2019	14.60	333	1019	10	0
06/01/2019	17.73	495	1244	12	0
07/01/2019	14.70	335	1026	10	0.5
08/01/2019	13.98	247	970	9	0
09/01/2019	18.73	468	1310	15	3.5
10/01/2019	17.00	450	1191	14	0
11/01/2019	14.31	379	1002	11	0
12/01/2019	13.25	360	929	10	1.5
13/01/2019	14.08	300	981	9	0
14/01/2019	16.74	443	1173	12	0
15/01/2019	15.51	422	1087	10	1
16/01/2019	13.61	380	955	9	0
17/01/2019	18.09	465	1266	15	4
18/01/2019	16.35	313	1137	10.5	0
19/01/2019	15.10	255	1047	10	0
20/01/2019	13.45	307	939	9	0
21/01/2019	14.18	209	981	11.5	1

22/01/2019	15.95	293	1108	10	0
23/01/2019	15.59	355	1088	11	0
24/01/2019	14.11	228	978	9	0
25/01/2019	16.74	394	1169	11	1
26/01/2019	15.39	362	1075	12	0
27/01/2019	14.11	218	977	11	0
28/01/2019	15.32	361	1070	11	2
29/01/2019	13.54	299	944	10	0
30/01/2019	14.37	349	1004	11.5	0
31/01/2019	16.23	275	1126	13.5	0
01/02/2019	15.92	316	1107	12.5	0
02/02/2019	17.48	514	1228	14.5	3.5
03/02/2019	14.52	214	1004	12	0
04/02/2019	14.47	298	1008	11.5	0.5
05/02/2019	13.04	297	910	10.5	0
06/02/2019	14.26	262	990	11	0
07/02/2019	14.84	382	1039	10	0
08/02/2019	14.52	214	1005	10	0
09/02/2019	13.46	346	942	9	0
10/02/2019	14.87	383	1041	10	0
11/02/2019	14.23	387	998	11	0
12/02/2019	14.09	280	980	10.5	0
13/02/2019	15.45	341	1077	12.5	3
14/02/2019	13.69	292	954	10.5	0
15/02/2019	14.82	403	1039	11	0
16/02/2019	16.26	287	1129	12	4.5
17/02/2019	13.06	231	907	9	0
18/02/2019	15.29	326	1065	12	0
19/02/2019	12.57	203	871	9	0
20/02/2019	15.89	269	1102	11	0
21/02/2019	13.64	271	949	9	0
22/02/2019	14.68	345	1025	9.5	0
23/02/2019	16.42	350	1144	10.5	2.5
24/02/2019	15.10	366	1056	11	0
25/02/2019	14.00	319	977	10	0
26/02/2019	14.16	396	993	9	0
27/02/2019	14.87	241	1030	10	0
28/02/2019	15.65	253	1084	11	2
01/03/2019	15.84	256	1098	10	0
02/03/2019	15.41	374	1077	10	0
03/03/2019	15.00	254	1040	11	0
04/03/2019	14.34	327	1001	9	0

05/03/2019	16.02	271	1111	10.5	3
06/03/2019	17.95	488	1259	12	1
07/03/2019	14.04	392	985	10	0.5
08/03/2019	13.34	284	929	9	0
09/03/2019	16.07	402	1124	10.5	2.5
10/03/2019	14.76	347	1030	10	0
11/03/2019	15.38	441	1080	10	0
12/03/2019	13.87	265	964	11	0
13/03/2019	16.88	335	1174	11	0
14/03/2019	13.21	233	917	9	2
15/03/2019	13.34	383	937	10	0
16/03/2019	17.35	485	1217	11	1
17/03/2019	15.96	340	1112	12	0
18/03/2019	15.45	318	1076	10	0
19/03/2019	17.94	475	1257	12	0
20/03/2019	15.21	302	1058	10	0
21/03/2019	14.41	286	1002	11	0
22/03/2019	12.82	321	897	9	0
23/03/2019	14.65	258	1016	10	0
24/03/2019	14.15	416	995	9	0
25/03/2019	13.35	373	937	10	0
26/03/2019	13.91	317	971	9	0
27/03/2019	19.18	367	1333	14	5
28/03/2019	15.79	441	1108	13	2
29/03/2019	14.87	219	1029	12	0
30/03/2019	13.18	271	917	9	0
31/03/2019	15.27	449	1073	10	0
01/04/2019	0.00	0	0	1	0
02/04/2019	0.00	0	0	1	0
03/04/2019	0.00	0	0	1	0
04/04/2019	8.25	152	573	6	1
05/04/2019	7.34	194	515	5	0
06/04/2019	8.14	150	565	6	2
07/04/2019	6.81	100	471	5	0
08/04/2019	7.98	188	557	6	0
09/04/2019	8.15	240	573	5.5	1
10/04/2019	8.90	144	617	7	2
11/04/2019	7.08	203	497	5	0
12/04/2019	8.31	244	584	6	1.5
13/04/2019	6.60	170	462	5	0
14/04/2019	5.85	125	408	4	0
15/04/2019	6.04	178	424	5	1

16/04/2019	5.43	104	377	4	0
17/04/2019	6.03	115	419	4	0
18/04/2019	5.18	114	361	4	0
19/04/2019	6.01	102	417	5	2
20/04/2019	4.88	126	342	4	0
21/04/2019	5.78	94	401	4	0
22/04/2019	5.94	100	412	4	0
23/04/2019	6.23	156	436	5	0
24/04/2019	6.37	140	444	5	1
25/04/2019	5.79	141	405	4	0
26/04/2019	4.92	83	341	4	0

**Tabla 9:** Ficha de registro N° 1 correspondiente a la variable eficiencia, campaña 2019-2020.

<b>FICHA DE REGISTRO N° 1</b>					
VARIABLE DEPENDIENTE: EFICIENCIA					
				Fecha	19/09/2022
<b>Investigadores</b>	1°	Leiton Valiente, Cristina			
	2°	Marquina Sánchez, Jeison			
<b>Empresa</b>	Empresa agroindustrial				
<b>Ubicación</b>	Virú - La libertad				
<b>Área</b>	Envasado y empaque				
<b>Línea</b>	Línea N° 01				
<b>Campaña</b>	2019-2020				
<b>Producto</b>	Mango en cubos				
FECHA	PRODUCTO A ENVASAR (TON)	CAJAS CON PESO EXACTO	CAJAS LLENAS	HORAS PROGRAMADAS	PARADAS
12/11/2019	4.49	99	313	3	0
13/11/2019	5.26	77	364	4	0
14/11/2019	5.22	111	363	4	0
15/11/2019	5.79	136	404	4	0
16/11/2019	5.65	83	391	4	0
17/11/2019	5.92	144	414	4	0
18/11/2019	8.02	118	555	6	1
19/11/2019	7.73	125	536	6	2.5
20/11/2019	8.50	163	591	6	0
21/11/2019	8.23	206	576	5.5	1

22/11/2019	8.41	223	589	6	0
23/11/2019	9.04	193	630	7	3
24/11/2019	8.76	180	610	7	1
25/11/2019	8.18	241	575	6	0
26/11/2019	8.55	189	596	6	1.5
27/11/2019	8.19	163	570	6.5	2
28/11/2019	7.19	111	498	5	0
29/11/2019	7.73	222	543	5	0
30/11/2019	8.01	130	555	6	0
01/12/2019	11.01	162	762	7	0
02/12/2019	10.97	210	763	8	0
03/12/2019	12.57	361	883	9	3
04/12/2019	13.02	345	912	8.5	2
05/12/2019	12.12	241	843	9	0
06/12/2019	12.05	328	845	8	0
07/12/2019	13.33	235	925	9	0
08/12/2019	5.77	106	400	4	0
09/12/2019	14.53	342	1015	10	2
10/12/2019	18.22	268	1261	14	4
11/12/2019	14.29	221	989	10	0
12/12/2019	15.50	399	1085	12	0
13/12/2019	18.81	373	1309	14	0
14/12/2019	15.60	275	1082	11	0
15/12/2019	16.65	404	1164	12	0
16/12/2019	14.68	302	1022	11	0
17/12/2019	16.46	363	1148	10.5	0
18/12/2019	16.54	438	1158	11	0
19/12/2019	17.79	510	1249	14	4.5
20/12/2019	14.78	283	1027	10	0
21/12/2019	13.33	382	936	9	0
22/12/2019	15.12	256	1048	11	0
23/12/2019	13.78	345	964	9	0
24/12/2019	13.52	229	937	9	0
25/12/2019	0.00	0	0	0	0
26/12/2019	15.79	325	1099	10	0
27/12/2019	17.69	299	1227	14	3
28/12/2019	14.84	349	1036	11	0
29/12/2019	18.04	279	1249	12	0
30/12/2019	16.74	283	1161	11	0
31/12/2019	15.42	272	1070	10	0
01/01/2020	0.00	0	0	0	0
02/01/2020	18.01	490	1262	12	0

03/01/2020	15.14	278	1052	11	0
04/01/2020	15.10	355	1055	12	0
05/01/2020	15.14	401	1061	12	0
06/01/2020	17.66	416	1234	14	2
07/01/2020	15.04	232	1041	12	0
08/01/2020	14.30	326	998	9	1
09/01/2020	16.90	485	1187	11	0
10/01/2020	17.18	316	1193	11	0
11/01/2020	18.46	502	1294	12	0
12/01/2020	17.98	304	1247	12	0
13/01/2020	14.15	271	984	10	3
14/01/2020	16.39	289	1138	13	0
15/01/2020	15.51	365	1083	11	0
16/01/2020	15.12	389	1058	11	0
17/01/2020	18.32	310	1270	13	3.5
18/01/2020	17.73	430	1239	12	0
19/01/2020	14.43	393	1012	11	0
20/01/2020	16.49	425	1155	13	0
21/01/2020	16.22	453	1138	12	0
22/01/2020	16.95	274	1175	12.5	0
23/01/2020	15.26	449	1072	10	0
24/01/2020	17.57	297	1218	13.5	3.5
25/01/2020	15.05	232	1042	12.5	0
26/01/2020	16.11	237	1114	13	3
27/01/2020	16.60	305	1153	11	0
28/01/2020	15.13	311	1053	10	0
29/01/2020	18.08	399	1261	12	0
30/01/2020	16.88	248	1168	13	1
31/01/2020	16.20	346	1129	13	0
01/02/2020	17.34	319	1204	13	0
02/02/2020	14.99	232	1038	11	0
03/02/2020	16.70	381	1166	12	0
04/02/2020	15.42	385	1078	12	0
05/02/2020	18.88	389	1314	12	0
06/02/2020	18.64	302	1292	12	0
07/02/2020	17.25	406	1205	11	0
08/02/2020	16.26	359	1134	12	0
09/02/2020	16.46	315	1144	11	0
10/02/2020	16.09	414	1126	13	3
11/02/2020	16.58	378	1157	13	0
12/02/2020	14.50	235	1005	12	0
13/02/2020	17.28	292	1198	13	2

14/02/2020	18.37	473	1286	15	4
15/02/2020	15.72	462	1105	11	0
16/02/2020	16.48	315	1146	13	0
17/02/2020	18.12	533	1273	14	3
18/02/2020	14.67	410	1029	9.5	0
19/02/2020	13.88	306	968	10	0
20/02/2020	17.03	276	1180	11	0
21/02/2020	16.57	378	1157	11	1
22/02/2020	14.42	297	1004	10	0
23/02/2020	17.21	342	1197	11	0
24/02/2020	16.82	247	1164	11	0
25/02/2020	14.32	274	995	11.5	2
26/02/2020	14.03	227	972	11	0
27/02/2020	15.80	465	1110	12	0
28/02/2020	17.90	434	1251	12	2
29/02/2020	15.72	312	1094	11	0
01/03/2020	14.36	391	1007	11.5	2.5
02/03/2020	17.66	428	1234	12	0
03/03/2020	16.00	282	1111	13	2
04/03/2020	17.71	312	1229	13	0
05/03/2020	17.70	403	1235	14	3
06/03/2020	14.85	284	1032	11	0
07/03/2020	14.75	314	1027	12	0
08/03/2020	18.16	347	1262	14	0
09/03/2020	10.65	266	745	8	0
10/03/2020	12.92	200	895	9	0
11/03/2020	17.27	330	1200	14	5
12/03/2020	16.13	379	1126	12	0
13/03/2020	16.57	475	1163	13	0
14/03/2020	16.07	331	1118	13	0
15/03/2020	17.11	428	1197	12	0
16/03/2020	16.39	277	1136	12	0
17/03/2020	18.25	268	1263	14	2
18/03/2020	13.79	254	958	11	0
19/03/2020	15.47	330	1078	12	0
20/03/2020	17.41	461	1220	13	3
21/03/2020	14.54	428	1022	12	0
22/03/2020	16.37	301	1137	13	0
23/03/2020	15.15	278	1052	12	0
24/03/2020	17.20	493	1208	14	1
25/03/2020	17.19	316	1194	14	0
26/03/2020	14.81	414	1039	12	0

27/03/2020	16.52	340	1150	13	0
28/03/2020	16.29	383	1138	12	0
29/03/2020	17.92	422	1251	12	0
30/03/2020	17.49	347	1217	12	0
31/03/2020	13.82	234	958	9	0
01/04/2020	12.77	244	887	8	2
02/04/2020	10.52	286	737	7	0
03/04/2020	10.58	163	733	8	1
04/04/2020	9.46	146	655	7	0
05/04/2020	12.04	345	845	9	2
06/04/2020	12.34	254	859	9	1
07/04/2020	11.76	259	820	8	0
08/04/2020	11.67	249	813	9	0
09/04/2020	7.23	181	506	6	0
10/04/2020	7.47	176	522	6	0
11/04/2020	9.03	179	628	7	1.5
12/04/2020	7.73	153	537	6	0
13/04/2020	8.49	200	593	6	0
14/04/2020	8.72	205	609	7	2
15/04/2020	7.64	174	533	6	0
16/04/2020	8.53	238	598	6	0.5
17/04/2020	7.15	105	495	5	0.5
18/04/2020	8.99	146	623	6	1
19/04/2020	8.06	178	562	6	1

**Tabla 10:** Ficha de registro N° 1 correspondiente a la variable eficiencia, campaña 2020-2021.

<b>FICHA DE REGISTRO N° 1</b>						
VARIABLE DEPENDIENTE: EFICIENCIA						
					Fecha	19/09/2022
Investigadores	1°	Leiton Valiente, Cristina				
	2°	Marquina Sánchez, Jeison				
Empresa	Empresa agroindustrial					
Ubicación	Virú - La libertad					
Área	Envasado y empaque					
Línea	Línea N° 01					
Campaña	2020-2021					
Producto	Mango en cubos					
FECHA	PRODUCTO A ENVASAR (TON)	CAJAS CON PESO EXACTO	CAJAS LLENAS	HORAS PROGRAMADAS	PARADAS	
06/11/2020	5.05	89	351	4	0	
07/11/2020	5.76	135	402	4	0	
08/11/2020	4.99	81	346	4	0	
09/11/2020	8.31	208	581	6	1	
10/11/2020	8.49	212	594	7	3	
11/11/2020	7.97	223	559	5	0	
12/11/2020	7.17	153	499	5	0	
13/11/2020	8.17	156	568	6	0	
14/11/2020	7.62	146	529	5	0	
15/11/2020	7.69	175	537	6	0	
16/11/2020	9.04	146	627	7	2.5	
17/11/2020	7.26	181	508	6	0	
18/11/2020	8.45	249	594	7	0	
19/11/2020	9.05	146	627	7	0	
20/11/2020	8.53	238	598	6	0	
21/11/2020	7.01	134	487	5	0	
22/11/2020	8.73	250	613	7	0	
23/11/2020	10.20	217	710	7	0	
24/11/2020	10.07	200	700	7	2	
25/11/2020	11.32	183	784	8	0	
26/11/2020	12.69	280	885	8	0	
27/11/2020	10.52	302	738	7	2.5	

28/11/2020	12.38	328	867	8	3
29/11/2020	10.59	187	735	7	0
30/11/2020	14.97	220	1036	10	3
01/12/2020	12.54	369	881	8	0
02/12/2020	15.28	281	1061	10	1
03/12/2020	15.37	407	1077	10	1
04/12/2020	16.95	324	1178	12	2
05/12/2020	13.95	410	980	11	0
06/12/2020	15.81	395	1106	10	0
07/12/2020	17.23	494	1210	13	1
08/12/2020	0.00	0	0	0	0
09/12/2020	13.65	231	947	9	1
10/12/2020	14.21	376	995	11	1
11/12/2020	15.01	342	1048	12	2
12/12/2020	15.41	272	1069	12	2
13/12/2020	15.33	338	1069	11	0
14/12/2020	18.17	387	1266	14	1
15/12/2020	16.26	287	1128	13	0
16/12/2020	14.63	387	1025	10	0
17/12/2020	13.89	378	974	9	0
18/12/2020	15.99	270	1109	13	2
19/12/2020	18.57	546	1305	15	3
20/12/2020	16.21	346	1130	13	0
21/12/2020	14.49	330	1011	10	0
22/12/2020	14.10	404	990	11	0
23/12/2020	15.63	333	1089	13	0
24/12/2020	16.46	327	1145	12	0
25/12/2020	0.00	0	0	0	0
26/12/2020	16.21	286	1125	13	2
27/12/2020	14.60	365	1021	12	0
28/12/2020	15.71	277	1090	13	0
29/12/2020	15.12	289	1051	12	0
30/12/2020	16.19	440	1135	13	1
31/12/2020	14.34	422	1008	9	0
01/01/2021	18.24	456	1276	15	4
02/01/2021	15.25	325	1063	12	1
03/01/2021	13.90	225	963	11	0
04/01/2021	13.22	243	918	11	0
05/01/2021	15.30	236	1059	12	0
06/01/2021	15.08	355	1053	12	0
07/01/2021	13.80	396	969	9	0
08/01/2021	15.26	258	1058	10	0

09/01/2021	16.84	483	1183	14	3
10/01/2021	14.57	364	1019	12	0
11/01/2021	16.11	450	1131	13	0
12/01/2021	16.99	387	1185	14	2
13/01/2021	16.64	318	1157	12	0
14/01/2021	17.35	281	1202	13	1
15/01/2021	15.40	317	1072	12	0
16/01/2021	14.10	301	982	9	0
17/01/2021	16.51	267	1144	11	0
18/01/2021	14.79	391	1036	12	0
19/01/2021	17.17	442	1202	11	0
20/01/2021	14.41	265	1001	11	0
21/01/2021	15.35	237	1063	12	0
22/01/2021	16.70	295	1159	13	2
23/01/2021	14.46	362	1012	11	0
24/01/2021	14.94	330	1042	11	0
25/01/2021	13.90	235	964	11	0
26/01/2021	14.21	376	996	11	0
27/01/2021	14.79	392	1036	12	0
28/01/2021	14.59	333	1018	12	0
29/01/2021	16.68	344	1162	13	1
30/01/2021	16.71	491	1174	13	2
31/01/2021	14.05	207	972	11	0
01/02/2021	15.57	378	1088	12	0
02/02/2021	16.70	307	1160	13	0
03/02/2021	15.86	280	1100	13	3
04/02/2021	14.22	366	996	9	1
05/02/2021	13.87	388	973	11	0
06/02/2021	13.51	377	948	11	0
07/02/2021	15.63	425	1095	12	2
08/02/2021	14.70	368	1028	11	2
09/02/2021	14.28	242	990	11	1
10/02/2021	15.45	273	1072	12	2
11/02/2021	15.62	230	1081	12	0
12/02/2021	13.81	406	971	11	0
13/02/2021	15.77	452	1107	13	2
14/02/2021	15.23	313	1060	12	1
15/02/2021	17.12	428	1197	11	0
16/02/2021	16.22	358	1131	11	0
17/02/2021	13.43	237	932	9	0
18/02/2021	16.87	434	1181	12	2
19/02/2021	14.23	272	989	11	0

20/02/2021	14.76	423	1037	10	0
21/02/2021	14.07	362	985	9	0
22/02/2021	16.81	309	1168	11	1
23/02/2021	13.88	357	972	10	0
24/02/2021	13.00	268	905	9	0
25/02/2021	12.74	234	885	9	0
26/02/2021	15.17	279	1053	10	1
27/02/2021	16.00	318	1113	10	1
28/02/2021	13.14	232	912	9	0
01/03/2021	18.62	493	1304	14	3
02/03/2021	13.95	390	979	9	0
03/03/2021	16.55	414	1157	11	0
04/03/2021	15.77	360	1101	10	0
05/03/2021	14.96	330	1043	11	1
06/03/2021	16.12	415	1128	13	2
07/03/2021	15.17	279	1053	12	0
08/03/2021	17.49	283	1212	14	3
09/03/2021	16.98	450	1190	12	0
10/03/2021	16.17	381	1130	12	0
11/03/2021	15.84	384	1107	13	2
12/03/2021	13.90	317	970	11	0
13/03/2021	15.25	280	1060	10	0
14/03/2021	17.54	284	1215	11	0
15/03/2021	13.81	355	966	10	0
16/03/2021	15.82	349	1103	10	0
17/03/2021	15.68	415	1098	10	0
18/03/2021	13.39	325	936	9	0
19/03/2021	14.19	344	992	10	0
20/03/2021	15.00	408	1052	10	0
21/03/2021	16.42	362	1145	12	0
22/03/2021	16.39	301	1138	13	4
23/03/2021	14.06	362	984	9	0
24/03/2021	16.93	386	1182	12	0
25/03/2021	15.31	349	1068	12	0
26/03/2021	17.56	349	1222	14	3
27/03/2021	12.86	246	894	9	0
28/03/2021	14.39	275	1000	11	0
29/03/2021	9.82	181	682	7	0
30/03/2021	10.50	178	728	8	0
31/03/2021	10.61	281	743	7	0
01/04/2021	5.40	87	374	4	2
02/04/2021	10.25	256	717	8	2

03/04/2021	13.03	297	909	10	4
04/04/2021	12.50	193	866	9	0
05/04/2021	13.32	363	934	10	2
06/04/2021	13.35	255	928	11	3
07/04/2021	10.89	288	763	9	0
08/04/2021	10.33	289	725	8	2
09/04/2021	10.10	201	703	7	0
10/04/2021	11.96	325	838	9	0
11/04/2021	10.44	177	724	8	0
12/04/2021	4.78	109	334	3	0
13/04/2021	5.99	145	418	4	0
14/04/2021	5.70	101	396	4	0
15/04/2021	4.75	126	333	3	0
16/04/2021	5.36	118	373	4	0
17/04/2021	5.50	162	387	4	0

**Tabla 11:** Ficha de registro N° 1 correspondiente a la variable eficiencia, campaña 2021-2022.

<b>FICHA DE REGISTRO N° 1</b>					
VARIABLE DEPENDIENTE: EFICIENCIA					
				Fecha	19/09/2022
Investigadores	1°	Leiton Valiente, Cristina			
	2°	Marquina Sánchez, Jeison			
Empresa	Empresa agroindustrial				
Ubicación	Virú - La libertad				
Área	Envasado y empaque				
Línea	Línea N° 01				
Campaña	2021-2022				
Producto	Mango en cubos				
FECHA	PRODUCTO A ENVASAR (TON)	CAJAS CON PESO EXACTO	CAJAS LLENAS	HORAS PROGRAMADAS	PARADAS
05/11/2021	5.72	168	402	4	0
06/11/2021	5.09	90	354	4	0
07/11/2021	6.15	99	426	5	0
08/11/2021	8.64	229	605	6	1
09/11/2021	7.42	185	519	6	0
10/11/2021	8.98	257	630	7	2
11/11/2021	8.35	239	586	6	0
12/11/2021	8.49	193	592	7	0
13/11/2021	8.46	181	590	7	1
14/11/2021	6.83	166	477	5	0
15/11/2021	18.17	388	1266	14	4
16/11/2021	18.19	308	1262	14	3
17/11/2021	17.41	512	1224	12	0
18/11/2021	16.18	416	1132	13	1
19/11/2021	13.71	393	963	11	0
20/11/2021	15.23	358	1063	12	2
21/11/2021	16.72	344	1164	11	0
22/11/2021	14.12	374	989	11	0
23/11/2021	15.66	415	1097	12	2
24/11/2021	18.26	457	1277	12	0
25/11/2021	14.32	400	1005	11	0
26/11/2021	16.91	336	1176	12	2
27/11/2021	15.08	410	1057	11	0

28/11/2021	13.61	400	956	11	0
29/11/2021	14.11	249	979	11	0
30/11/2021	15.66	334	1091	13	0
01/12/2021	13.70	202	948	11	0
02/12/2021	16.27	287	1129	13	0
03/12/2021	13.87	224	961	11	0
04/12/2021	14.83	284	1031	12	0
05/12/2021	15.90	386	1111	13	2
06/12/2021	17.21	418	1203	14	3
07/12/2021	14.33	369	1003	11	0
08/12/2021	12.11	231	841	10	0
09/12/2021	17.25	393	1204	14	3
10/12/2021	14.92	318	1039	11	0
11/12/2021	17.85	263	1235	14	0
12/12/2021	15.67	276	1087	13	0
13/12/2021	16.02	459	1125	13	0
14/12/2021	17.07	289	1184	14	0
15/12/2021	14.34	295	998	9	0
16/12/2021	15.63	414	1095	12	2
17/12/2021	14.02	412	985	11	0
18/12/2021	13.94	256	968	9	0
19/12/2021	18.20	401	1269	15	3
20/12/2021	16.93	286	1174	12	0
21/12/2021	13.70	272	953	10	1
22/12/2021	14.67	388	1027	11	0
23/12/2021	16.95	411	1185	14	2
24/12/2021	18.35	513	1287	15	3
25/12/2021	14.95	242	1036	11	0
26/12/2021	15.58	355	1087	12	0
27/12/2021	16.20	298	1125	13	0
28/12/2021	14.45	223	1000	11	1
29/12/2021	16.65	416	1164	12	0
30/12/2021	14.78	380	1034	11	0
31/12/2021	13.79	243	957	10	0
01/01/2022	0.00	0	0	0	0
02/01/2022	5.44	136	381	4	0
03/01/2022	16.79	346	1169	13	3
04/01/2022	16.33	480	1147	13	3
05/01/2022	17.09	415	1194	14	0
06/01/2022	13.73	242	953	11	0
07/01/2022	16.47	363	1148	12	0
08/01/2022	18.46	475	1292	12	0

09/01/2022	16.90	472	1186	14	2
10/01/2022	14.12	322	986	11	0
11/01/2022	14.98	408	1050	11	0
12/01/2022	15.70	404	1099	12	0
13/01/2022	14.89	328	1038	11	0
14/01/2022	15.50	331	1080	12	0
15/01/2022	15.36	327	1070	12	0
16/01/2022	18.73	523	1314	13	3
17/01/2022	15.22	369	1064	12	0
18/01/2022	14.38	286	1001	11	0
19/01/2022	14.11	332	985	11	0
20/01/2022	16.65	306	1157	12	1
21/01/2022	14.86	262	1031	12	0
22/01/2022	14.48	287	1007	12	0
23/01/2022	17.40	473	1220	14	2
24/01/2022	17.54	258	1213	14	2
25/01/2022	15.73	393	1100	11	0
26/01/2022	14.26	252	990	11	0
27/01/2022	16.23	263	1125	12	0
28/01/2022	14.21	334	992	11	0
29/01/2022	17.67	351	1229	14	0
30/01/2022	15.95	399	1116	12	0
31/01/2022	16.35	445	1147	12	0
01/02/2022	17.21	342	1197	14	0
02/02/2022	17.86	289	1237	14	4
03/02/2022	16.02	377	1119	13	0
04/02/2022	15.02	331	1047	11	0
05/02/2022	14.11	342	986	11	0
06/02/2022	15.82	419	1108	12	0
07/02/2022	14.66	280	1019	11	0
08/02/2022	17.53	335	1218	14	2
09/02/2022	15.05	266	1044	12	0
10/02/2022	13.96	370	978	11	0
11/02/2022	15.87	327	1105	12	0
12/02/2022	17.26	368	1203	14	1
13/02/2022	16.77	493	1178	13	0
14/02/2022	6.18	127	430	5	0
15/02/2022	6.00	159	420	4	0
16/02/2022	15.33	304	1067	10	1
17/02/2022	17.37	396	1212	14	2
18/02/2022	15.94	457	1120	13	0
19/02/2022	17.74	483	1244	14	0

20/02/2022	16.18	405	1132	12	0
21/02/2022	17.38	396	1213	12	2
22/02/2022	15.35	248	1064	11	0
23/02/2022	16.57	256	1147	13	3
24/02/2022	17.04	464	1194	14	3
25/02/2022	14.74	325	1028	12	2
26/02/2022	6.69	182	469	5	0
27/02/2022	15.31	383	1071	12	0
28/02/2022	17.34	332	1205	13	0
01/03/2022	13.84	346	968	11	0
02/03/2022	14.62	236	1013	12	0
03/03/2022	15.69	254	1087	13	0
04/03/2022	13.79	335	964	11	0
05/03/2022	16.04	413	1123	12	0
06/03/2022	15.81	384	1105	13	2
07/03/2022	14.05	258	976	11	0
08/03/2022	16.68	331	1160	12	0
09/03/2022	16.96	436	1187	13	0
10/03/2022	15.61	425	1094	12	0
11/03/2022	17.24	292	1196	14	4
12/03/2022	14.94	330	1042	12	0
13/03/2022	15.39	317	1071	12	0
14/03/2022	13.89	245	964	9	0
15/03/2022	16.23	454	1139	13	0
16/03/2022	17.81	484	1248	12	0
17/03/2022	16.96	474	1190	14	3
18/03/2022	16.62	489	1168	13	0
19/03/2022	17.13	290	1188	12	0
20/03/2022	17.72	495	1244	13	2
21/03/2022	18.85	319	1307	15	4
22/03/2022	17.81	327	1237	14	3
23/03/2022	14.54	267	1010	12	0
24/03/2022	13.75	364	963	11	0
25/03/2022	17.41	474	1221	14	2
26/03/2022	15.58	298	1083	12	0
27/03/2022	14.68	291	1021	12	0
28/03/2022	11.40	201	791	8	0
29/03/2022	11.34	225	789	8	0
30/03/2022	10.27	302	721	8	0
31/03/2022	11.58	187	803	9	0
01/04/2022	13.39	315	935	11	3
02/04/2022	10.53	287	738	7	0

03/04/2022	10.69	173	741	8	0
04/04/2022	11.67	232	812	9	0
05/04/2022	12.12	312	849	8	0
06/04/2022	12.45	275	868	10	3
07/04/2022	9.45	181	657	7	0
08/04/2022	11.21	181	777	9	3
09/04/2022	12.56	323	879	9	2
10/04/2022	11.20	231	779	8	0
11/04/2022	5.86	147	410	4	0
12/04/2022	5.34	126	373	4	0
13/04/2022	6.03	98	418	5	0
14/04/2022	5.88	138	410	4	0
15/04/2022	5.86	95	406	4	0
16/04/2022	5.25	139	368	4	0
17/04/2022	5.59	156	392	4	0
18/04/2022	5.24	139	367	4	0
19/04/2022	6.01	93	416	5	2
20/04/2022	5.06	123	354	4	0
21/04/2022	5.95	140	416	4	0

**Tabla 12:** Ficha de registro N° 2 correspondiente a la variable Sistema automático.

<b>FICHA DE REGISTRO N° 2</b>		
VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA AUTOMÁTICO		
	<b>Fecha</b>	:
<b>Investigadores</b>	1°	Leiton Valiente, Cristina
	2°	Marquina Sánchez, Jeison
<b>Empresa</b>	Empresa agroindustrial	
<b>Ubicación</b>	Virú - La libertad	
<b>Área</b>	Envasado y empaque	
<b>Línea</b>	Línea N° 01	
<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Consideraciones de diseño</b>
Envasado	Peso :	
	Productividad:	

**Tabla 13:** Ficha de registro N° 2 correspondiente a la variable Sistema automático, indicadores de la dimensión envasado

<b>FICHA DE REGISTRO N° 2</b>		
VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA AUTOMÁTICO		
	<b>Fecha</b>	: 24/09/2022
<b>Investigadores</b>	1°	Leiton Valiente, Cristina
	2°	Marquina Sánchez, Jeison
<b>Empresa</b>	Empresa agroindustrial	
<b>Ubicación</b>	Virú - La libertad	
<b>Área</b>	Envasado y empaque	
<b>Línea</b>	Línea N° 01	
<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Consideraciones de diseño</b>
Envasado	Peso:	El envasado de las 2.5 Ton/h de mango en cubos, se realizará en cajas cuyo peso será de 13.6 kg.
	Productividad:	El sistema debe generar como máximo 9 cajas de 13.6 kg por minuto.

**Tabla 14:** Ficha de registro N° 3 correspondiente a la variable Sistema automático

<b>FICHA DE REGISTRO N° 3</b>		
DATOS ADICIONALES PARA LA VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA AUTOMÁTICO		
	<b>Fecha</b> :	
<b>Investigadores</b>	1°	Leiton Valiente, Cristina
	2°	Marquina Sánchez, Jeison
<b>Empresa</b>	Empresa agroindustrial	
<b>Ubicación</b>	Virú - La libertad	
<b>Área</b>	Envasado y empaque	
<b>Línea</b>	Línea N° 01	
<b>N°</b>	<b>DATO</b>	<b>DETALLE</b>
1	Tensión	
2	Velocidad	
3	Personal	
4	Equipos actuales	

**Tabla 15:** Ficha de registro N° 3 correspondiente a la variable Sistema automático, datos adicionales para la programación del sistema.

<b>FICHA DE REGISTRO N° 3</b>		
DATOS ADICIONALES PARA LA VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA AUTOMÁTICO		
	<b>Fecha</b> :	
<b>Investigadores</b>	1°	Leiton Valiente, Cristina
	2°	Marquina Sánchez, Jeison
<b>Empresa</b>	Empresa agroindustrial	
<b>Ubicación</b>	Virú - La libertad	
<b>Área</b>	Envasado y empaque	
<b>Línea</b>	Línea N° 01	
<b>N°</b>	<b>DATO</b>	<b>DETALLE</b>
1	Tensión	3x440 VAC/ 60Hz
2	Velocidad	Máximo 9 cajas por minuto (Maquina encajadora)
3	Personal	5 personas que reciben las cajas y las pesan manualmente
4	Equipos actuales	2 fajas transportadoras

**Anexo 3:** Lista de componentes detallada para el sistema automático de pesaje, junto a sus respectivos precios.

**Tabla 16:** Lista de componentes y precios

QTN	UM	DESCRIPTION	P. UNIT	P.TOTAL
1	UN	Interruptor termomagnético tripolar 3*16A Ref. 5SY4316-7 Siemens	\$ 58.00	\$ 58.00
1	UN	Interruptor termomagnético bipolar 2*4A Ref. 5SY4204-7 Siemens	\$ 24.00	\$ 24.00
2	UN	Guardamotor tripolar 1.6 - 2.5A Ref. 3RV2011-1CA10 Siemens	\$ 212.00	\$ 424.00
1	UN	Interruptor termomagnético bipolar 2*6A Ref. 5SY4206-7 Siemens	\$ 26.00	\$ 26.00
1	UN	Interruptor termomagnético 2*2A Ref. 5SY4202-7 Siemens	\$ 22.00	\$ 22.00
1	UN	Interruptor unipolar 1*1A Ref. 5SY4101-7 Siemens	\$ 19.00	\$ 19.00
1	UN	HMI KTP 700 BASIC PN Ref. 6AV2123-2GB03-0AX0 Siemens	\$ 1,870.00	\$ 1,870.00
1	UN	PLC S7-1200 CPU 1217C DC/DC/RLY Ref. 6ES7214-1HG40-0XB0 Siemens	\$ 2,923.60	\$ 2,923.60
1	UN	Fuente de alimentación 100-500V/24VDC 5A Ref. ABL8RPS24050 Schneider Electric	\$ 458.00	\$ 458.00
1	UN	Potenciómetro 10 kohm Ref. XB4BD912R10K Schneider electric	\$ 112.00	\$ 112.00
1	UN	Módulo de salidas analógicas S7-1200 Ref. 6ES7232-4HB32-0XB0 Siemens	\$ 1,320.00	\$ 1,320.00
1	UN	Módulo amplificadora analógico Ref. AS-2TC ASCELL SENSOR	\$ 683.00	\$ 683.00
1	UN	Caja sumadora para 4 celdas IP67 Ref. I-CJ4 ASCELL SENSOR	\$ 249.00	\$ 249.00
4	UN	Celdas de carga inox tipo viga C3 IP68 20kg	\$ 618.00	\$ 2,472.00
2	UN	Pilotos luminoso verde 24VDC Ref. XB4BVB3 Schneider Electric	\$ 92.30	\$ 184.60
2	UN	Pilotos luminoso rojo 24VDC Ref. XB4BVB4 Schneider Electric	\$ 92.30	\$ 184.60
1	UN	Pilotos luminoso rojo 24VDC Ref. XB4BVB45 Schneider Electric	\$ 92.30	\$ 92.30
1	UN	Electroválvula 24VDC 5/2 Monoestable Ref. VUVS-LK25-M52-AD-G14-1B2-S Festo	\$ 319.00	\$ 319.00

1	UN	Cilindro neumático 40mm*25mm Ref. DSNU-50-40-PPV-A Festo	\$ 531.00	\$ 531.00
1	UN	Cable con socket DIN Ref. KMF-1-24DC-2.5-LED Festo	\$ 92.00	\$ 92.00
1	UN	Válvula reguladora 1/8 -8mm Ref. VFOE-LE-T-G14-Q8 Festo	\$ 128.00	\$ 128.00
3	M	Manguera neumática M8 Ref.PUN-H-8X1,25-BL Festo	\$ 12.00	\$ 36.00
3	UN	Racor neumático 1/4 - 8mm Ref. QS-1/4-8 Festo	\$ 12.00	\$ 36.00
2	UN	Silenciador neumático 1/4 Ref. U-1/4-B Festo	\$ 11.20	\$ 22.40
1	UN	Cilindro neumático 20mm*15mm Ref. DSNU-20-15-PPV-A Festo	\$ 267.00	\$ 267.00
1	UN	Electroválvula 24VDC 5/2 Monoestable Ref. VUVG-LK14-M52-AT-G18-1R8L-S Festo	\$ 289.00	\$ 289.00
1	UN	Cable con conector Hembra M8 Ref. NEBU-M8W3-K-2.5-LE3 Festo	\$ 98.20	\$ 98.20
4	UN	Válvula reguladora 1/8 -6mm Ref. VFOE-LE-T-G18-Q6 Festo	\$ 128.00	\$ 512.00
3	M	Manguera neumática M6 Ref. PUN-H-6X1-BL Festo	\$ 12.00	\$ 36.00
3	UN	Racor neumático 1/8 - 6mm Ref. QS-1/8-6 Festo	\$ 12.00	\$ 36.00
2	UN	Silenciador neumático 1/8 Ref. U-1/8-B Festo	\$ 11.20	\$ 22.40
1	UN	Riel DIN 35mm	\$ 7.50	\$ 7.50
1	UN	Tablero de poliester 530mm*430mm*220mm Ref. NSYPLM54G Schneider Electric	\$ 640.00	\$ 640.00
4	UN	Sensor fotoeléctrico Rango 300mm M18 24VDC /PNP/ NA Ref. HTB18-P4A2BB Sick	\$ 593.00	\$ 2,372.00
1	UN	Parada de emergencia tipo hongo Ref. XB4BS542 Schneider Electric	\$ 112.00	\$ 112.00
1	UN	Pulsador rasante NC Ref. XB4BA42 Schneider Electric	\$ 93.00	\$ 93.00
1	UN	Pulsador rasante NA XB4BA31 Schneider Electric	\$ 93.00	\$ 93.00
1	UN	Plancha de acero 304 Inox 2mm*2000mm	\$ 712.00	\$ 712.00
1	UN	Tubería cuadrada 100mm*70mm 5/16	\$ 386.00	\$ 386.00

1	Serv	Programación de PLC	\$ 4,600.00	\$ 4,600.00
1	Serv	Montaje de componentes eléctricos, cableado y conexión	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
1	Serv	Fabricación de tolva	\$ 1,400.00	\$ 1,400.00
				<b>\$ 25,162.60</b>

**Anexo 4:** Detalles del costo beneficio del sistema automático de pesaje

**Tabla 17:** Precio, costo y ganancia por caja de mango.

DESCRIPCIÓN	VALOR
COSTO DE PRODUCCION POR CAJA	\$ 2.68
PRECIO DE VENTA POR CAJA	\$ 6.19
GANANCIA	\$ 3.51

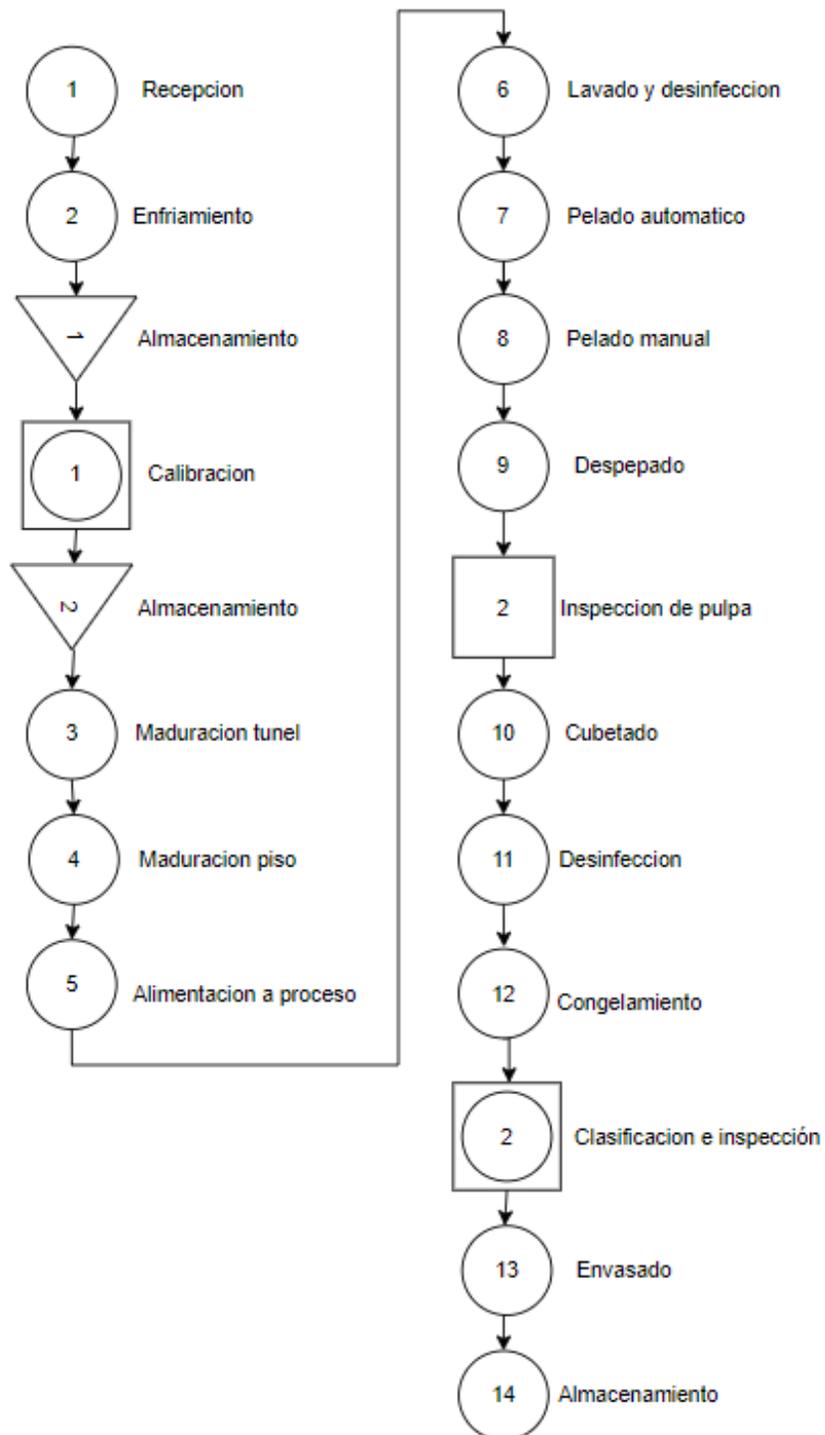
**Tabla 18:** Beneficio y costo por caja en cada campaña del 2018 al 2021.

CAMPAÑA	CAJAS	BENEFICIO \$	COSTOS \$
2018-2019	149828	\$ 525,898.01	\$ 401,540.36
2019-2020	163025	\$ 572,216.02	\$ 436,905.68
2020-2021	160663	\$ 563,927.58	\$ 430,577.18

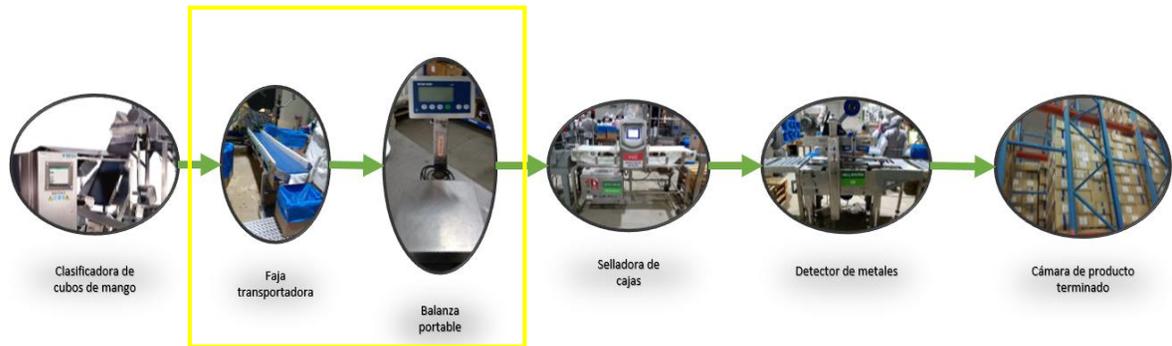
**Tabla 19:** Datos para el cálculo de los indicadores VAN, TIR y costo/beneficio.

DATOS	SIGNO	VALOR
Desembolso inicial	A	\$ -25,162.60
Flujo de caja	Q1	\$ 525,898.01
Flujo de caja	Q2	\$ 572,216.02
Flujo de caja	Q3	\$ 563,927.58
Costo de oportunidad (Tasa de descuento)	K	5%
Valor Actual de los Costos de inversión	VAC	1125491.88

**Anexo 5:** Imágenes del sistema de pesaje actual.



**Ilustración 3:** Diagrama de flujo del proceso, fuente propia.



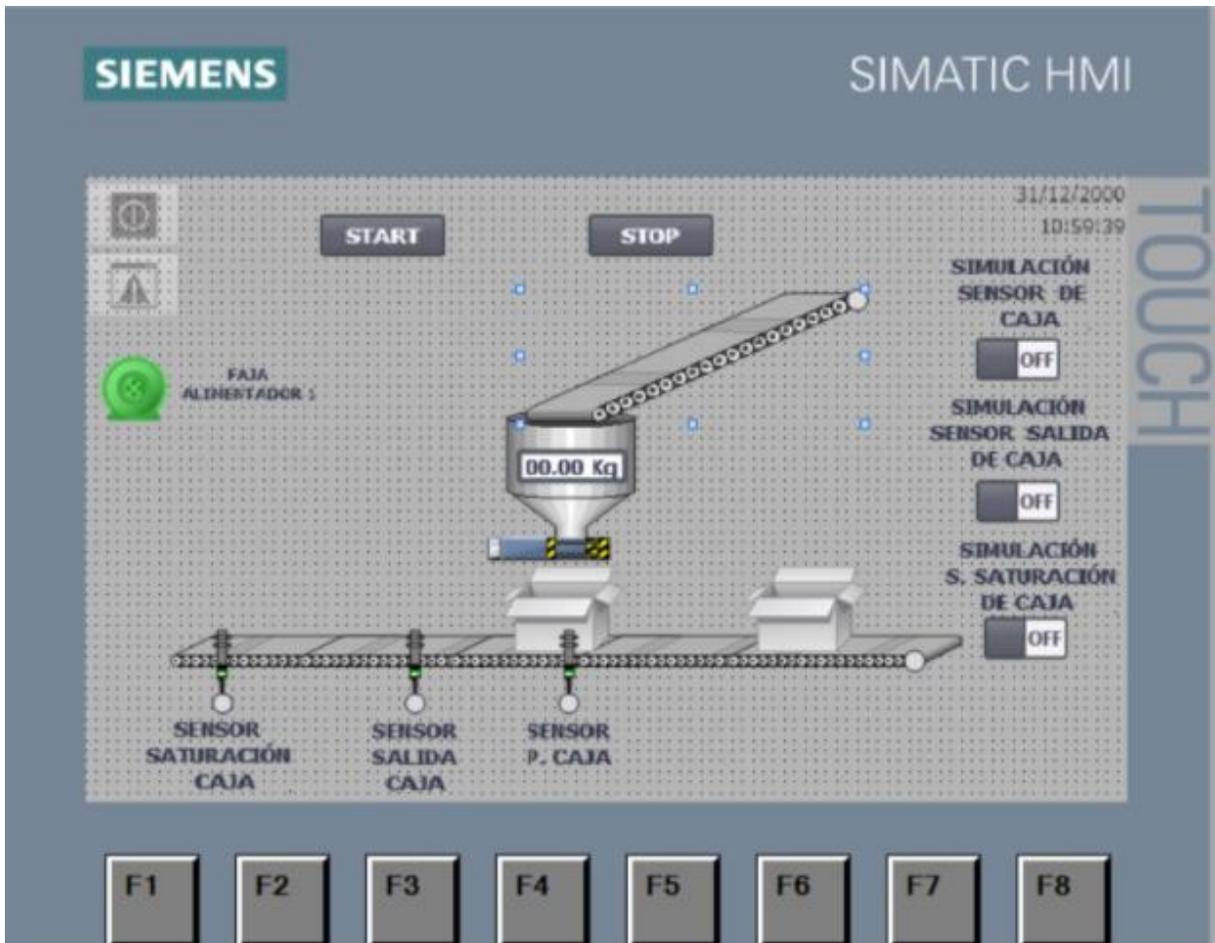
**Ilustración 4:** *Proceso de producción de mango congelado, en el recuadro se puede apreciar e método de pesaje actual en la empresa.*



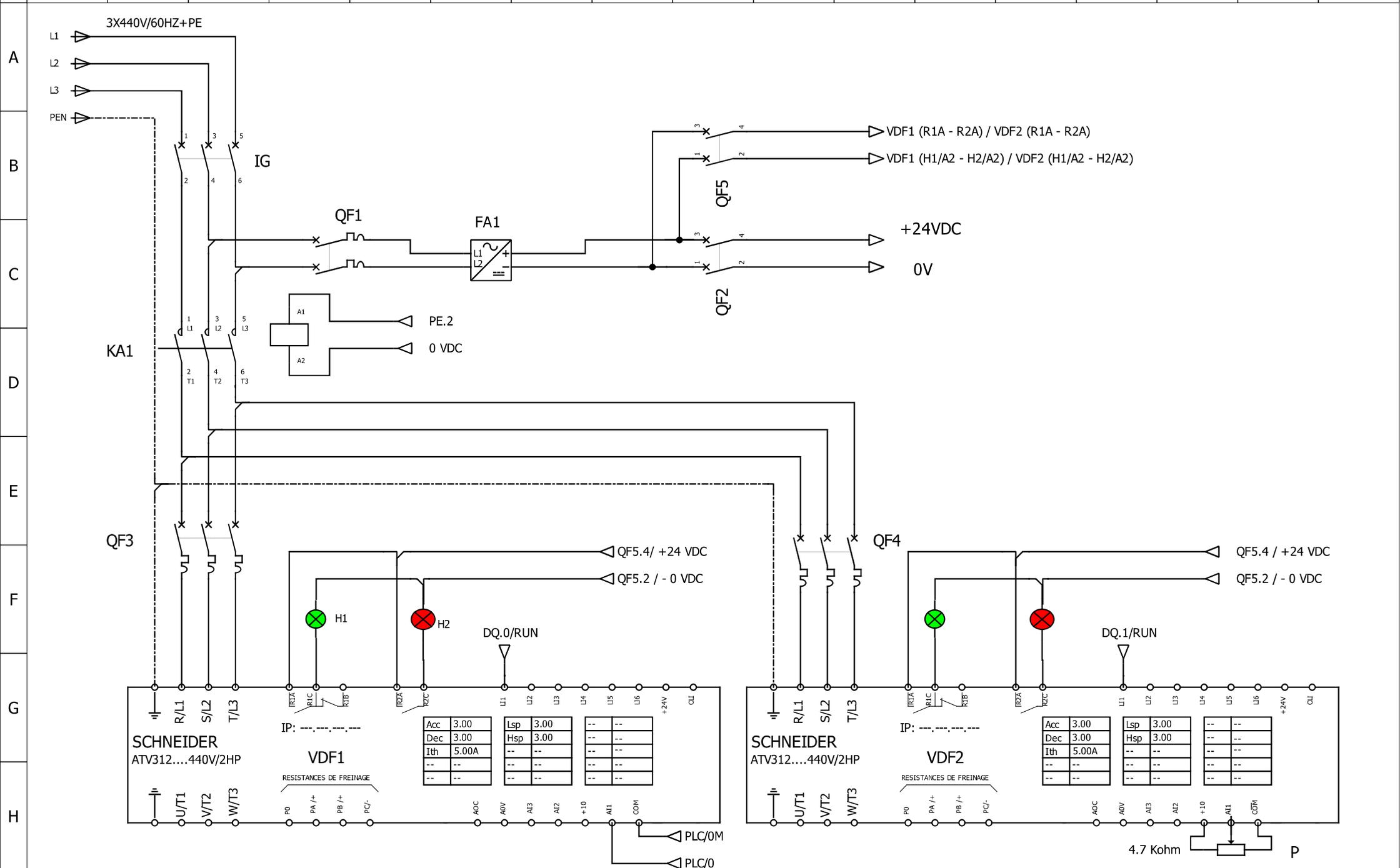
**Ilustración 5:** *Faja transportadora de mango en cuadrados junto a la caja de 13.6kg que será llenada manualmente.*



**Ilustración 6:** *Balanza con la que pesan las cajas de mango actualmente.*



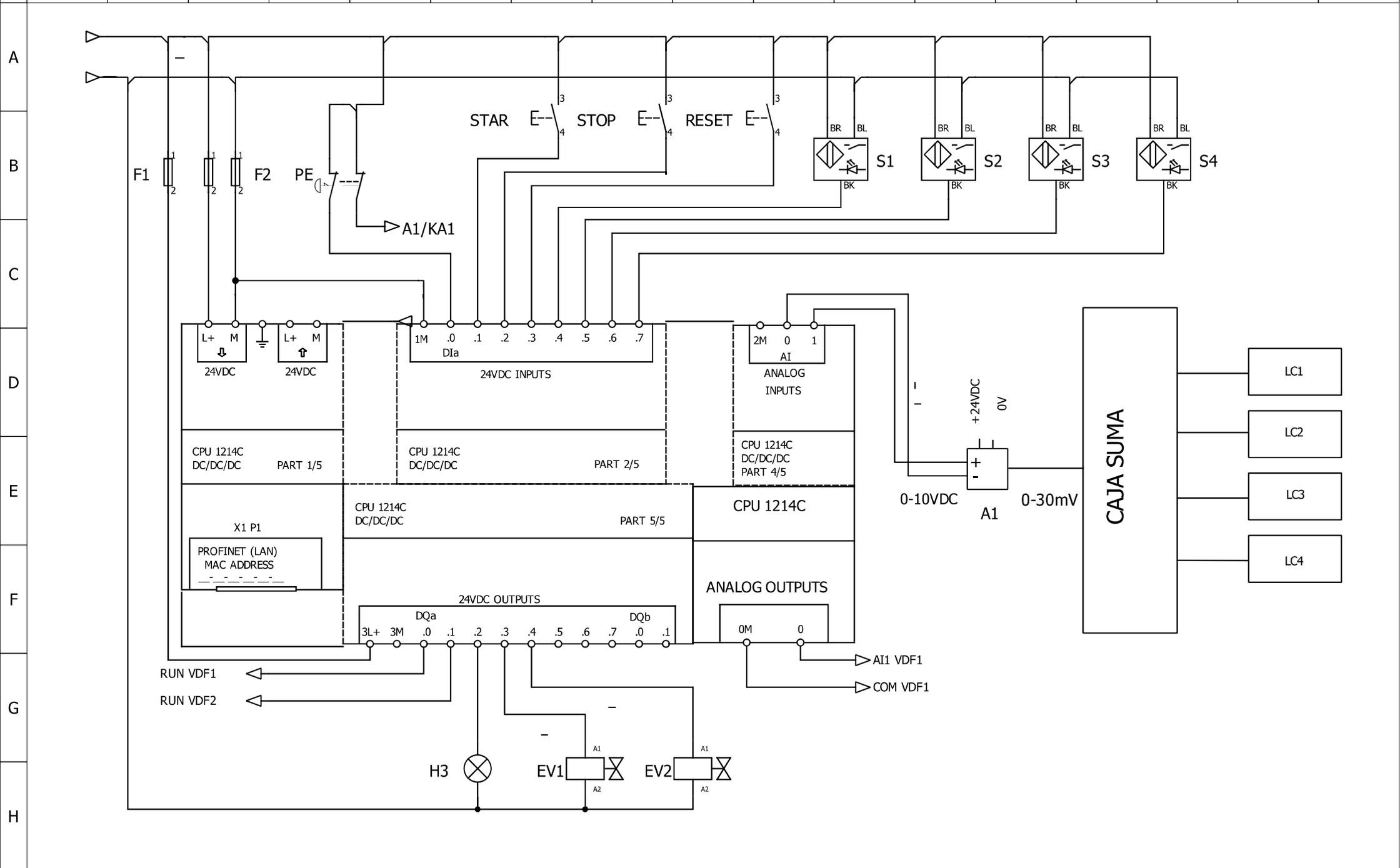
*Ilustración 7: Pantalla HMI*



Autor:  
Fecha:

**SISTEMA DE PESAJE**

Archivo:  
Folio: 1/2



Autor:  
 Fecha:

**SISTEMA DE PESAJE**

Archivo:  
 Folio: 2/2

## Sistema de pesaje automatico / PLC\_1 [CPU 1217C DC/DC/DC] / Program blocks

### Main [OB1]

#### Main Properties

##### General

<b>Name</b>	Main	<b>Number</b>	1	<b>Type</b>	OB	<b>Language</b>	LAD
<b>Numbering</b>	Automatic						

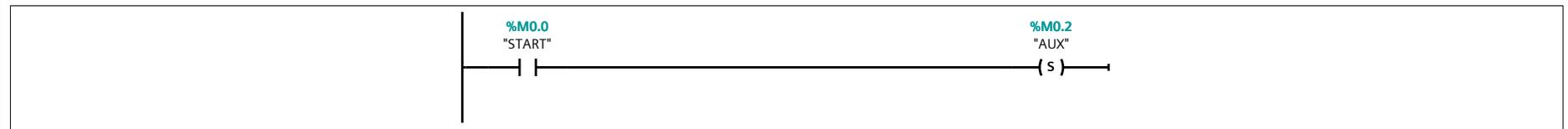
##### Information

<b>Title</b>	"Main Program Sweep (Cycle)"	<b>Author</b>		<b>Comment</b>		<b>Family</b>	
<b>Version</b>	0.1	<b>User-defined ID</b>					

#### Main

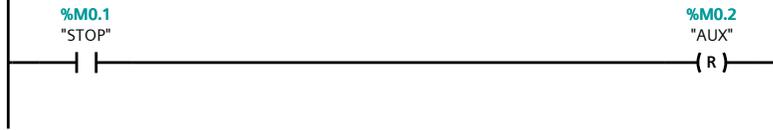
Name	Data type	Default value	Comment
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
▼ Temp			
OUT_NORMX	Real		
OUT_NORMX_2	Real		
Constant			

#### Network 1:

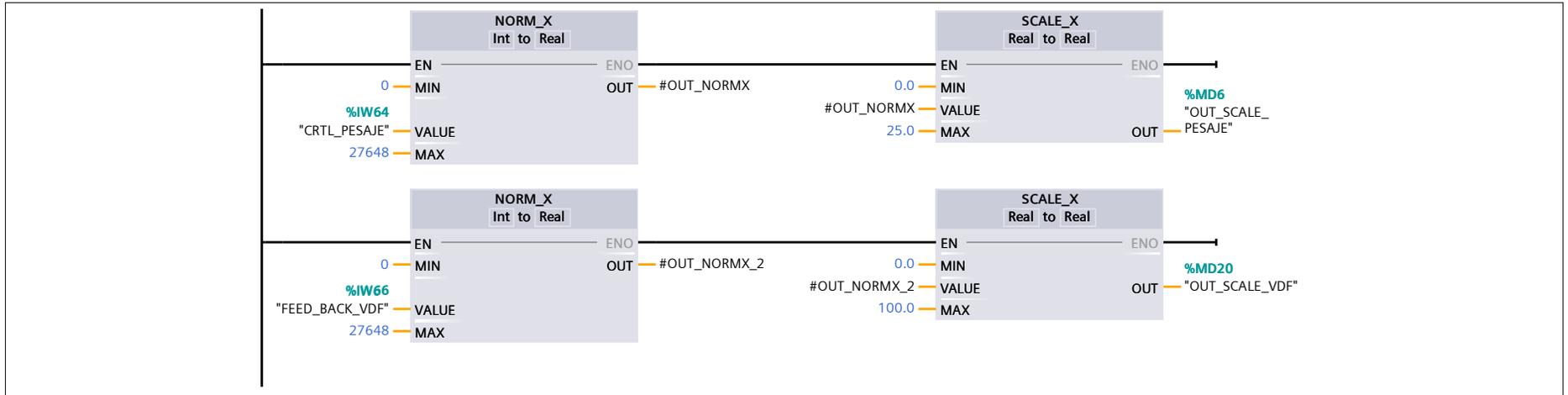


#### Network 2:

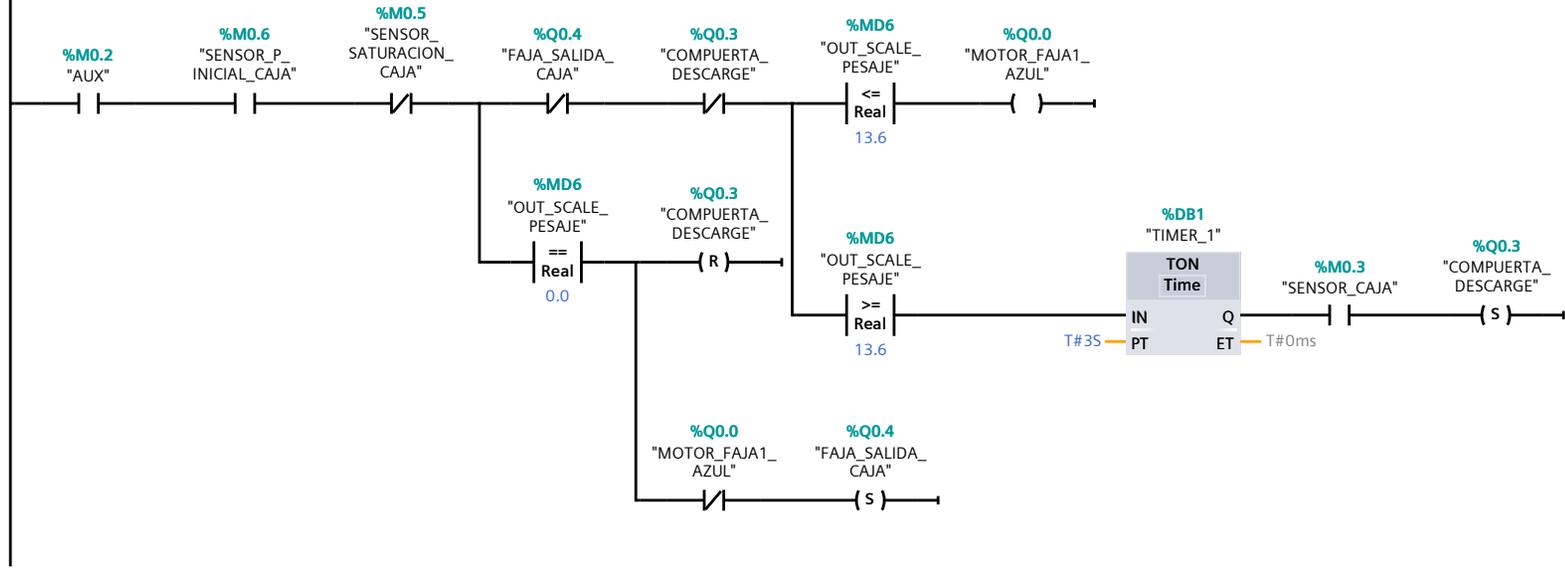
--	--	--



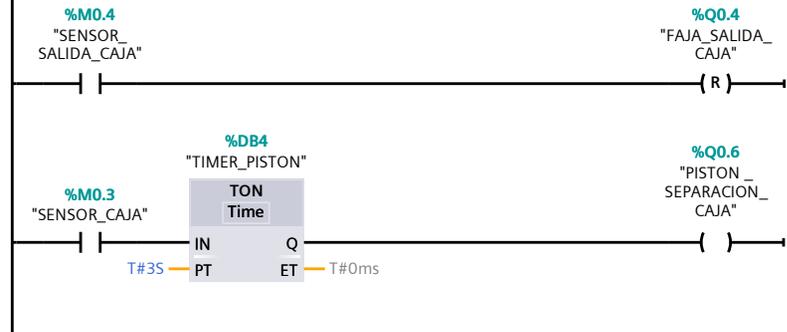
Network 3:



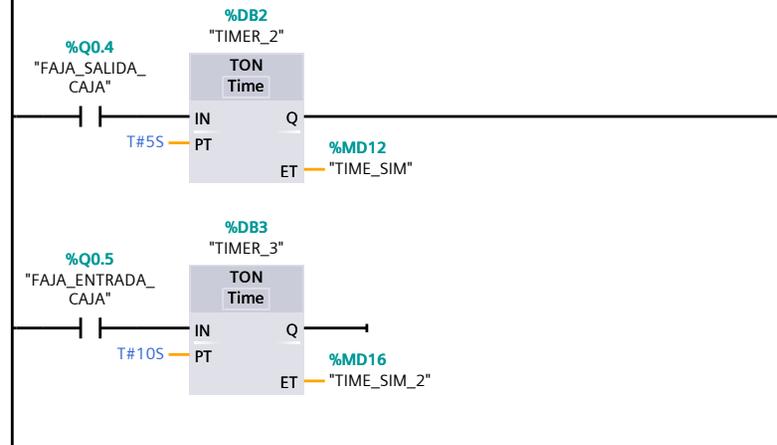
Network 4:



Network 5:



Network 6:



## Sistema de pesaje automatico / PLC\_1 [CPU 1217C DC/DC/DC] / Program blocks

### Cyclic interrupt [OB30]

#### Cyclic interrupt Properties

##### General

<b>Name</b>	Cyclic interrupt	<b>Number</b>	30	<b>Type</b>	OB	<b>Language</b>	LAD
<b>Numbering</b>	Automatic						

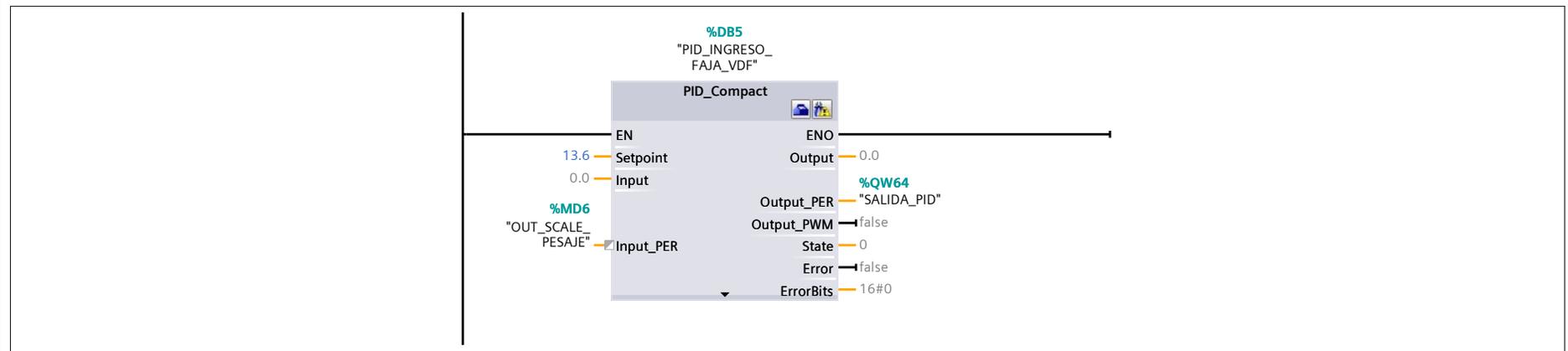
##### Information

<b>Title</b>		<b>Author</b>		<b>Comment</b>		<b>Family</b>	
<b>Version</b>	0.1	<b>User-defined ID</b>					

#### Cyclic interrupt

Name	Data type	Default value	Comment
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Event_Count	Int		Events discarded
Temp			
Constant			

#### Network 1:



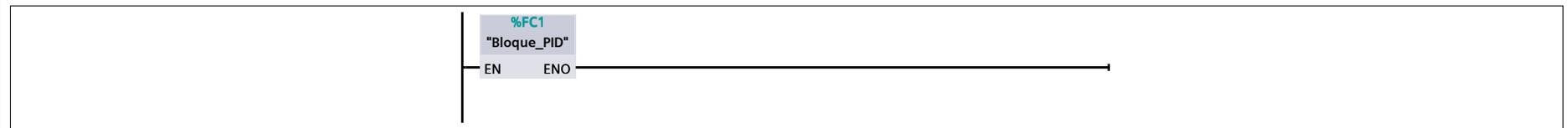
## Sistema de pesaje automatico / PLC\_1 [CPU 1217C DC/DC/DC] / Program blocks

### Bloque\_PID [FC1]

Bloque_PID Properties			
General			
<b>Name</b>	Bloque_PID	<b>Number</b>	1
<b>Type</b>	FC	<b>Language</b>	LAD
<b>Numbering</b>	Automatic		
Information			
<b>Title</b>		<b>Author</b>	
<b>Version</b>	0.1	<b>User-defined ID</b>	
		<b>Comment</b>	
		<b>Family</b>	

Bloque_PID			
Name	Data type	Default value	Comment
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
Bloque_PID	Void		

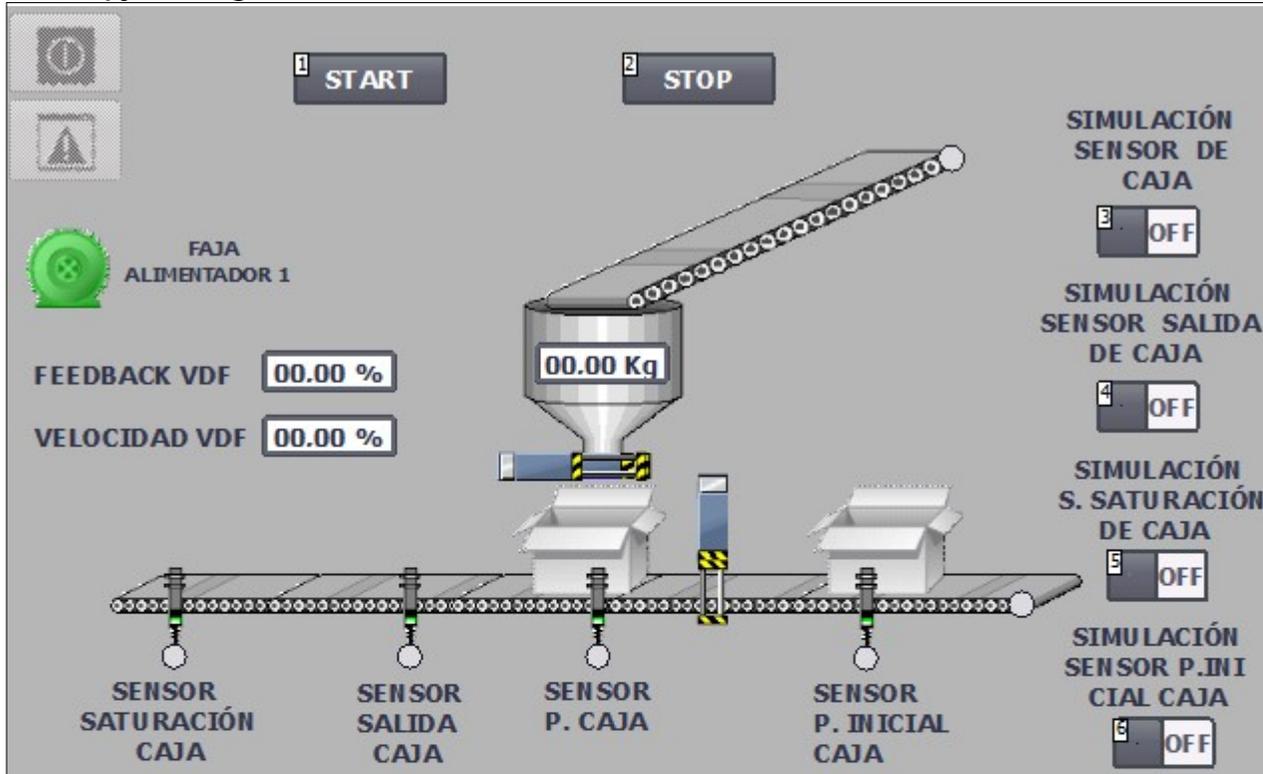
### Network 1:



## Sistema de pesaje automatico / HMI\_1 [KTP700 Basic PN] / Screens

**Imagen raíz**

Hardcopy of Imagen raíz



Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

<b>Name</b>	Imagen raíz	<b>Background color</b>	181, 182, 181	<b>Grid color</b>	0, 0, 0
<b>Number</b>	1	<b>Template</b>	Plantilla_1	<b>Tooltip</b>	

<b>Dynamizations\Event</b>					
<b>Event name</b>		Loaded			

<b>Function list\SetTag</b>					
<b>Tag</b>	Número_imagen_variable	<b>Value</b>	1		

<b>Botón_1</b>					
<b>Type</b>	Button	<b>Name</b>	Botón_1	<b>X position</b>	180
<b>Y position</b>	29	<b>Width</b>	96	<b>Height</b>	32
<b>Mode</b>	Text	<b>Text OFF</b>	START	<b>Text ON</b>	Text

<b>Dynamizations\Event</b>					
<b>Event name</b>		Press			

<b>Function list\SetBit</b>					
<b>Tag</b>	START				

<b>Dynamizations\Event</b>					
<b>Event name</b>		Release			

<b>Function list\ResetBit</b>					
<b>Tag</b>	START				

<b>Botón_2</b>					
<b>Type</b>	Button	<b>Name</b>	Botón_2	<b>X position</b>	386
<b>Y position</b>	29	<b>Width</b>	96	<b>Height</b>	32
<b>Mode</b>	Text	<b>Text OFF</b>	STOP	<b>Text ON</b>	Text

<b>Dynamizations\Event</b>					
<b>Event name</b>		Press			

--	--	--

**Function list\SetBit**

Tag	STOP
-----	------

**Dynamizations\Event**

Event name	Release
------------	---------

**Function list\ResetBit**

Tag	STOP
-----	------

**Visor de gráficos\_1**

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_1	X position	330
Y position	82	Width	272	Height	112
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_9	Fit graphic to size	Stretch graphic

**Visor de gráficos\_2**

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_2	X position	321
Y position	176	Width	104	Height	104
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_16	Fit graphic to size	Stretch graphic

**Campo ES\_1**

Type	I/O field	Name	Campo ES_1	X position	331
Y position	209	Width	85	Height	26
Layer	0 - Layer_0	Mode	Output	Font	Tahoma, 16px, style=Bold

**Dynamizations\Tag connection**

Property name	Process value	Tag	OUT_SCALE_PESAJE
---------------	---------------	-----	------------------

**Campo de texto\_1**

Type	Text field	Name	Campo de texto_1	X position	71
Y position	141	Width	109	Height	36
Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 13px, style=Bold	Text	FAJA ALIMENTADOR 1

**Visor de gráficos\_5**

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_5	X position	11
------	--------------	------	---------------------	------------	----

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

Y position	136	Width	54	Height	51
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_18	Fit graphic to size	Stretch graphic

### Círculo\_1

Type	Circle	Name	Círculo_1	X position	584
Y position	86	Width	17	Height	17
Radius	8	Background color	222, 219, 222	Border color	24, 28, 49

#### Dynamizations\Appearance

Tag - Cycle	MOTOR_FAJA1_AZUL -	Data type	Range	Range	0..0
Foreground color	24, 28, 49	Background color	222, 219, 222	Flashing	No
Range	1..1	Foreground color	24, 28, 49	Background color	49, 154, 99
Flashing	No				

### Visor de gráficos\_8

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_8	X position	11
Y position	137	Width	54	Height	51
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_19	Fit graphic to size	Stretch graphic

#### Dynamizations\Visibility

Tag - Cycle	MOTOR_FAJA1_AZUL -	Data type	Range	Start range	1
End range	1	Visibility	Visible		

### Visor de gráficos\_11

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_11	X position	317
Y position	298	Width	97	Height	67
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_20	Fit graphic to size	Stretch graphic

#### Dynamizations\Horizontal movement

Tag - Cycle	TIME_SIM -	Start range	0	End range	100
X position difference	-122	Y position difference	0		

### Visor de gráficos\_12

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_12	X position	307
Y position	276	Width	98	Height	18
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_21	Fit graphic to size	Stretch graphic

#### Dynamizations\Visibility

Tag - Cycle	COMPUERTA_DESCARGA -	Data type	Range	Start range	0
-------------	----------------------	-----------	-------	-------------	---

--	--	--

End range	0	Visibility	Visible
-----------	---	------------	---------

### Visor de gráficos\_13

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_13	X position	305
Y position	275	Width	98	Height	20
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_22	Fit graphic to size	Stretch graphic
<b>Dynamizations\Visibility</b>					
Tag - Cycle	COMPUERTA_DESCARGA -	Data type	Range	Start range	1
End range	1	Visibility	Visible		

### Campo de texto\_4

Type	Text field	Name	Campo de texto_4	X position	385
Y position	210	Width	26	Height	23
Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 16px, style=Bold	Text	Kg

### Interruptor\_1

Type	Switch	Name	Interruptor_1	X position	684
Y position	124	Width	64	Height	32
Layer	0 - Layer_0	Mode	Switch		
<b>Dynamizations\Tag connection</b>					
Property name	Process value	Tag	SENSOR_CAJA		

### Campo de texto\_5

Type	Text field	Name	Campo de texto_5	X position	662
Y position	58	Width	111	Height	61
Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 16px, style=Bold	Text	SIMULACIÓN SENSOR DE CAJA

### Visor de gráficos\_18

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_18	X position	503
Y position	298	Width	97	Height	67
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_20	Fit graphic to size	Stretch graphic
<b>Dynamizations\Horizontal movement</b>					
Tag - Cycle	TIME_SIM_2 -	Start range	0	End range	100

X position difference -188 Y position difference 0

**Visor de gráficos\_19**

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_19	X position	363
Y position	347	Width	15	Height	51
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_24	Fit graphic to size	Stretch graphic

**Círculo\_4**

Type	Circle	Name	Círculo_4	X position	363
Y position	396	Width	16	Height	16
Radius	8	Background color	222, 219, 222	Border color	24, 28, 49

**Dynamizations\Appearance**

Tag - Cycle	SENSOR_CAJA -	Data type	Range	Range	0..0
Foreground color	24, 28, 49	Background color	255, 0, 0	Flashing	No
Range	1..1	Foreground color	24, 28, 49	Background color	49, 154, 99
Flashing	No				

**Interruptor\_2**

Type	Switch	Name	Interruptor_2	X position	684
Y position	233	Width	64	Height	32
Layer	0 - Layer_0	Mode	Switch		

**Dynamizations\Tag connection**

Property name	Process value	Tag	SENSOR_SALIDA_CAJA
---------------	---------------	-----	--------------------

**Campo de texto\_6**

Type	Text field	Name	Campo de texto_6	X position	636
Y position	165	Width	153	Height	61
Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 16px, style=Bold	Text	SIMULACIÓN SENSOR SALIDA DE CAJA

**Visor de gráficos\_16**

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_16	X position	245
Y position	347	Width	15	Height	51
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_24	Fit graphic to size	Stretch graphic

### Círculo\_5

Type	Circle	Name	Círculo_5	X position	245
Y position	396	Width	16	Height	16
Radius	8	Background color	222, 219, 222	Border color	24, 28, 49
<b>Dynamizations\Appearance</b>					
Tag - Cycle	SENSOR_SALIDA_CAJA -	Data type	Range	Range	0..0
Foreground color	24, 28, 49	Background color	255, 0, 0	Flashing	No
Range	1..1	Foreground color	24, 28, 49	Background color	49, 154, 99
Flashing	No				

### Visor de gráficos\_3

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_3	X position	60
Y position	347	Width	189	Height	33
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_3	Fit graphic to size	Stretch graphic

### Visor de gráficos\_4

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_4	X position	159
Y position	347	Width	189	Height	33
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_3	Fit graphic to size	Stretch graphic

### Visor de gráficos\_6

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_6	X position	274
Y position	347	Width	189	Height	33
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_3	Fit graphic to size	Stretch graphic

### Visor de gráficos\_7

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_7	X position	373
Y position	347	Width	189	Height	33
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_3	Fit graphic to size	Stretch graphic

### Visor de gráficos\_9

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_9	X position	488
Y position	347	Width	189	Height	33
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_3	Fit graphic to size	Stretch graphic

### Visor de gráficos\_10

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_10	X position	97
Y position	347	Width	15	Height	51
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_24	Fit graphic to size	Stretch graphic

### Círculo\_2

Type	Circle	Name	Círculo_2	X position	97
Y position	396	Width	16	Height	16
Radius	8	Background color	222, 219, 222	Border color	24, 28, 49

#### Dynamizations\Appearance

Tag - Cycle	SENSOR_SATURACION_CAJA -	Data type	Range	Range	0..0
Foreground color	24, 28, 49	Background color	255, 0, 0	Flashing	No
Range	1..1	Foreground color	24, 28, 49	Background color	49, 154, 99
Flashing	No				

### Círculo\_3

Type	Circle	Name	Círculo_3	X position	628
Y position	363	Width	17	Height	17
Radius	8	Background color	222, 219, 222	Border color	24, 28, 49

#### Dynamizations\Appearance

Tag - Cycle	FAJA_SALIDA_CAJA -	Data type	Range	Range	0..0
Foreground color	24, 28, 49	Background color	222, 219, 222	Flashing	No
Range	1..1	Foreground color	24, 28, 49	Background color	49, 154, 99
Flashing	No				

### Campo de texto\_2

Type	Text field	Name	Campo de texto_2	X position	335
Y position	413	Width	81	Height	42
Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 16px, style=Bold	Text	SENSOR P. CAJA

### Campo de texto\_3

Type	Text field	Name	Campo de texto_3	X position	217
Y position	414	Width	81	Height	61

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 16px, style=Bold	Text	SENSOR SALIDA CAJA
-------	-------------	------	--------------------------	------	--------------------

### Campo de texto\_7

Type	Text field	Name	Campo de texto_7	X position	43
Y position	413	Width	116	Height	61
Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 16px, style=Bold	Text	SENSOR SATURACIÓN CAJA

### Interruptor\_3

Type	Switch	Name	Interruptor_3	X position	690
Y position	338	Width	64	Height	32
Layer	0 - Layer_0	Mode	Switch		

### Dynamizations\Tag connection

Property name	Process value	Tag	SENSOR_SATURACION_CAJA
---------------	---------------	-----	------------------------

### Campo de texto\_8

Type	Text field	Name	Campo de texto_8	X position	647
Y position	275	Width	146	Height	61
Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 16px, style=Bold	Text	SIMULACIÓN S. SATURACIÓN DE CAJA

### Graphic view\_1

Type	Graphic view	Name	Graphic view_1	X position	431
Y position	293	Width	21	Height	93
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Graphic_1	Fit graphic to size	Stretch graphic

### Dynamizations\Visibility

Tag - Cycle	PISTON_SEPARACION_CAJA -	Data type	Range	Start range	1
End range	1	Visibility	Visible		

### Graphic view\_2

Type	Graphic view	Name	Graphic view_2	X position	432
Y position	289	Width	20	Height	62

--	--	--

Layer	0 - Layer_0	Graphic	Graphic_3	Fit graphic to size	Stretch graphic
-------	-------------	---------	-----------	---------------------	-----------------

#### Visor de gráficos\_14

Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_14	X position	531
Y position	348	Width	15	Height	51
Layer	0 - Layer_0	Graphic	Gráfico_24	Fit graphic to size	Stretch graphic

#### Círculo\_6

Type	Circle	Name	Círculo_6	X position	531
Y position	397	Width	16	Height	16
Radius	8	Background color	222, 219, 222	Border color	24, 28, 49

#### Dynamizations\Appearance

Tag - Cycle	SENSOR_P_INICIAL_CAJA -	Data type	Range	Range	0..0
Foreground color	24, 28, 49	Background color	255, 0, 0	Flashing	No
Range	1..1	Foreground color	24, 28, 49	Background color	49, 154, 99
Flashing	No				

#### Campo de texto\_9

Type	Text field	Name	Campo de texto_9	X position	503
Y position	414	Width	91	Height	61
Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 16px, style=Bold	Text	SENSOR P. INICIAL CAJA

#### Interruptor\_4

Type	Switch	Name	Interruptor_4	X position	694
Y position	442	Width	64	Height	32
Layer	0 - Layer_0	Mode	Switch		

#### Dynamizations\Tag connection

Property name	Process value	Tag	SENSOR_P_INICIAL_CAJA
---------------	---------------	-----	-----------------------

#### Campo de texto\_10

Type	Text field	Name	Campo de texto_10	X position	651
Y position	379	Width	128	Height	61

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 16px, style=Bold	Text	SIMULACIÓN SENSOR P.INICIAL CAJA
-------	-------------	------	--------------------------	------	----------------------------------

**Campo de texto\_11**

Type	Text field	Name	Campo de texto_11	X position	15
Y position	217	Width	133	Height	23
Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 16px, style=Bold	Text	FEEDBACK VDF

**Campo de texto\_12**

Type	Text field	Name	Campo de texto_12	X position	15
Y position	255	Width	143	Height	23
Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 16px, style=Bold	Text	VELOCIDAD VDF

**Campo ES\_2**

Type	I/O field	Name	Campo ES_2	X position	160
Y position	214	Width	85	Height	26
Layer	0 - Layer_0	Mode	Output	Font	Tahoma, 16px, style=Bold

<b>Dynamizations\Tag connection</b>					
Property name	Process value	Tag	OUT_SCALE_PESAJE		

**Campo ES\_3**

Type	I/O field	Name	Campo ES_3	X position	160
Y position	254	Width	85	Height	26
Layer	0 - Layer_0	Mode	Output	Font	Tahoma, 16px, style=Bold

<b>Dynamizations\Tag connection</b>					
Property name	Process value	Tag	OUT_SCALE_PESAJE		

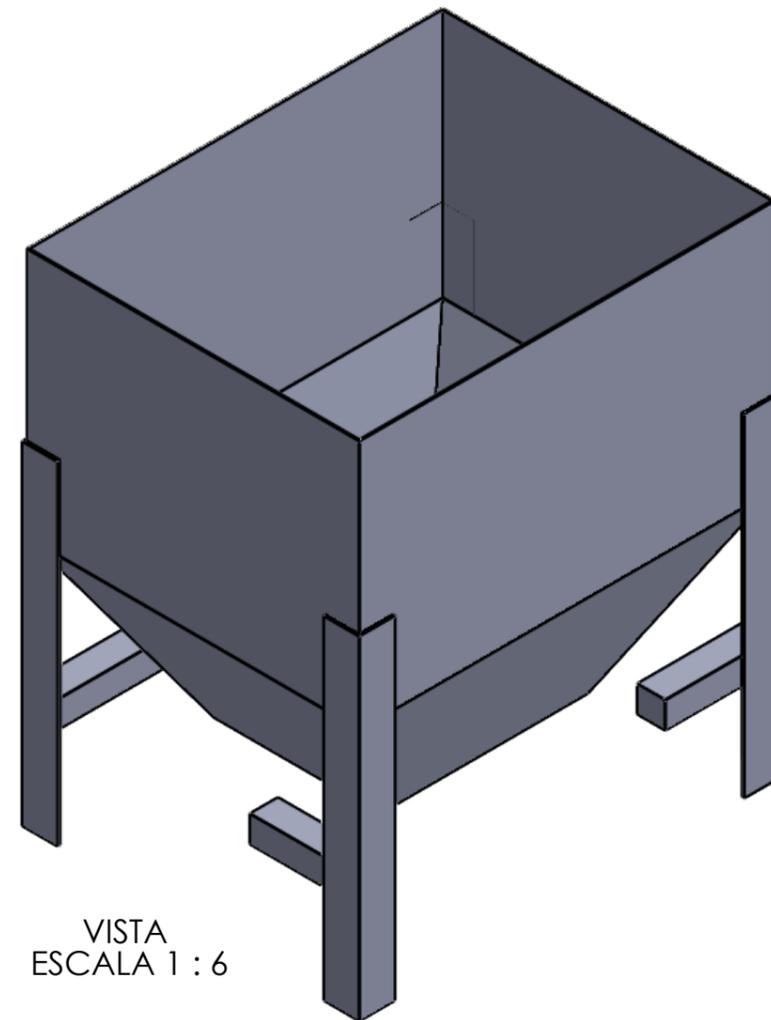
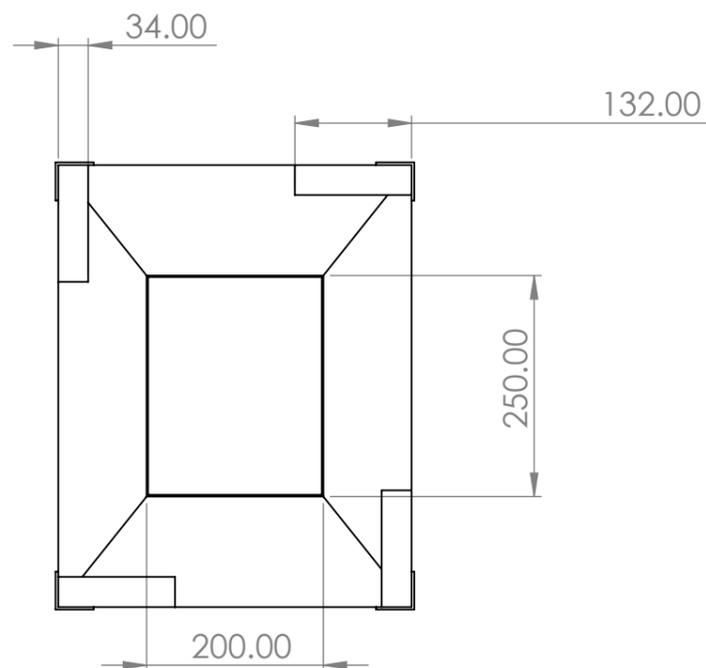
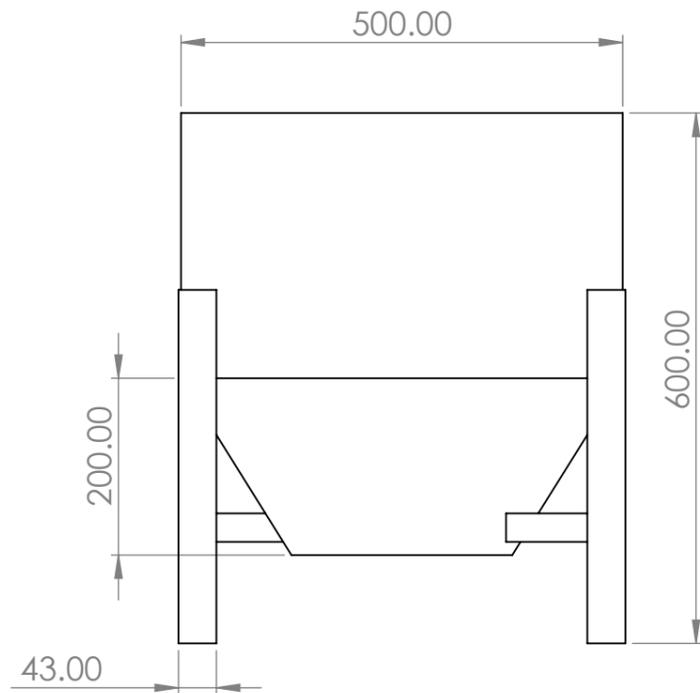
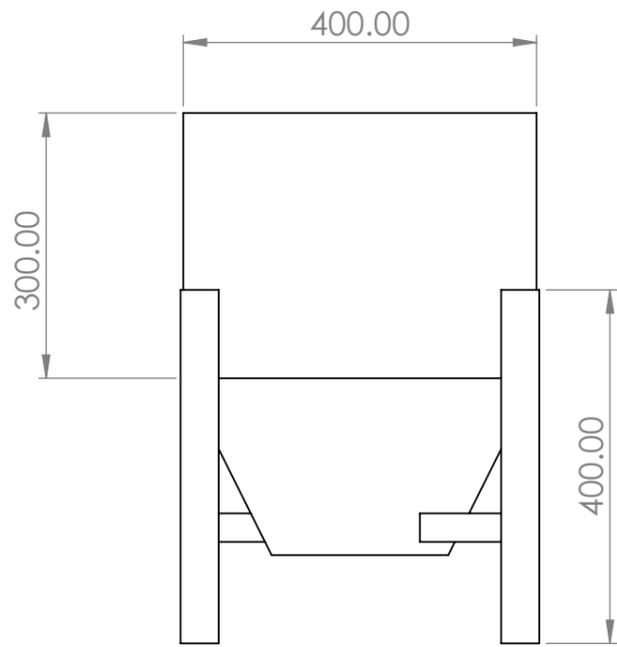
**Campo de texto\_13**

Type	Text field	Name	Campo de texto_13	X position	216
Y position	215	Width	24	Height	23
Layer	0 - Layer_0	Font	Tahoma, 16px, style=Bold	Text	%

--	--	--

**Campo de texto\_14**

<b>Type</b>	Text field	<b>Name</b>	Campo de texto_14	<b>X position</b>	216
<b>Y position</b>	255	<b>Width</b>	24	<b>Height</b>	23
<b>Layer</b>	0 - Layer_0	<b>Font</b>	Tahoma, 16px, style=Bold	<b>Text</b>	%

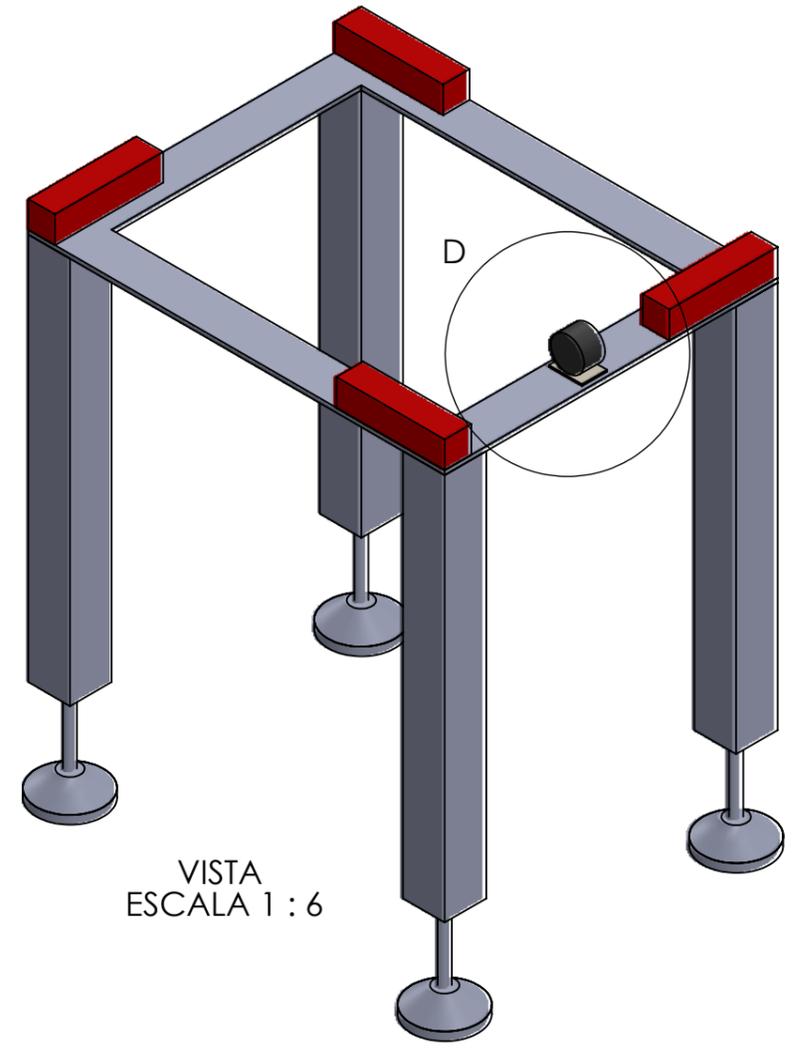
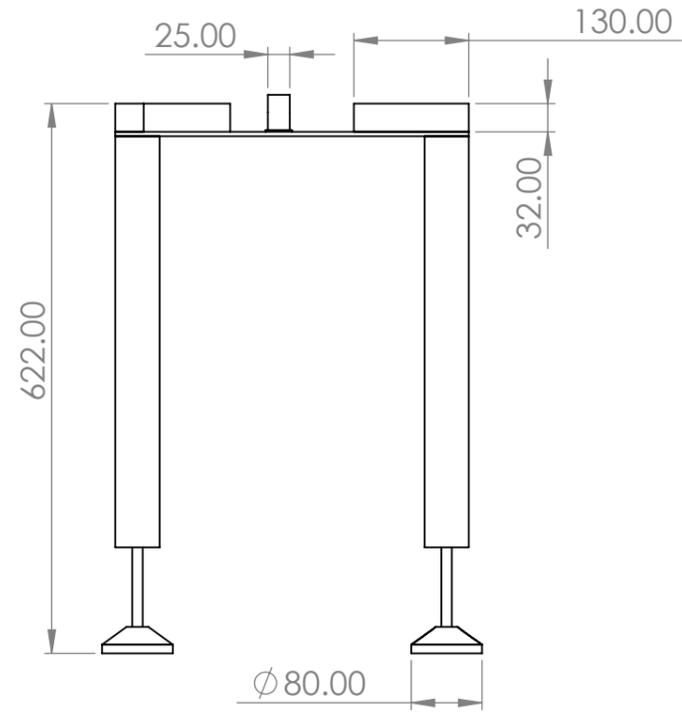
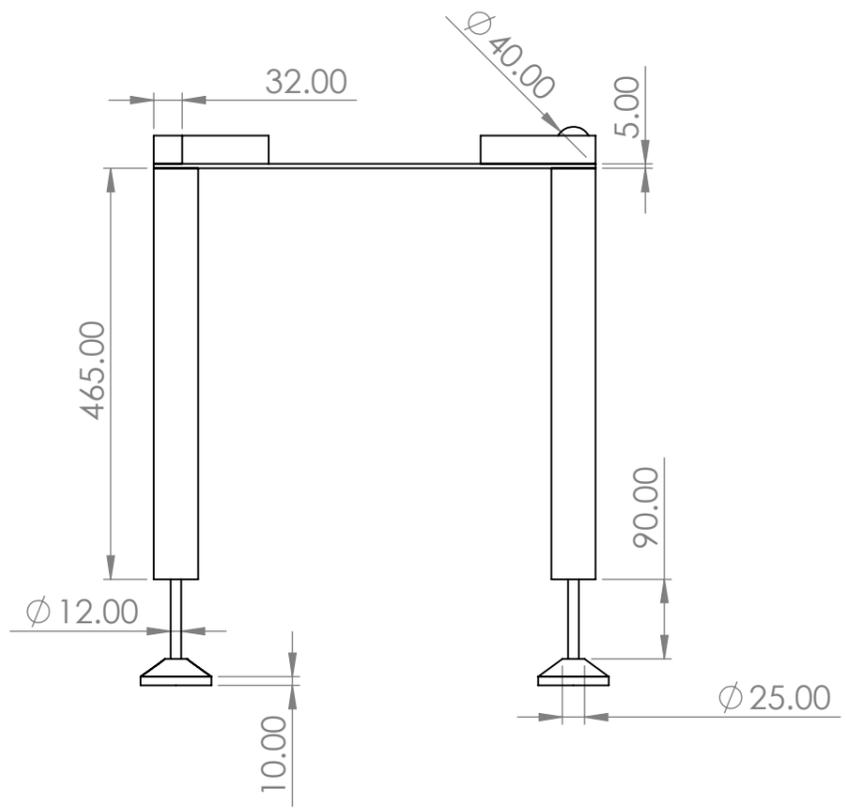


VISTA  
ESCALA 1 : 6

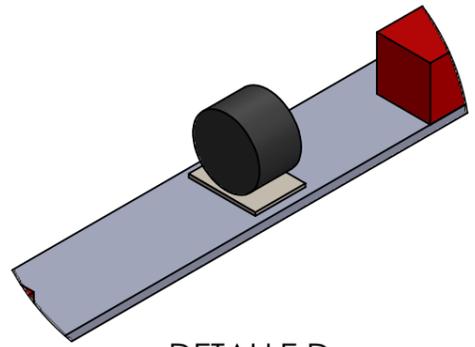
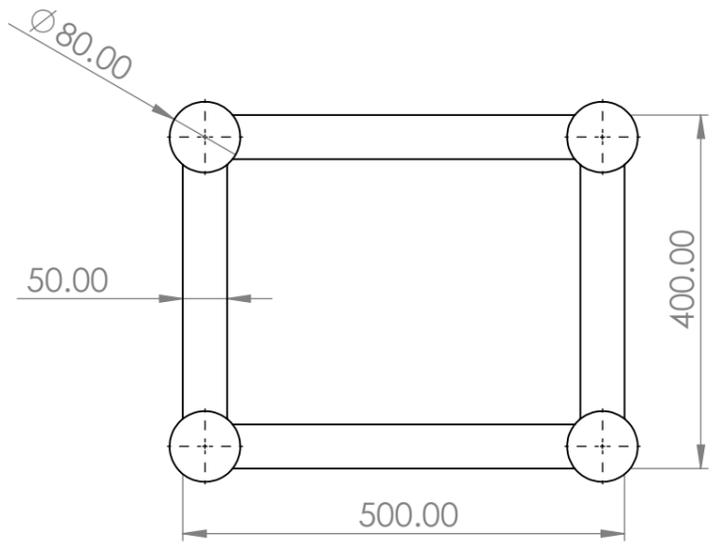
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO: <b>SISTEMA AUTOMATICO DE PESAJE</b>	
VERIF.			27/11/22		N.º DE DIBUJO	A3
APROB.				MATERIAL: Acero Inoxidable 304	TOLVA	
FABR.				PESO:	ESCALA:1:8	HOJA 1 DE 1
CALID.						

8 7 6 5 4 3 2 1

F  
E  
D  
C  
B  
A



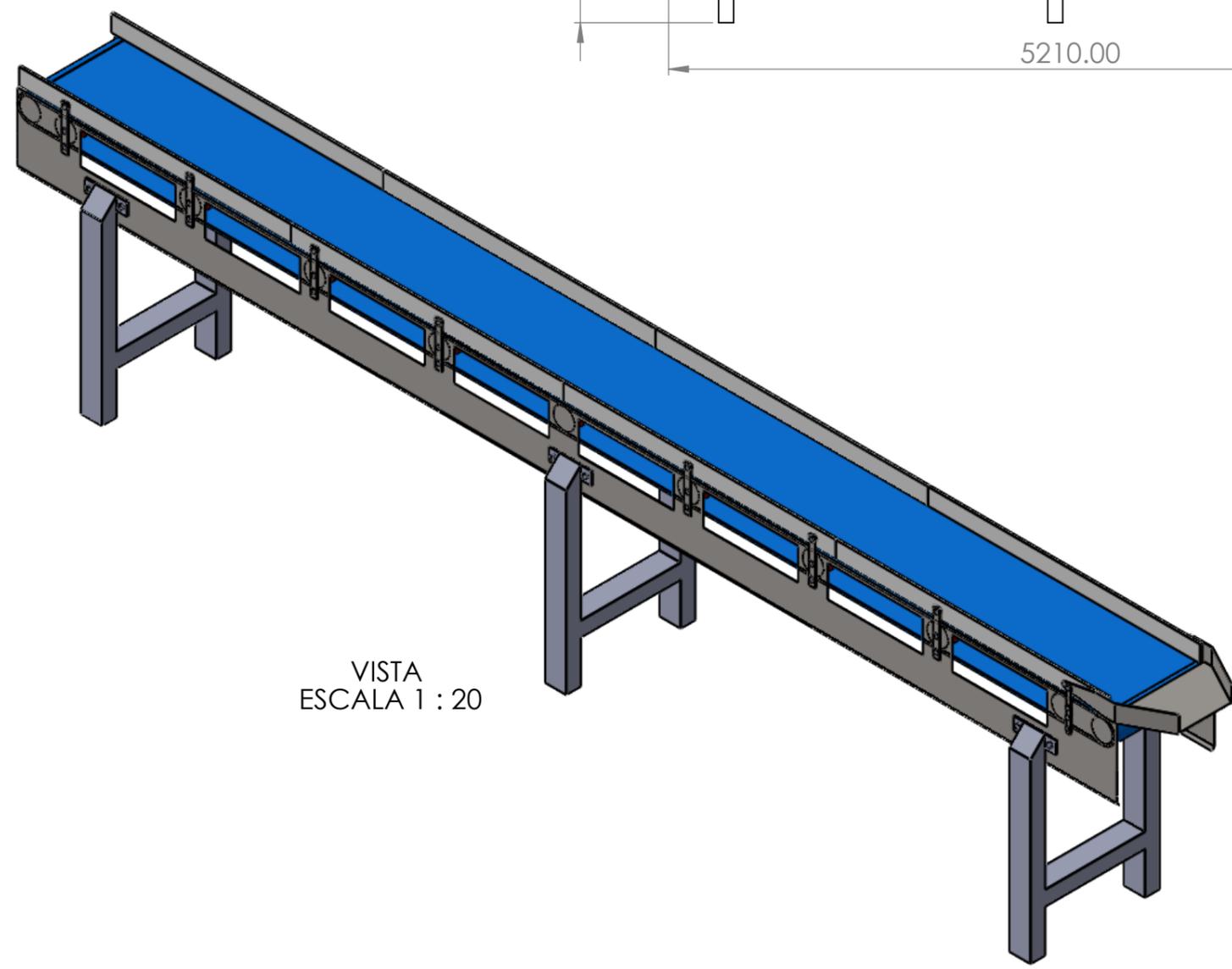
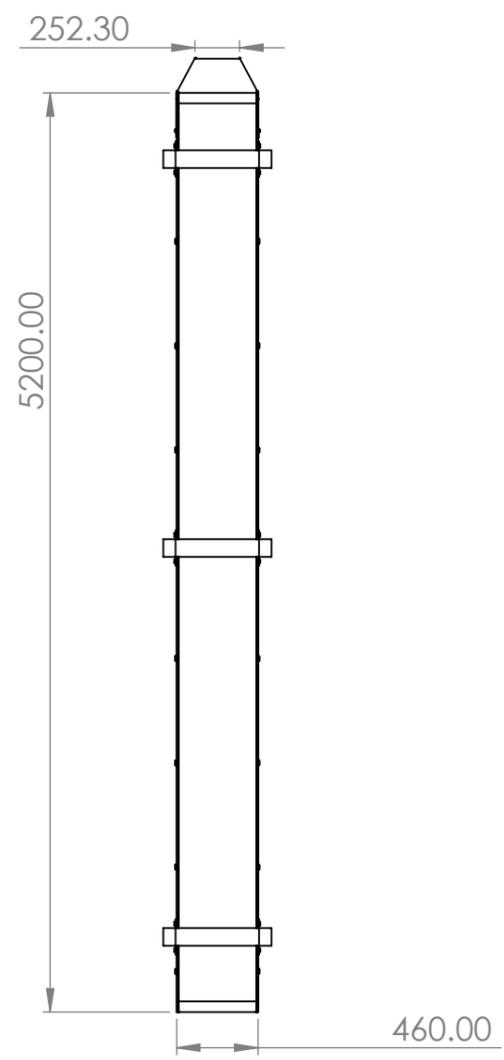
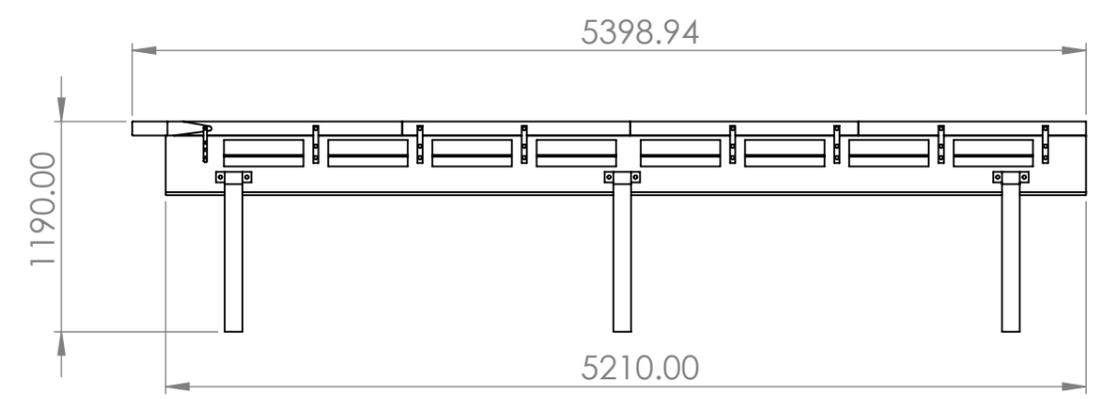
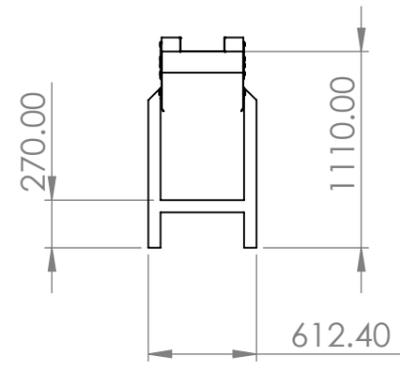
VISTA ESCALA 1 : 6



DETALLE D ESCALA 1 : 3

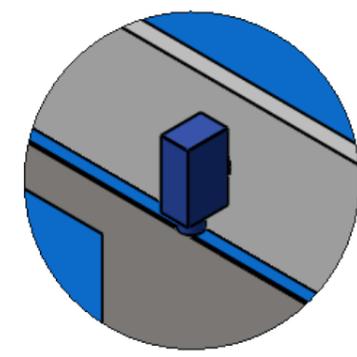
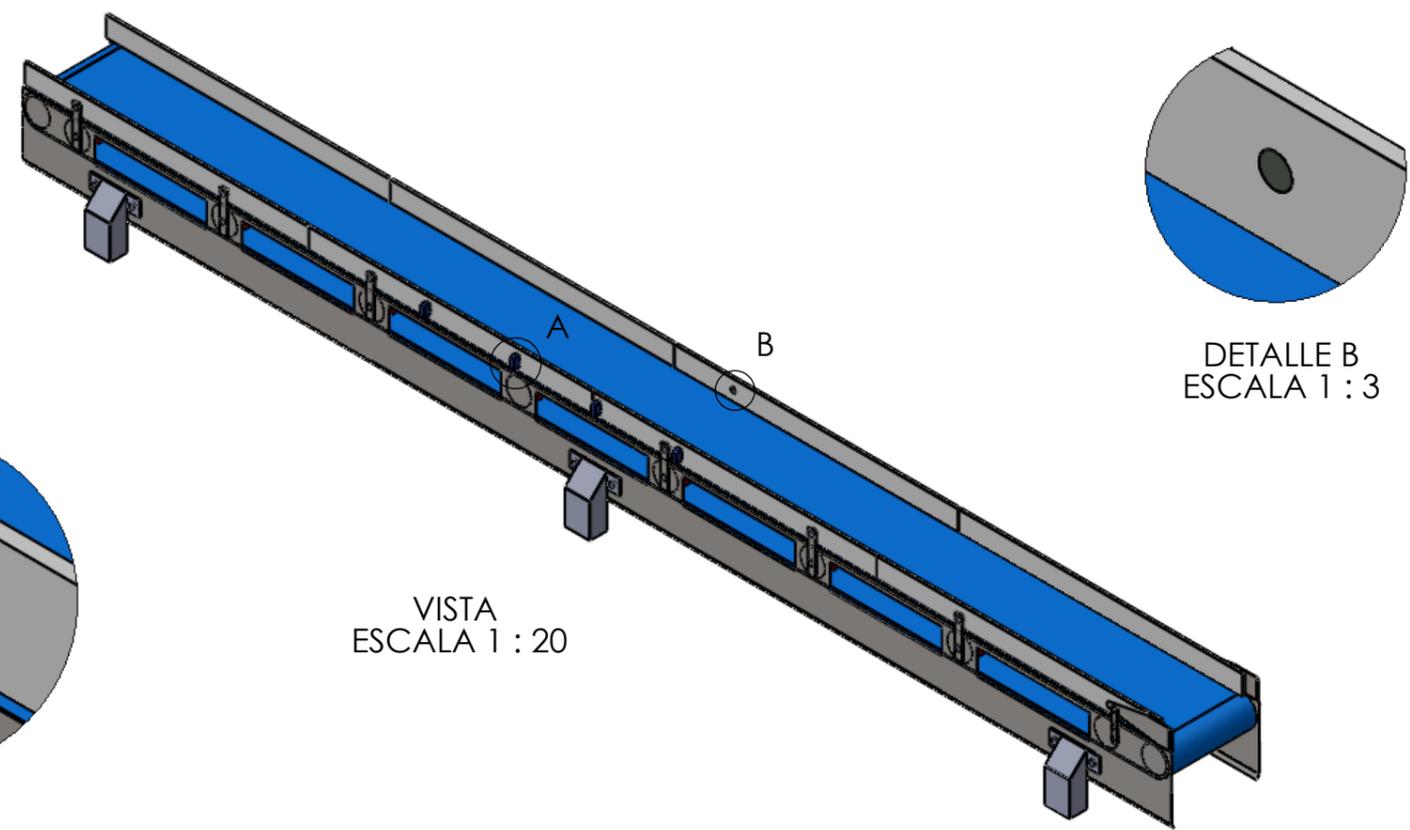
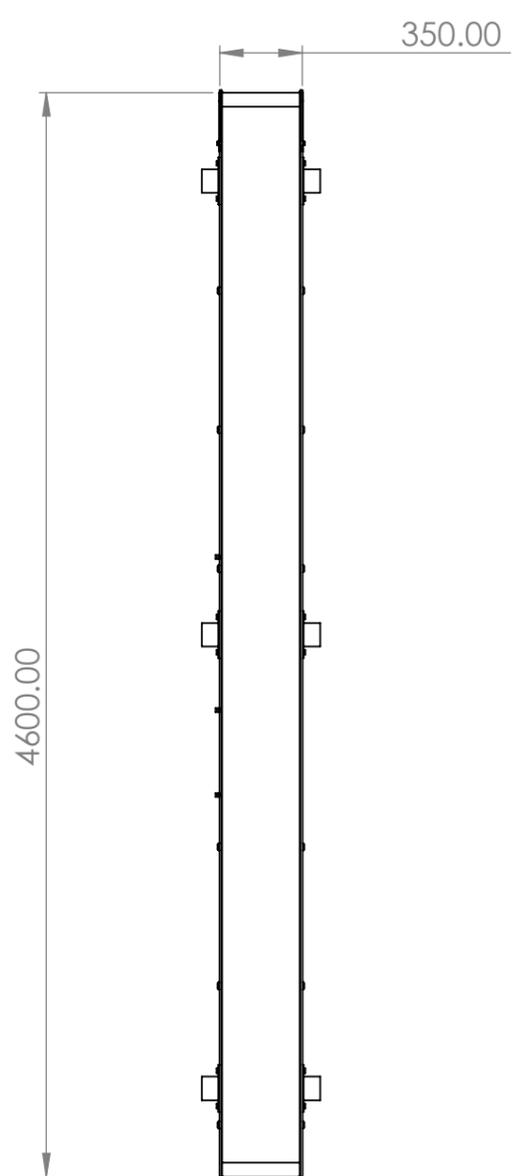
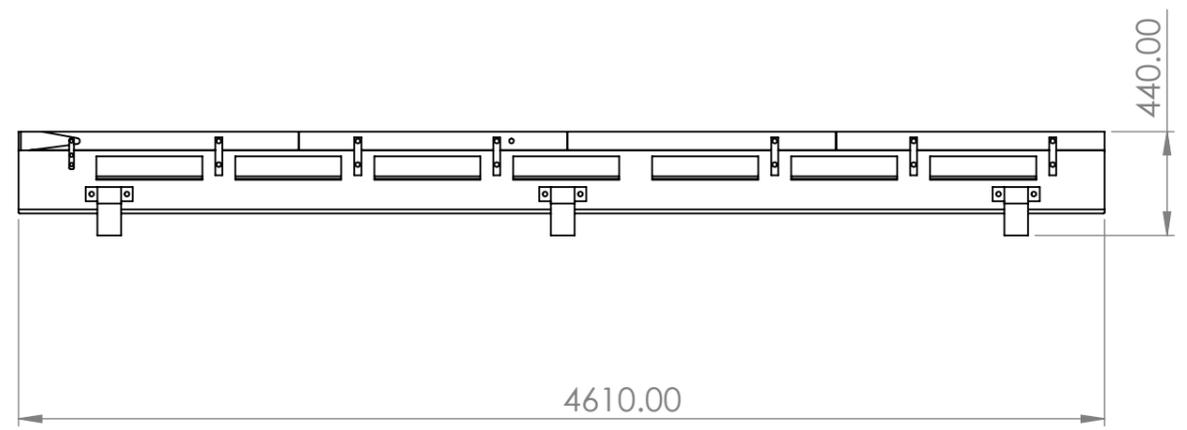
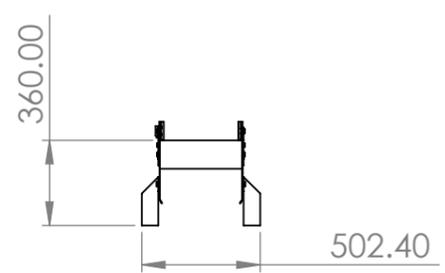
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: <b>SISTEMA AUTOMATICO DE PESAJE</b>	
DIBUJ.		27/11/22			N.º DE DIBUJO	A3
VERIF.					<b>SOPORTE TOLVA</b>	
APROB.					ESCALA:1:8	HOJA 1 DE 1
FABR.				MATERIAL: Acero Inoxidable 304		
CALID.				PESO:		

8 7 6 5 4 3 2 1

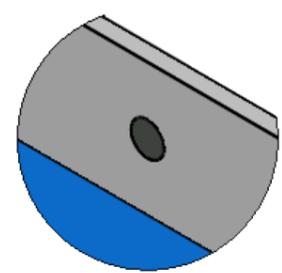


VISTA  
ESCALA 1 : 20

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO: <b>SISTEMA AUTOMATICO DE PESAJE</b>	
VERIF.			27/11/22		N.º DE DIBUJO	A3
APROB.				MATERIAL: Acero Inoxidable 304	Faja transportadora grande	
FABR.				PESO:	ESCALA:1:40	HOJA 1 DE 1
CALID.						



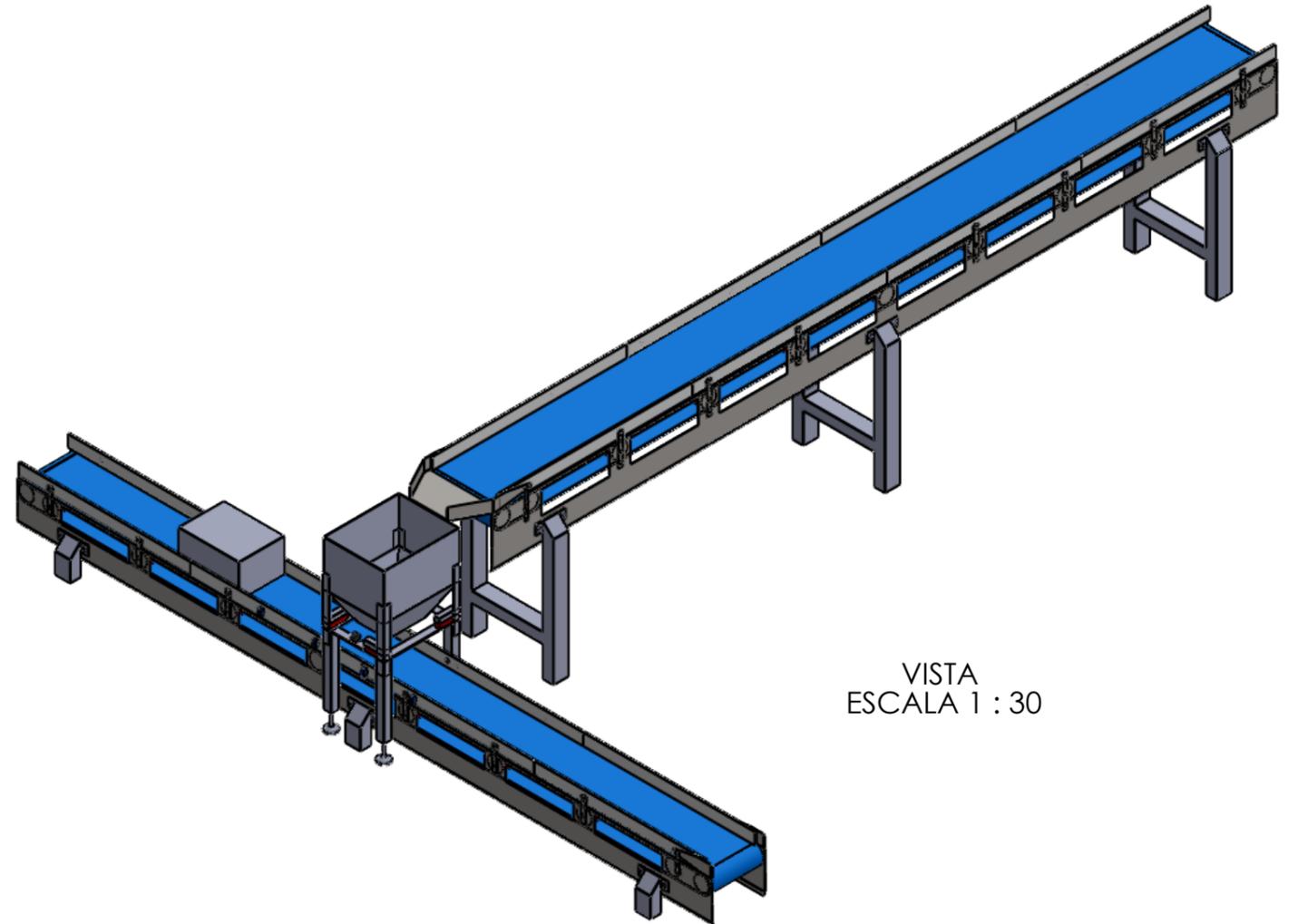
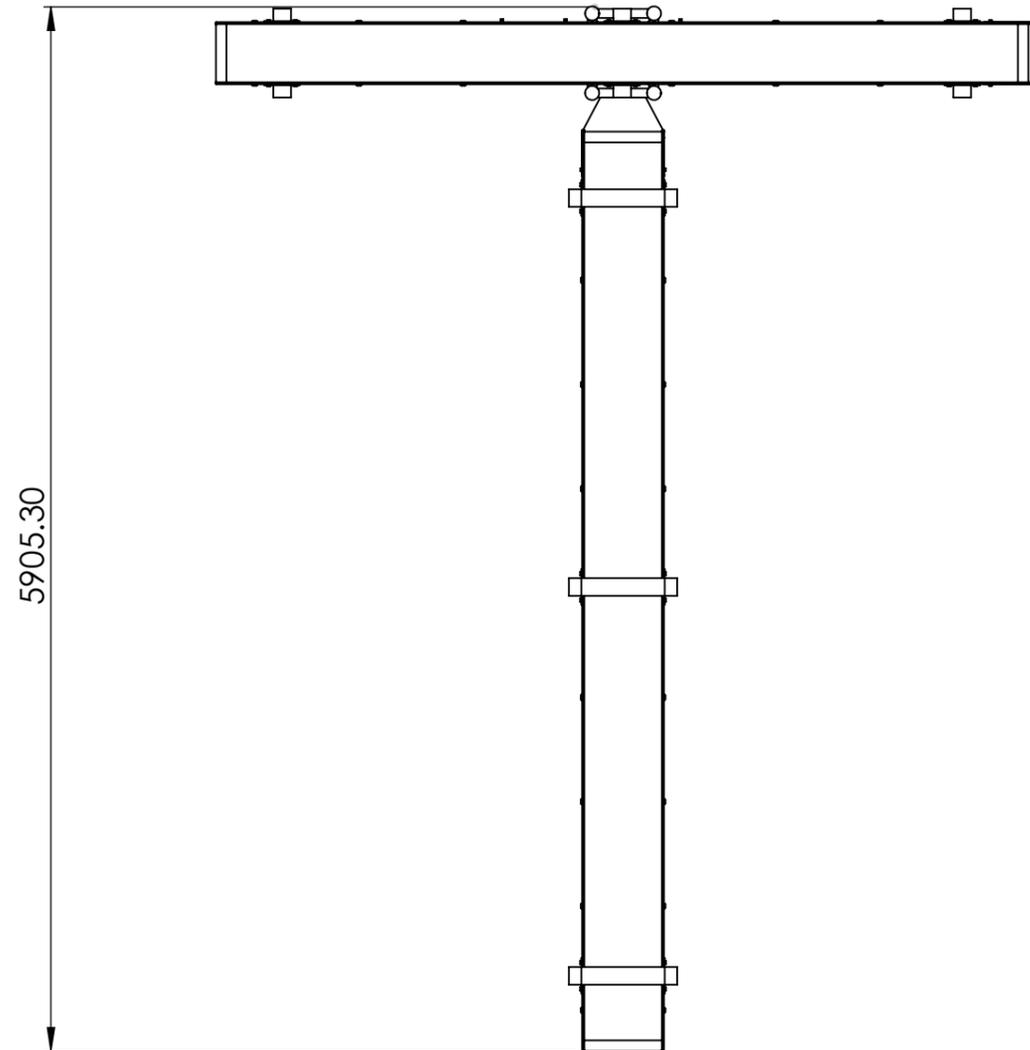
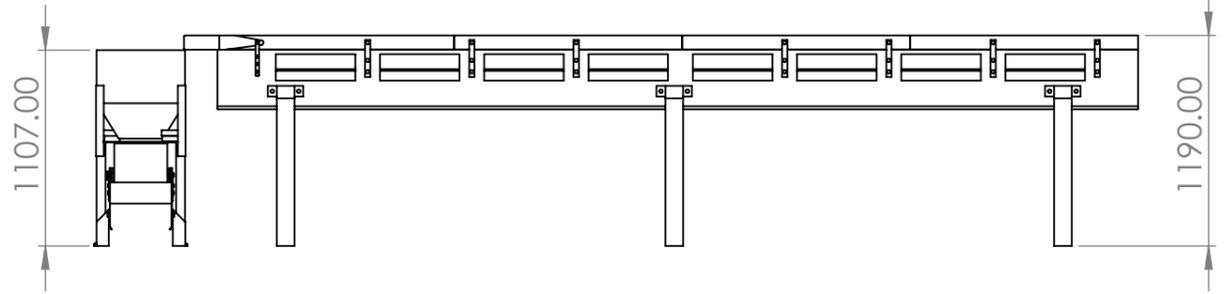
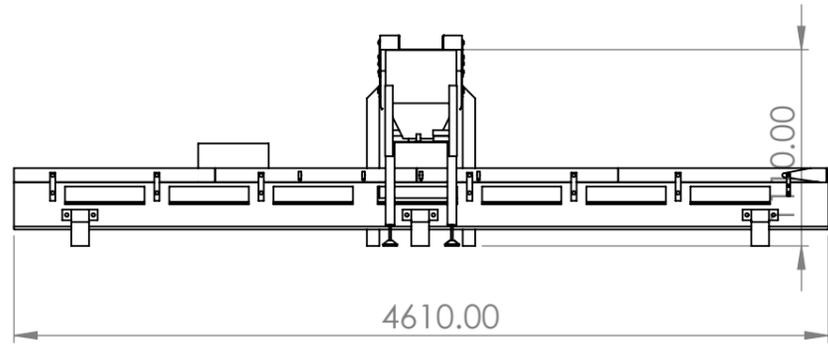
DETALLE A  
ESCALA 1 : 3



DETALLE B  
ESCALA 1 : 3

VISTA  
ESCALA 1 : 20

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO: <b>SISTEMA AUTOMATICO DE PESAJE</b>	
VERIF.			27/11/22		N.º DE DIBUJO	A3
APROB.				MATERIAL: Acero Inoxidable 304	Faja transportadora pequeña	
FABR.				PESO:	ESCALA:1:30	HOJA 1 DE 1
CALID.						



VISTA  
ESCALA 1 : 30

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO: <b>SISTEMA AUTOMATICO DE PESAJE</b>	
VERIF.			27/11/22		N.º DE DIBUJO	A3
APROB.				MATERIAL: Acero Inoxidable 304	<b>ENSAMBLE</b>	
FABR.				PESO:	ESCALA:1:40	HOJA 1 DE 1
CALID.						

## AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo Mario Deza, identificado con DNI 18193624, en mi calidad de Gerente de operaciones industriales de la empresa VIRU SA con R.U.C N° 20373860736, ubicada en la ciudad de Virú – La Libertad.

### OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

A la Srta. Leitón Valiente, Cristina y el Sr. Marquina Sánchez, Jeison

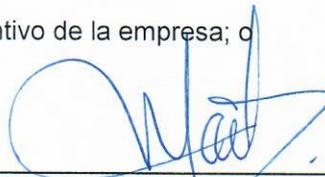
Identificados con DNI N° 47528209 y 47937741 respectivamente, de la Carrera profesional Ingeniería Mecánica Eléctrica, para que utilice la siguiente información de la empresa:

*Información de producción de mangos congelados a granel envasados en cajas, cantidad de operarios, espacio que hay en el ambiente, tiempos de parada, tiempos promedio de reparación y tensión eléctrica que cuenta la planta.*

con la finalidad de que se pueda desarrollar la Tesis, para optar el Título Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

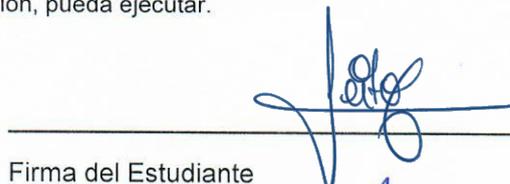
- (X) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
 ( ) Mencionar el nombre de la empresa.



Firma y sello del Representante Legal

DNI: 18193624  
**Mario Deza Neyra**  
GERENTE DE OPERACIONES INDUSTRIALES

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del Estudiante

DNI:



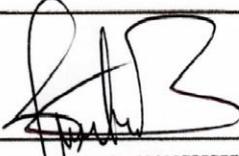
Firma del Estudiante

DNI: 47937741

## FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

### FICHA DE REGISTRO N° 1:

VARIABLE DEPENDIENTE: EFICIENCIA

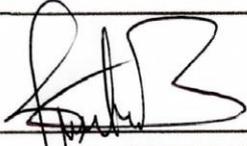
Nombre del instrumento	Ficha de registro N° 1: Variable dependiente - Eficiencia
Objetivo del instrumento	Medir la OEE del sistema actual de pesaje
Nombres y apellidos del experto	Santos Ramiro Aponte Saenz
Documento de identidad	27160768
Años de experiencia en el área	3 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero Mecánico Electricista
Nacionalidad	Peruano
Institución	HIDRANDINA
Cargo	Supervisor
Número telefónico	934 871 619
Firma	
Fecha	03/09/2022

.....  
SANTOS RAMIRO  
APONTE SAENZ  
Ingeniero Mecánico Electricista  
CIP N° 289037

**FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO**

**FICHA DE REGISTRO N° 2:**

VARIABLE INDEPENDIENTE: **SISTEMA AUTOMÁTICO**

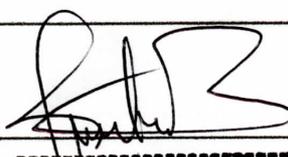
Nombre del instrumento	Ficha de registro N° 2: Variable independiente - Sistema automático
Objetivo del instrumento	Obtener datos para la programación del Sistema automático a proponer
Nombres y apellidos del experto	Santos Ramiro Aponte Saenz
Documento de identidad	27160768
Años de experiencia en el área	3 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero Mecánico Electricista
Nacionalidad	Peruano
Institución	HIDRANDINA
Cargo	Supervisor
Número telefónico	934 871 619
Firma	
Fecha	03/09/2022

-----  
**SANTOS RAMIRO  
APONTE SAENZ**  
Ingeniero Mecánico Electricista  
CIP N° 289037

**FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO**

**FICHA DE REGISTRO N° 3:**

DATOS ADICIONALES PARA LA VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA AUTOMÁTICO

Nombre del instrumento	Ficha de registro N° 3: Datos para la variable independiente - Sistema automático
Objetivo del instrumento	Obtener datos a considerar en el Sistema automático a proponer
Nombres y apellidos del experto	Santos Ramiro Aponte Saenz
Documento de identidad	27160768
Años de experiencia en el área	3 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero Mecánico Electricista
Nacionalidad	Peruano
Institución	HIDRANDINA
Cargo	Supervisor
Número telefónico	934 871 619
Firma	
Fecha	03/09/2022

-----  
**SANTOS RAMIRO  
APONTE SAENZ**  
Ingeniero Mecánico Electricista  
CIP N° 280037



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CESAR DANY SIALER DIAZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Sistema automático de pesaje para incrementar la eficiencia del envasado de mango congelado en una empresa agroindustrial, La Libertad.", cuyos autores son MARQUINA SANCHEZ JEISON SMITH, LEITON VALIENTE CRISTINA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 07 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CESAR DANY SIALER DIAZ <b>DNI:</b> 16731363 <b>ORCID:</b> 0000-0002-7430-9524	Firmado electrónicamente por: SIALERDC el 20-12- 2022 16:38:04

Código documento Trilce: TRI - 0477629