



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO FASE I

DISEÑO DE ETIQUETADORA MANUAL PARA BANANO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

11511090 CARLA VANESSA BARAHONA OCHOA

11511339 ERICK LEONARDO LOBO ORELLANA

ASESOR METODOLÓGICO: ING. RIGOBERTO CASTRO

ASESOR TEMÁTICO: ING. DANIEL ALEJANDRO RAMOS

CAMPUS TEGUCIGALPA; ENERO, 2020

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a:

Mis padres Juan Barahona y Marlen Ochoa por su amor, y apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida personal y académica. Su sacrificio y esfuerzo de todos estos años no fue en vano. Mi hermana Alejandra Barahona por dedicarme su tiempo y su paciencia en los buenos y malos momentos. A mi tía Miriam Ochoa porque en ti he encontrado una segunda madre.

-Carla Barahona-

Dedico el presente trabajo a mi padre Marco Lobo, mi madre Norma Orellana, y mi familia, quienes contribuyeron en mi desarrollo personal y académico, brindándome su apoyo incondicional en todo momento a lo largo de esta etapa.

-Leonardo Lobo-

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los docentes que nos instruyeron para el desarrollo de este proyecto. A nuestros catedráticos de la carrera, quienes nos ayudaron a crecer académicamente y especialmente a los ingenieros Rigoberto Castro, Rene Quant y Daniel Ramos, quienes nos dedicaron su tiempo y sus conocimientos.

RESUMEN EJECUTIVO

Al enfrentarnos al problema global de la demanda alimenticia, surge la necesidad de buscar alternativas para mejorar la calidad y reducir los tiempos de producción. Las plantaciones de banano han sido una fuerte e importante fuente de ingresos para la economía hondureña. A lo largo de muchos años Honduras ha sido considerado como uno de los principales exportadores de banano, abriendo paso a la importancia del reconocimiento de la marca. En la actualidad, en Honduras el proceso de etiquetado se ha efectuado de manera manual. De manera que se pierde mucho tiempo y recursos en actividades sencillas, desembocando en el retraso de exportación de producto.

El presente proyecto se enfocó en el diseño de una herramienta de etiquetado de banano manual de fácil montaje, liviano, compacto, fabricado con materiales aprobados por la FDA y la FAO para manipulación alimenticia. Para su elaboración se hizo uso del software Solidworks, para la creación del diseño CAD, las simulaciones estáticas y de movimiento de la etiquetadora, con el objetivo de entregar un producto confiable. La herramienta se diseñó para ser accionada mediante un mecanismo de rueda de ginebra, que acoplada a un trinquete ejecuta el proceso de etiquetado.

Al concluir el proyecto, se logró realizar el diseño confiable de una etiquetadora de banano manual, que cumple con la línea de normativas establecidas para manipulación de comida. Con su fabricación e implementación se podrá optimizar el proceso de etiquetado que afrontan las empresas bananeras, así mismo, de servir como una herramienta que ayude al personal del área a realizar la labor de manera más sencilla. Tomando en consideración todas las ventajas previamente expuestas, el desarrollo de este proyecto implicaría el aumentar las unidades de banano a exportar, además de reducir costos de operación en las empresas bananeras hondureñas.

Palabras claves: Herramienta manual, etiquetado de banano, etiquetadora de banano.

ABSTRACT

When facing the global problem of food demand, there is a need to seek alternatives to improve quality and reduce production times. Banana Plantations have been a strong and important source of income for the Honduran economy. For many years Honduras has been considered one of the main worldwide banana exporters, opening the path to the importance of brand recognition. At present, in Honduras the labeling process has been carried out manually. So, a lot of time and resources are lost in simple activities, leading to the delay in exporting the product.

This project focused on the design of an lightweight, compact, and easy to assemble manual banana labeling tool. Another characteristic that the design has is that it uses FDA and FAO approved materials for food handling. SolidWorks software was used for its elaboration, for the creation of the CAD design and the static and motion simulations of the labeler, with the aim of delivering a reliable product. The tool was designed to be operated by a gin wheel mechanism, which coupled to a ratchet, executes the labeling process.

At the end of the project, the reliable design of a manual banana labeler was achieved, which complies with the established regulations for food handling. With its manufacture and implementation, the labeling process faced by banana companies can be optimized, as well as serving as a tool that helps the user to carry out the work more easily.

Taking into account all the advantages previously stated, the development of this project could involve increasing banana units to export, in addition to reducing operating cost in Honduran banana companies.

Key words: Manual tool, banana labeling, banana labeler.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Introducción	5
II. Planteamiento del Problema.....	7
2.1 Precedentes del Problema	7
2.1.1 Diseño de prototipo de una herramienta para el etiquetado en el proceso de empaque de banano orgánico de la empresa CEPIBO-SULLANA.....	7
2.1.2 Aplicador manual de etiquetas para frutas (APLIFRU)	8
2.1.3 Etiquetadora manual HADRAN.....	9
2.2 Definición de Problema	10
2.3 Justificación	10
2.4 Preguntas de Investigación	10
2.5 Objetivos.....	11
2.5.1 Objetivo General.....	11
2.5.2 Objetivos Específicos	11
III. Marco Teórico.....	12
3.1 Prototipos previos.....	12
3.1.1 Diseño de prototipo de una herramienta para el etiquetado en el proceso de empaque de banano orgánico de la empresa CEPIBO-SULLANA.....	12
3.1.2 Aplicador manual de etiquetas para frutas (APLIFRU)	14
3.1.3 Etiquetadora manual HADRAN.....	15
3.2 Importancia del banano en Honduras	16
3.2.1 Clasificación para Bananos de exportación.....	18
3.2.2 Proceso de empaque del banano	21

3.3 Normativas de calidad para procesos de frutas.....	30
3.3.1 Codex Alimentario	30
3.3.2 Materiales de salubridad en producción Hortofrutícola.....	31
3.4 Etiquetado para producción Hortofrutícola.....	37
3.5 Bandas para aplicaciones mecánicas.....	38
3.5.1 Bandas planas.....	39
3.5.2 Bandas Trapeciales.....	40
3.5.3 Bandas de sincronización.....	40
3.6 Rodamientos.....	41
IV. Metodología.....	43
4.1 Enfoque.....	43
4.2 Variables de investigación.....	43
4.3 Técnicas e instrumentos aplicados.....	44
4.4 Materiales.....	45
4.5 Metodología de estudio.....	48
4.5.1 Proyectos relacionados con el etiquetado de frutas.....	48
4.5.2 Análisis de metodologías aplicadas en proyectos previos.....	48
4.5.3 Determinación de variables a medir para el desarrollo del proyecto.....	53
4.5.4 Diseño CAD de la herramienta.....	54
4.5.5 Análisis de costos de los componentes que compone la etiquetadora.....	68
4.6 Metodología de validación.....	70
4.6.1 Análisis estáticos de la etiquetadora.....	71
4.6.2 Estudios de movimiento del mecanismo de la herramienta de etiquetado.....	75

4.7 Cronograma de actividades	78
V. Resultados y análisis	79
5.1 Investigación de prototipos previos	79
5.2 Análisis de prototipos.....	79
5.3 Resultados de entrevistas con operadores de empaquetado de banano.....	79
5.4 Parámetros importantes involucrados en el proceso de etiquetado	79
5.5 Diseño en SolidWorks	80
5.6 Resultados del diseño final.....	83
5.7 Presupuesto.....	84
VI. Conclusiones.....	85
VII. Recomendaciones	86
VIII. Aplicabilidad.....	87
IX. Trabajo futuro	88
Bibliografía.....	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 – Representación del mecanismo	7
Ilustración 2 – Aplicadora manual para frutas APLIFRU	8
Ilustración 3 – Etiquetadora manual eléctrica EAUT10	9
Ilustración 4 – Diseño de los tres ejes de la máquina	12
Ilustración 5 – Diseño de prototipo de herramienta etiquetadora	13
Ilustración 6 – Aplicadora manual para frutas APLIFRU	14
Ilustración 7 – Etiquetadora manual eléctrica EAUT10	15
Ilustración 8 – Departamentos de Honduras con potencial para el cultivo de Banano.....	17
Ilustración 9 – Generación monetaria por exportación de banano (Marzo del 2019).....	18
Ilustración 10 – Secuencia de colores para el proceso de encintado	22
Ilustración 11 – Proceso de selección del racimo de bananos	23
Ilustración 12 – Flor del banano	24
Ilustración 13 – Proceso de calibración del banano	25
Ilustración 14 – Cable Vías para transporte de bananos.....	26
Ilustración 15 – Tanque de selección de la empresa Dole en Honduras	27
Ilustración 16 – Área de pesaje de los bananos en la empresa Dole de Honduras.....	28
Ilustración 17 – Proceso de etiquetado de la empresa Dole en Honduras.....	29
Ilustración 18 – Muestra de colocación de etiquetas.....	29
Ilustración 19 – Listado de los países que conforman la comisión de FAO.....	30
Ilustración 20 – Propiedades del Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).....	36
Ilustración 21 – Distintos tipos de accionamiento en correas planas	39
Ilustración 22 – Perfiles clásicos para bandas trapeciales.....	40

Ilustración 23 – Elementos de sincronización en bandas	41
Ilustración 24 – Nomenclatura de Rodamientos.....	42
Ilustración 25 – Mecanismo de Trinquete	49
Ilustración 26 – Etiquetadora de precios.....	50
Ilustración 27 – Rodillo de aplicación de la etiqueta.....	51
Ilustración 28 – Daños a la cáscara producidos por el rodillo original.....	51
Ilustración 29 – Impresión 3D con superficie lisa del rodillo original	52
Ilustración 30 – Configuración del material aluminio 1050	55
Ilustración 31 – Biblioteca de diseño del complemento de solidworks	56
Ilustración 32 – Vista Isométrica de rodillo principal.....	56
Ilustración 33 – Etiquetas de referencia.....	57
Ilustración 34 – Vista isométrica del trinquete.....	59
Ilustración 35 – Montaje de polea y banda.....	60
Ilustración 36 – Configuración de miembro estructural.....	62
Ilustración 37 – Croquis de manivela.....	64
Ilustración 38 – Vista superior de la manivela.....	66
Ilustración 39 – Croquis de circunferencia de ginebra	67
Ilustración 40 – Vista frontal de la rueda de ginebra de tres pasos	67
Ilustración 41 – Vista Frontal del mecanismo de ginebra.....	68
Ilustración 42 – Rotación de rodillo y manivela	69
Ilustración 43 – Montaje del sistema de engranajes	70
Ilustración 44 – Prueba con masa de 100g	72
Ilustración 45 – Prueba con masa de 200g	72

Ilustración 46 – Prueba con masa de 100g	73
Ilustración 47 – Prueba con 500g	73
Ilustración 48 – Ensayo de cálculo de fuerza promedio de etiquetado	74
Ilustración 49 – Configuración del elemento rotatorio	76
Ilustración 50 – Configuración de elementos de contacto	76
Ilustración 51 – Configuración de las propiedades de movimiento.....	77
Ilustración 52 – Resultado de tensión aplicados al rodillo principal	80
Ilustración 53 – Resultado de deformación para el rodillo principal.....	81
Ilustración 54 – Resultante del factor de seguridad aplicado al rodillo principal	81
Ilustración 55 – Resultado de tensión de los engranes.....	82
Ilustración 56 – Resultado de desplazamiento de los engranes.....	82
Ilustración 57 – Resultado de factor de seguridad para los engranes.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Principales Grupos de bananos para exportación.....	21
Tabla 2 – Ventajas que brindan los metales livianos en producción agrícola	32
Tabla 3 – Propiedades Físicas y mecánicas del aluminio 1050 a 20°C.....	33
Tabla 4 – Composición de titanio CP según su clasificación establecido por la ASTM	34
Tabla 5 – Propiedades Físicas del titanio comercial puro.....	34
Tabla 6 – Propiedades mecánicas por grado de titanio comercial puro	34
Tabla 7 – Propiedades físicas del acero inoxidable 316	35
Tabla 8 – Propiedades mecánicas del acero inoxidable 316	35
Tabla 9 – Materiales y costos.....	47
Tabla 10 – Dimensiones de etiquetas.....	58
Tabla 11 – Especificaciones de las poleas.....	61
Tabla 12 – Resultados de la elección del sistema de engranajes	70
Tabla 13 – Hoja de datos correspondiente al ensayo 1	71
Tabla 14 – Hoja de datos correspondiente al segundo ensayo	74
Tabla 15 – Cronograma de Actividades desarrolladas durante el alcance del proyecto.....	78
Tabla 16 – Carcasa	83
Tabla 17 – Mecanismo interno de la etiquetadora	84
Tabla 18 – Propiedades Físicas del prototipo final.....	84
Tabla 19 – Presupuesto final.....	84

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 – Segmento de arco	57
Ecuación 2 – Media estadística	57
Ecuación 3 – Conversión de grados a radianes	58
Ecuación 4 – Diámetro de circunferencia.....	59
Ecuación 5 – Ángulo de beta.....	65
Ecuación 6 – Relación de seno.....	65
Ecuación 7 – Sumatoria de ángulos en un triángulo.....	65
Ecuación 8 – Relación de coseno.....	66
Ecuación 9 – Teorema de Pitágoras.....	66
Ecuación 10 – Distancia entre centros engranajes rectos.....	69
Ecuación 11 – Segunda ley de newton.....	71
Ecuación 12 – Conversión de gramos a kilogramos.....	71
Ecuación 13 – Cálculo de torsión.....	75

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 – Cotización de 8,000 etiquetas.....	92
Anexo 2 – Cotización de 7500 etiquetas.....	93
Anexo 3 – Tolerancias de los ejes.....	94
Anexo 4 – Ficha técnica del Neopreno.....	95
Anexo 5 – Ficha técnica rodamiento B626DDU de MISUMI.....	96
Anexo 6 – Ficha técnica rodamiento MERI-2117 de NHBB.....	97
Anexo 7 – Ficha técnica del engranaje GEAHBG1.0-17-6-A-11 de Misumi.....	98
Anexo 8 – Vista Isometrica del diseño de la etiquetadora de banano.....	99
Anexo 9 – Plano 1 lista de Materiales de la etiquetadora de banano.....	100
Anexo 10 – Plano 2 de lista de materiales de la etiquetadora de banano.....	100
Anexo 11 – Dimensiones de tapadera derecha.....	100
Anexo 12 – Coordenadas de taladrados de tapadera derecha.....	100
Anexo 13 – Dimensiones de tapadera izquierda.....	100
Anexo 14 – Coordenadas de taladrados de tapadera izquierda.....	100
Anexo 15 – Dimensiones generales de trinquete.....	100
Anexo 16 – Dimensiones generales del mecanismo de ginebra.....	100
Anexo 17 – Dimensiones generales de la manivela.....	100
Anexo 18 – Dimensiones de mango de la etiquetadora.....	100
Anexo 19 – Dimensiones de la tapadera superior.....	100
Anexo 20 – Dimensiones de tapadera inferior.....	100
Anexo 21 – Dimensiones de la pieza de salida de papel.....	100
Anexo 22 – Vista isométrica del soporte externo.....	100

Anexo 23 – Plano de materiales del soporte externo	100
Anexo 24 – Dimensiones del tubo principal del soporte.....	100
Anexo 25 – Dimensiones de tubo acoplado.....	100
Anexo 26 – Dimensiones del soporte de la bobina de etiquetas.....	100
Anexo 27 – Dimensiones de la base de la estructura.....	100

LISTA DE SIGLAS

AISI	American iron and steel institute
ASTM	American society for testing and materials
BSI	British standards institution
CISC	Complex instruction set computer
DIN	Instituto alemán para normalización
FDA	Food and drugs administration
FHIA	Fundación hondureña de investigación agrícola
ISO	International standard organization
JIS	Japanese industrial standard
NVS	Normas voluntarias de sostenibilidad para bananos
PIB	Producto interno bruto
ABS	Acrilonitrilo butadieno estireno
VAB	Valor añadido Bruto

GLOSARIO

Cultivos perennes: se le conoce como cultivo perenne a plantas de ciclos muy largo en donde su período de vida vegetativos puede sobrepasar los 25 años (Agrario, 2016).

Hidroxiclavalato: es un tipo de polímero biodegradable utilizado en aplicaciones de medicina y agroindustriales (Fernández Izquierdo, Ortiz Benavides, & Edmundo España, 2005).

Hortofrutícola: comprende desde la producción agrícola, hasta la transformación industrial de la misma (Centro de Comercio Internacional, 1999).

Musaceae: es una clasificación de plantas monocotiledóneas reconocidas al nivel mundial por las bananas (Bonifacino & Rossado, 2019).

Producto interno bruto: hace referencia a un indicador económico cuya función es la de reflejar todo el ingreso monetario producidos por un país anualmente. Se usa con el propósito de realizar una medición de la riqueza de un país (López, 2018).

Uretano: es una clase de compuesto que se deriva del ácido carbónico, utilizado en el área de la medicina como fármaco para tratar leucemia y varices, así mismo, es utilizado para crear poliuretano.

Valor Añadido Bruto: es un indicador macroeconómico cuya función es la realizar evaluaciones de la actividad económica generada por un sector en específico (López, 2018).

Xenobióticos: son sustancias ajenas provenientes del metabolismo de los organismos vivos (Cooney, 2018).

I. INTRODUCCIÓN

Honduras a lo largo del tiempo ha sido un país cuyo crecimiento económico se ha basado en la producción agrícola. Dentro de los diversos rubros agrícolas que Honduras produce se destacan las plantaciones de banano que benefician a un 36.6% de los agricultores hondureños (España, 2018).

El banano es una fruta que contiene altos niveles nutricionales, lo que lo convierte en uno de los productos agrícolas más completos para una buena alimentación, así mismo, de vital importancia en la canasta básica hondureña. Debido a sus beneficios nutricionales y el incremento de la población mundial, la demanda del banano ha aumentado en los últimos años, desembocando en procesos rigurosos de calidad. Es por ello que empresas bananeras a nivel global se han dado a la tarea de etiquetar su producto, ya que esto representa una forma efectiva para lograr el reconocimiento de dicha marca tanto a nivel nacional como internacional, abriendo paso al mercado de divisas en el sector agrícola.

En la actualidad, en Honduras existen empresas bananeras que cuentan con un proceso de etiquetado manual, lo que con lleva a retrasos en el proceso de empaquetado y exportación del banano, desencadenando pérdidas monetarias que afecta la economía del país. Es por ello, que este proyecto ha sido dirigido para optimizar el tiempo que conlleva el proceso de etiquetado dentro del área de empaquetado de dicho fruto.

El presente proyecto tiene como principal objetivo presentar el diseño de un prototipo de máquina etiquetadora manual que facilite y optimice el trabajo que se desarrolla en el área de etiquetado, así mismo, que cumpla con las normativas de salubridad alimenticia, utilizando materiales que permitan el uso continuo de la misma dentro de períodos extensos.

El proyecto consta de nueve capítulos: planteamiento del problema, marco teórico, metodología, resultados y análisis, conclusiones, recomendaciones, aplicabilidad del proyecto, y trabajo a futuras del proyecto.

Cada sección que conforma el presente documento, se detallan a continuación:

Planteamiento del problema: en este capítulo se detalla la problemática encontrada que engloban las empresas bananeras en el proceso de etiquetado, así mismo, se expone la importancia que tiene la solución del problema.

Marco teórico: presenta la base teórica de la investigación y diseño efectuado. Este segmento ofrece al lector una guía para el entendimiento teórico del proyecto.

Metodología: se detallan las variables de investigación que se tomaron en consideración para la realización del diseño de la herramienta. No obstante, este capítulo también engloba las técnicas que se implementaron para efectuar el desarrollo del diseño, además de brindar el presupuesto que incurre proyecto como tal. Último factor que se anexa a la sección, es el cronograma de actividades seguido durante el desarrollo del proyecto.

Resultados y análisis: se presenta una síntesis de los datos recuperados de las simulaciones a las cuales el diseño fue sometido, así mismo, se presenta el análisis del autor sobre los resultados efectuados.

Conclusiones: esta sección engloba las conclusiones obtenidas durante la ejecución del proyecto.

En los capítulos posteriores se presentan las sugerencias y recomendaciones propuestas para el seguimiento del presente proyecto a corto y largo plazo.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA

Existen proyectos desarrollados a fines al tema de etiquetado de banano, los cuales se basan en diferentes sistemas de accionamiento para ejecutar el etiquetaje de frutas. A continuación, se enlistan los diferentes proyectos:

2.1.1 DISEÑO DE PROTOTIPO DE UNA HERRAMIENTA PARA EL ETIQUETADO EN EL PROCESO DE EMPAQUE DE BANANO ORGÁNICO DE LA EMPRESA CEPIBO-SULLANA

En este proyecto se ha fundamentado la ejecución de etiquetado del banano mediante un movimiento mecánico generado por rodillos de 8mm de diámetro. Este mecanismo aporta una mínima cantidad de presión en la superficie del banano, con el propósito de temprar el papel con las etiquetas provenientes del carre principal y asegurar que la etiqueta se adhiera bien al fruto (Atoche, 2017).

Con el proyecto se logró determinar que las etiquetas Fairtrade son las más utilizadas en las áreas de empaquetado de las empresas bananeras. Por otro lado, el prototipo logró simplificar el trabajo del personal de la empresa, además de cumplir con todos los requerimientos necesarios para desarrollar el proceso de etiquetado.

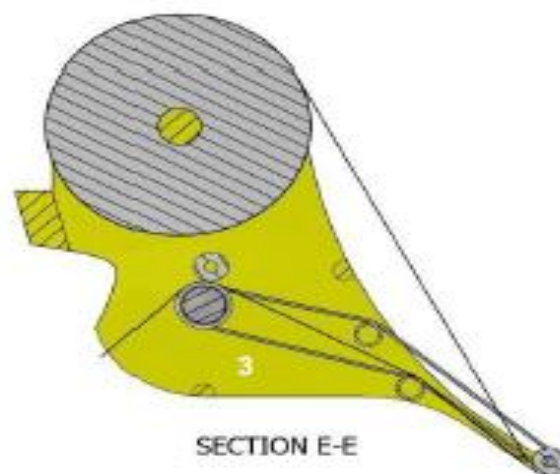


Ilustración 1 – Representación del mecanismo

Fuente: (Atoche, 2017)

2.1.2 APLICADOR MANUAL DE ETIQUETAS PARA FRUTAS (APLIFRU)

El siguiente modelo fue diseñado por la empresa Grafietic etiquetas y sistemas. Esta empresa se dedica a fabricar dispositivos de etiquetado, y a su vez comercializan etiquetas personalizadas de acuerdo a los requerimientos del proceso en donde se emplearán. Los accionamientos de estas herramientas pueden ser de dos tipos: manuales y semiautomáticas. Su fabricación y uso dependen del tamaño de la etiqueta a utilizar y el tipo de proceso a implementarse como es el ejemplo de la APLIFRU.

APLIFRU es una herramienta etiquetadora específicamente para etiquetas con un ancho de 10 a 32 mm y con una longitud de 15 a 65 mm. Opera con un sistema eléctrico, compuesto de una batería de 240v, que se estima que opere de forma continua durante 3 a 6 horas, dependiendo de las dimensiones de las etiquetas que se esté utilizando, así mismo, proporciona la ventaja de poseer un cargador rápido de baterías, que se estima que carga la batería en un período corto de 1 hora. APLIFRU está diseñada para ser liviana y de fácil uso para el operario. Su peso no excede de 730 gramos, por lo que se convierte en una herramienta funcional para etiquetar frutos en largas jornadas laborales.



Ilustración 2 – Aplicadora manual para frutas APLIFRU

Fuente: (Sistemas, 2016)

2.1.3 ETIQUETADORA MANUAL HADRAN

El tercer proyecto es un modelo diseñado y manufacturado por la empresa australiana HADRAN. La empresa se dedica a la fabricación de herramientas etiquetadoras, bajo el objetivo de facilitar el proceso de etiquetaje de frutas.

El modelo EAUT10 es una herramienta de etiquetaje, diseñada para colocar 300 etiquetas por minuto, dependiendo del ancho y el tamaño de la etiqueta que se esté utilizando. Los anchos de centro con las que trabaja esta herramienta pueden ser de 20, 30, 40, y 50 mm, así mismo, este modelo ofrece el beneficio se puede usar con etiquetas de papel, polipropileno y polietileno con un grosor de 40-60 micrones. Su funcionamiento se basa en un sistema manual eléctrico, en donde se emplea el uso de una batería de 3.6v con un tiempo de trabajo entre cargas de 10 horas y un tiempo de carga de 2 horas.



Ilustración 3 – Etiquetadora manual eléctrica EAUT10

Fuente: (Haran, 2013)

Por su velocidad de aplicación, y su peso ligero hacen de esta herramienta de etiquetado una solución viable para optimizar los procesos de empaquetado de frutas, verduras y productos,

ofreciendo la ventaja de ser empleada para trabajos pesados, en donde no se ve afectado el porcentaje de etiquetado, ya que este se mantiene estable durante el uso de la herramienta.

2.2 DEFINICIÓN DE PROBLEMA

En la actualidad existen empresas bananeras que realizan el proceso de etiquetado de manera manual, de modo que se ven obligados a invertir grandes cantidades de tiempo en actividades sencillas, generando un atraso en el proceso de empaquetado y exportación del banano.

2.3 JUSTIFICACIÓN

El banano en Centroamérica tiene un gran impacto en la economía de los países, ya que es un producto agrícola que genera fuertes ingresos de exportación y de empleo, siendo Honduras el tercer país con la mayor tasa de exportación a nivel centroamericano (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018). A pesar de que Honduras exporta banano desde los 1900's el proceso de etiquetado se realiza de manera manual, con poca innovación en dicho proceso hasta la actualidad. El proceso de etiquetado para una empresa que produce banano para exportación es de suma importancia, ya que este indica que su producto cumple con las normas de calidad, así mismo, ayuda al reconocimiento de la marca a nivel nacional e internacional. Es por esto que el personal encargado del mismo debe contar con gran agilidad y experiencia para cumplir con las metas de producción que dicha compañía establece. Por esta razón lograr realizar el diseño de una máquina etiquetadora manual, permitiría a la compañía y al personal realizar dicho proceso de manera más eficiente, logrando distribuir una mayor cantidad de producto en menor tiempo.

2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuáles son las principales deficiencias del proceso de etiquetado del banano?
2. ¿Qué tipos de mecanismos se pueden usar para el diseño de la herramienta etiquetadora?
3. ¿Qué variables de investigación se deben tomar en cuenta para el diseño de la herramienta?

4. ¿Qué tipo de adhesivo utiliza las etiquetas de los bananos?
5. ¿Qué material de fabricación sería el más adecuada para implementar en el diseño?
6. ¿Cuál es el peso de un carre de etiquetas?
7. ¿En cuál de las curvaturas del banano se debe colocar la etiqueta de la empresa?

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una etiquetadora manual que optimice la etapa de etiquetado de bananos para exportación.

2.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar una investigación de prototipos previos que son enfocados en eficientar el proceso de etiquetado.
2. Analizar cuál de las metodologías propuestas es más factible para implementar en el diseño de la herramienta para etiquetado de bananos.
3. Determinar los parámetros más importantes del proceso de etiquetado para establecer criterios de diseño adecuado, mediante investigaciones y entrevistas con personal de empresas bananeras.
4. Efectuar el diseño del prototipo de la herramienta para etiquetado haciendo uso del software de SolidWorks.
5. Realizar un presupuesto para el diseño de la herramienta, con la finalidad de desglosar el costo de todos los materiales de la cual se compone la herramienta.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 PROTOTIPOS PREVIOS

3.1.1 DISEÑO DE PROTOTIPO DE UNA HERRAMIENTA PARA EL ETIQUETADO EN EL PROCESO DE EMPAQUE DE BANANO ORGÁNICO DE LA EMPRESA CEPIBO-SULLANA

El proyecto se fundamenta bajo un enfoque cuantitativo, ya que para su desarrollo se hizo uso de datos numéricos recuperados a través de encuestas y observación del proceso de etiquetado. Su ejecución se realizó bajo el objetivo de crear una herramienta de etiquetado que optimice el proceso de empaquetado en la empresa CEPIBO-SULLANA, así mismo, que contribuya a la disminución de tensión y estrés a la cual el personal de estas áreas se encuentra sometido.

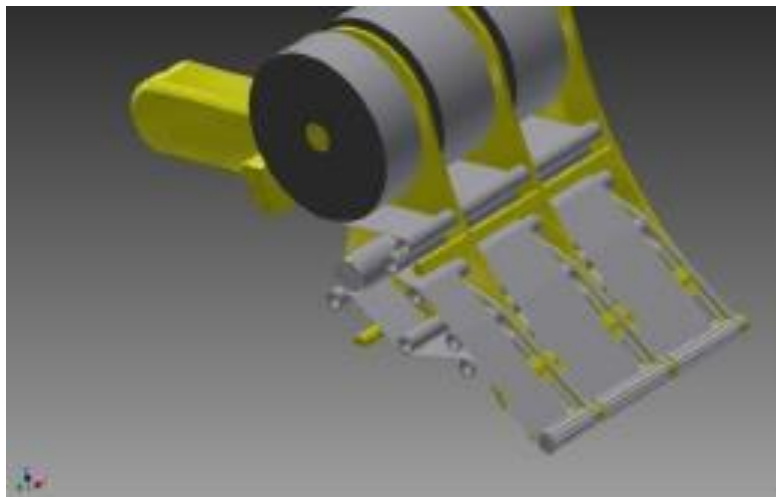


Ilustración 4 – Diseño de los tres ejes de la máquina

Fuente: (Atoche, 2017)

Bajo la primicia de optimizar el proceso de etiquetado, el prototipo consta de tres ejes separados a una distancia en la cual permita colocar tres etiquetas al mismo tiempo en los clúster internos del banano.

Para el diseño de la herramienta, se tomó en cuenta el estudio de tres tipos de materiales de fabricación como: fierro, plástico y aluminio. Sin embargo, el autor concluyó que el material más adecuado para implementación de etiquetado es el aluminio, debido a que el fierro es demasiado pesado para que sea implementado en áreas en donde se trabaja largas jornadas laborales de manera directa con la herramienta. Por otro lado, se descartó la opción del

plástico ya que no es un material adecuado para producción alimenticia debido a que tiende a desprender químicos tóxicos al estar sometido a calor, generando que la calidad del banano sea comprometida.

Otro valor agregado al diseño de la herramienta es el tipo de sistema que utiliza. Para este paso se consideraron tres tipos de sistemas que se nombran a continuación: sistema automático, sistema eléctrico y sistema manual. Debido a factores de falta de flujo eléctrico en las áreas de etiquetado en donde se planificó la operación de la herramienta, se implementó un sistema manual capaz de ejecutar variaciones continuas entre 2500 a 3700 etiquetas, descartando la opción de colocar un carre de etiquetas de 5000 unidades debido al peso excesivo que generaría.

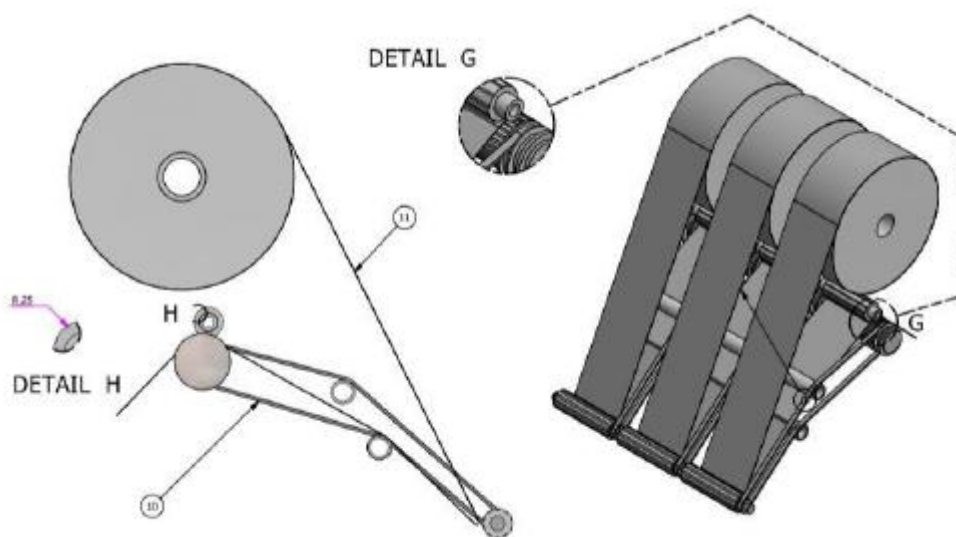


Ilustración 5 – Diseño de prototipo de herramienta etiquetadora

Fuente: (Atoche, 2017)

Haciendo uso del software de Autodesk inventor se logró calcular el peso en general de toda la herramienta, dando como resultado el total de 0.87kg. La manufactura de este prototipo tiene un costo de \$565.70 dólares americanos. Costo que se puede reducir si se realiza la producción en masa del prototipo propuesto.

Con el sistema de operación propuesto, se logró la creación de un diseño de herramienta de etiquetado eficiente, capaz de cumplir con las exigencias que la labor demanda. Por otro lado, se logró desarrollar un diseño compacto y liviano, con la capacidad de agilizar y optimizar el proceso de etiquetado.

3.1.2 APLICADOR MANUAL DE ETIQUETAS PARA FRUTAS (APLIFRU)

El modelo fue diseñado por la empresa Grafietic etiquetas y sistemas. Esta empresa se dedica a fabricar dispositivos de etiquetado, y a su vez comercializan etiquetas personalizadas de acuerdo a los requerimientos del proceso en donde se emplearán. Los accionamientos de estas herramientas pueden ser de dos tipos: manuales y semiautomáticas. Su fabricación y uso dependen del tamaño de la etiqueta a utilizar y el tipo de proceso a implementarse como es el ejemplo de la APLIFRU.

APLIFRU es una herramienta etiquetadora específicamente para etiquetas con un ancho de 10 a 32 mm y con una longitud de 15 a 65 mm. Opera con un sistema eléctrico, compuesto de una batería de 240v, que se estima que opere de forma continua durante 3 a 6 horas, dependiendo de las dimensiones de las etiquetas que se esté utilizando, así mismo, proporciona la ventaja de poseer un cargador rápido de baterías, que se estima que carga la batería en un periodo corto de 1 hora. APLIFRU está diseñada para ser liviana y de fácil uso para el operario. Su peso no extiende de 730 gramos, por lo que se convierte en una herramienta funcional para etiquetar frutos en largas jornadas laborales.



Ilustración 6 – Aplicadora manual para frutas APLIFRU

Fuente: (Sistemas, 2016)

3.1.3 ETIQUETADORA MANUAL HADRAN

El tercer proyecto es un modelo diseñado y manufacturado por la empresa australiana HADRAN. La empresa se dedica a la fabricación de herramientas etiquetadoras, bajo el objetivo de facilitar el proceso de etiquetaje de frutas.

El modelo EAUT10 es una herramienta de etiquetaje, diseñada para colocar 300 etiquetas por minuto, dependiendo del ancho y el tamaño de la etiqueta que se esté utilizando. Los anchos de centro con las que trabaja esta herramienta pueden ser de 20, 30, 40, y 50 mm, así mismo, este modelo ofrece el beneficio se puede usar con etiquetas de papel, polipropileno y polietileno con un grosor de 40-60 micrones. Su funcionamiento se basa en un sistema manual eléctrico, en donde se emplea el uso de una batería de 3.6v con un tiempo de trabajo entre cargas de 10 horas y un tiempo de carga de 2 horas.



Ilustración 7 – Etiquetadora manual eléctrica EAUT10

Fuente: (Haran, 2013)

Por su velocidad de aplicación, y su peso ligero hacen de esta herramienta de etiquetado una solución viable para optimizar los procesos de empaquetado de frutas, verduras y productos, ofreciendo la ventaja de ser empleada para trabajos pesados, en donde no se ve afectado el porcentaje de etiquetado, ya que este se mantiene estable durante el uso de la herramienta.

3.2 IMPORTANCIA DEL BANANO EN HONDURAS

Históricamente Honduras ha sido un país con apogeo a una economía con tendencia agrícola. La actividad del sector primario hondureño está conformada por los cultivos de banano, café, melón y sandía; empleando el 36.6% de la población activa y produciendo el 12.9% de VAB. Debido a las altas demandas del mercado internacional, el banano se ha convertido en la fruta más exportada a lo largo de la historia económica de Honduras (España, 2018).

Las grandes extensiones de tierra ubicadas en la zona costera de Honduras, permitió que se desarrollara la industria bananera. El potencial de la producción género que inversionistas extranjeros se interesaran en el comercio de la exportación del banano, abriendo paso al desarrollo de empresa bananeras como: United Fruit Company, Tela Railroad Company, y Trujillo Railroad Company. Empresas que permitieron la masificación de la producción y la exportación del banano, generando fuertes ingresos monetarios al país, así mismo, de generar nuevas fuentes de trabajo (España, 2018).

Los movimientos estratégicos por parte de las empresas mencionadas en el segmento anterior, llevaron a un aumento en la rentabilidad de las tierras y las instalaciones de producción bananera, permitiéndole a Honduras ser reconocido a nivel mundial como uno principal exportador de banano (Rosales, Diversification of exports as a strategy for the economic growth of Honduras, 2018).

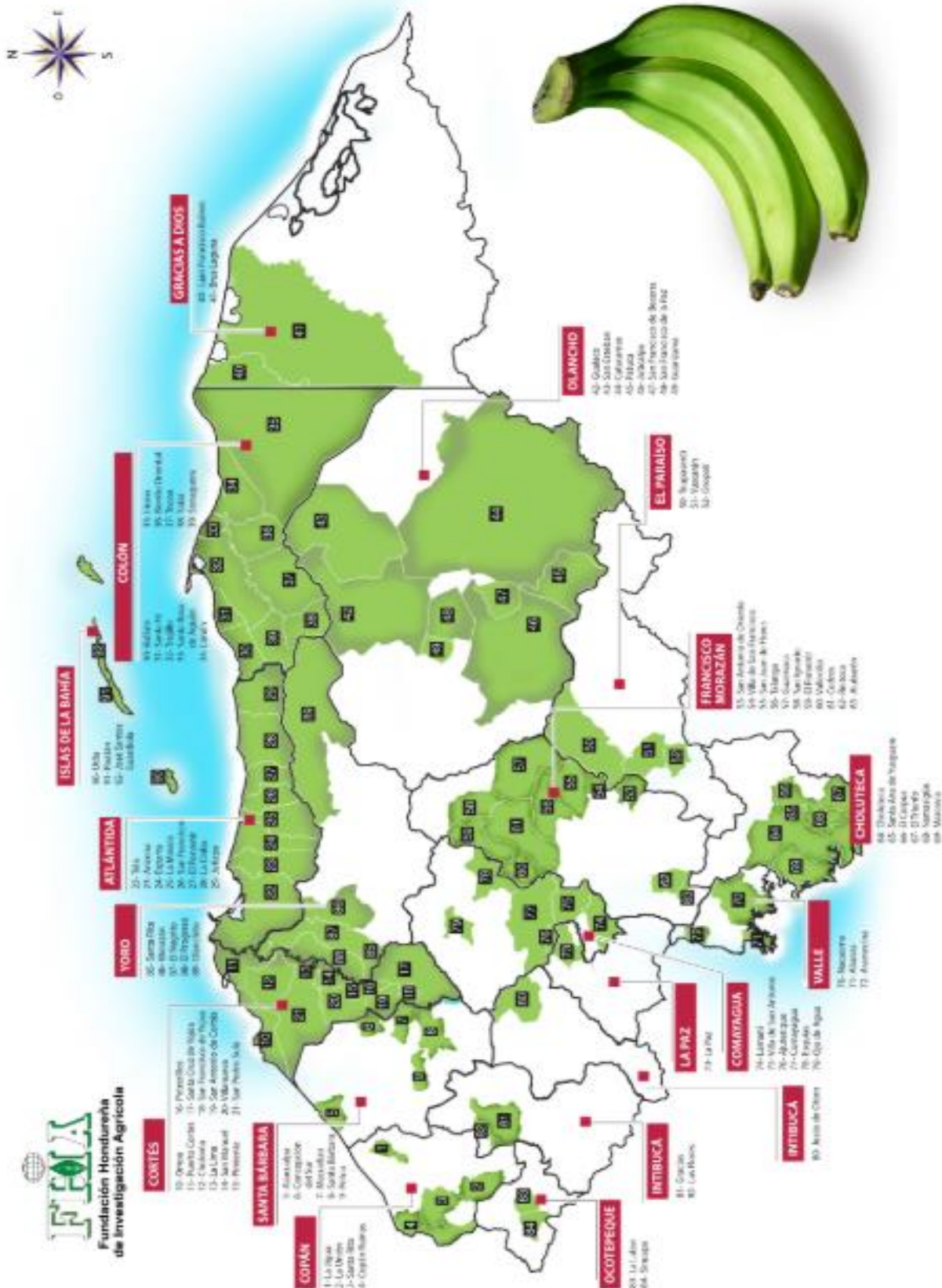


Ilustración 8 – Departamentos de Honduras con potencial para el cultivo de Banano

Fuente: (Morán, 2019)

En la actualidad, Honduras se encuentra posicionado en el tercer lugar como exportador de banano al nivel centroamericano. El siguiente gráfico refleja el monto monetario generado por la exportación de banano a nivel centroamericano, donde para el mes de marzo del presente año Honduras logro generar un total de \$119,2 millones de dólares estadounidenses (Estudios de Comercio exterior, 2019).



Ilustración 9 – Generación monetaria por exportación de banano (Marzo del 2019)

Fuente: (Estudios de Comercio exterior, 2019).

Debido a los beneficios expuestos anteriormente, Honduras se ha dado a la tarea de crear organizaciones para el cuidado de las plantaciones bananeras. Estas organizaciones se encargan de regular el área de producción y exportación bananera, bajo el objetivo de promover el progreso del sector bananero al fomentar el desarrollo de producción y comercialización del banano a nivel nacional e internacional.

3.2.1 CLASIFICACIÓN PARA BANANOS DE EXPORTACIÓN

El impacto generado por las plantaciones de banano en la economía de Honduras, permite el desarrollo de programas de mejoramiento genético de musáceas de la FHIA, cuya misión es abogar por la calidad del banano de exportación, al controlar los procesos de cultivación y procesamiento del banano. Uno de los primeros aportes que esta organización tuvo, fue la de diseñar un banano de tipo Gros Michel capaz de resistir plagas. Sin embargo, el híbrido creado

a partir del Gros Michel no era productivo para el área de comercialización. Es por ello, que se introdujo a las plantaciones hondureñas un banano tipo Cavendish (Nations, 2015).

3.2.1.1 *Clasificación y disposiciones relativas a las tolerancias de los bananos*

Los bananos de cultivo para el mercado de exportación y de consumo masivo se derivan del género *Musa acuminata* del tipo Triploide (AAA). Este tipo de banano se caracteriza por no contener semillas en su interior, convirtiéndolo en un fruto fácil de ingerir. Es por ello, que este tipo de banano es el que se utiliza para cultivos de producción masiva y comercialización (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 2005).

El grupo de los Triploide (AAA) se pueden clasificar en los siguientes subgrupos:

- **Subgrupo Gros Michel:** se destaca por ser resistente a enfermedades como la sigatoka negra y los nematodos, así mismo, se caracteriza por ser susceptible a plagas como el mal de panamá tipo 1 (Belalcázarq, Valencia M., & Lozada Z., 2013).
- **Subgrupo Cavendish:** en comparación al anterior, el banano Cavendish es más resistente y susceptible a plagas como el mal de panamá de tipo 1 y 4. Es por ello, que es el más utilizado para la comercialización bananera. Se pueden dividir en siete categorías como: Dwarf Cavendish, Giant Cavendish, tipo robusta, lacatán, Williams, Americani, Valery y Arvis. Todos susceptibles a enfermedades y plagas (Belalcázarq, Valencia M., & Lozada Z., 2013).

En la tabla 1 del presente documento, se ejemplifica otros grupos de Triploide y sus derivaciones.

Un aspecto importante que se debe de tomar en cuenta en los productos agrícolas de comercialización internacional es la calidad del producto. En las industrias bananeras las calidades del fruto varían de acuerdo al tipo de banano y sus categorías de clasificación.

A continuación, se enumeran las categorías más concurrentes en el comercio bananero:

1. **Categoría extra:** los bananos dentro de esta categoría se consideran que tienen una calidad superior en comparación a las demás, debido a que solo tiene una tolerancia de calidad del 5% con respecto a los bananos de categoría 1. En esta área el aspecto físico del banano debe de ser impecable. No debe de tener defectos que puedan repercutir en una desmejora de su calidad, en la conservación y la presentación del

fruto. Por otro lado, el peso del producto debe ser el requerido (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 2005).

2. **Categoría I:** los bananos de esta categoría comparten los mismos criterios de calidad de la categoría anterior. Sin embargo, esta clasificación tiene una tolerancia de calidad del 10% con respecto a la categoría II. A pesar de que tiene un mayor margen de aceptación, siempre se debe procurar que el banano no contenga defectos como malformaciones en la estructura del banano, y rozaduras o abolladuras en la cáscara que superen 2 cm² de la superficie total (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 2005).
3. **Categoría II:** en esta categoría entran todos aquellos bananos que no clasifican para posicionarse en ninguna de las categorías expuestas anteriormente. Sin embargo, cumplen con los requisitos mínimos que se enumeran a continuación:
 - ✓ El banano debe de estar entero, sano y limpio.
 - ✓ No debe de estar contaminado por plagas o enfermedades que podría comprometer la salud del consumidor.
 - ✓ No deben de tener abolladuras a lo largo de toda la superficie del banano y con el pedúnculo intacto.
 - ✓ Deben de estar exentos de la humedad y de bajas temperaturas.
 - ✓ Las manos y los racimos deben de tener un corte de cuello limpio con una proporción suficiente de color normal.
 - ✓ Debe de estar en el grado apropiado de madurez
 - ✓ El racimo o manos debe de estar en su condición más óptima, para soportar el transporte y manipulación del personal a cargo.

En cualquiera de las categorías nombradas anteriormente, la longitud mínima del fruto no debe de ser inferior a los 14 cm, así mismo, su grosor no debe de ser menor a 2.7cm. El calibre de la sección transversal del banano, sin importar su clasificación. Se puede determinar al medir la longitud entre el externo de la flor y la base del pedicelo de los dedos del banano. La tolerancia de calidad con respecto al calibre del banano para cualquiera de las categorías

anteriores es del 10%, fuera de ese margen el producto se le considera con malformaciones, no apto para exportación (Belalcázarq, Valencia M., & Lozada Z., 2013).

Tabla 1 – Principales Grupos de bananos para exportación

Grupo	Subgrupos	Cultivares Principales
AA	Sweet Fig	Sweet fig
		Pisang Mas
		Amas Date
		Bocadillo
AB	Ney Poovan	Ney Poovan
		Safet Velchi
AAA	Cavendish	Dwarf Cavendish
		Giant Cavendish
		Lacatan
		Robusta
		Williams
		Americani
		Valery
		Arvis
	Gros Michel	Gros Michel
		Highgate
	Pink Fig	Pink Fig
		Green Pink Fig
Ibota		
AAB	Apple Fig	Apple Fig, Silk
	Pome	Pacovan, prata ana
	Mysore	Mysore
		Pisang Ceylan
		Gorolo

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 2005)

3.2.2 PROCESO DE EMPAQUE DEL BANANO

Con el incremento de la demanda comercial del banano, surgen entes reguladores que se encargan de marcar estándares de producción, bajo el objetivo de garantizar un producto de calidad apto para consumo humano. Razón por la cual, países que cuentan con plantaciones de banano se ven afectados por las limitaciones que ocasiona las exigencias de

comercialización. Es por ello, que cada etapa de la producción del banano se debe desarrollar de manera cautelosa e eficiente para garantizar la calidad del producto a comercializar.

3.2.2.1 *Proceso de enfunde*

Uno de los factores que afecta directamente la calidad del banano es el grado de maduración del fruto. Es muy común que durante este proceso se generen cambios en cuanto a la textura, el olor, el sabor y el color del banano. A partir de que es un factor que se vincula directamente con la calidad del producto final, surge una normativa por parte de la FAO, la cual establece que el banano de exportación debe de llegar al país de destino con un grado de maduración de tipo 1, obligando a productores bananeros a tomar medidas de contingencias para evitar una maduración acelerada durante el proceso de distribución del producto (Torres, 2012).

Una de las medidas de prevención que se establece para evitar la sobre maduración del producto es el proceso de enfunde del banano. Está etapa consiste en la colocación de una funda de polietileno en forma de embudo a racimos que se encuentran en la edad apropiada para someterse al proceso de exportación. La longevidad del fruto, se establece mediante el uso de un indicador, más conocido en el área como calendario de enfunde y cosecha. Este indicador ayuda a establecer la temporada más apropiada para realizar el proceso de transporte del racimo de acuerdo a la fecha de cosecha (Torres, 2012).


Semana	Color cinta	
1		rojo
2		marrón
3		negro
4		verde
5		azul
6		blanco
7		amarillo
8		lila o morado

Ilustración 10 – Secuencia de colores para el proceso de encintado

Fuente: (Torres, 2012)

La funda de polietileno provee un aumento en cuanto a la calidad del banano al ofrecer los siguientes beneficios:

- Reduce las abolladuras en la cáscara del banano provocado por rosaduras entre hojas.
- Dismunye los daños en los bordes y áreas bajas de las frutas ocasionadas por el sol.
- Reduce los daños ocasionados por insectos,
- Ayuda a fomentar la obtención de peso y color adecuado al crear una microclima dentro de la funda.
- Fomenta el desarrollo de un buen calibre para el banano.



Ilustración 11 – Proceso de selección del racimo de bananos

Fuente: (Banabiosa, 2017)

Es de suma importancia que durante el alcance de este proceso se ejecute el sacudido de las fundas, ya que esta acción permite que no se generen infecciones ocasionadas por hongos a la planta.

3.2.2.2 *Desflore y eliminación de dedos laterales*

El proceso de desflore consiste en remover las plantas que florecen en la punta inferior del banano, con la finalidad de evitar que insectos se sientan atraídos por el néctar que desprenden. Para garantizar la eficiencia de este proceso, es importante que se realice dos semanas después del proceso de enfunde para evitar que la leche que se desprende de la flor no manche la cáscara del banano. Se recomienda que se ejecute en dos o tres etapas, bajo el objetivo de preservar el estado de la fruta. Por otro lado, es importante que durante este proceso la flor se desprenda por sí sola para evitar laceraciones en fruto (Torres, 2012).



Ilustración 12 – Flor del banano

Fuente: (Torres, 2012)

Al mismo tiempo que se ejecuta el proceso de desflore, se lleva a cabo el proceso de eliminación de los dedos laterales del racimo. El proceso se ejecuta de manera descendente comenzando con la tercera mano del racimo, bajo la finalidad de liberar presión de los dedos terminales para que estos puedan alcanzar el calibre adecuado para el tipo de banano, así mismo, sirve para dejar expuestas todas las manos inferiores que luego se someten al proceso de poda (Barrera, Salazar, & Arrieta, 2010).

El proceso de podamiento se realiza con el objetivo de remover todos los dedos de la mano inferior que no cumplen con los estándares de calidad que se manejan en los mercados internacionales. De esta manera, se logra garantizar una mejor oxigenación en los dedos restantes que permiten un mejor desarrollo en el incremento de la longitud y diámetros de los bananos.

3.2.2.3 Corte del racimo

Previo al proceso del corte de racimo, se somete al banano a pruebas de calidad en donde se toma en consideración el tamaño y calibre del dedo central externo de la segunda manos del racimo. Para efectuar la medición del calibre se hace uso de un instrumento de medición cononocido como calibrador fijo. Una vez que el producto final cumpla con los requerimientos de la orden de importación se procede a efectuar el corte del racimo.



Ilustración 13 – Proceso de calibración del banano

Fuente: (Torres, 2012)

Existen varios tipos de técnicas utilizadas para el desarrollo de este proceso. Sin embargo, es mas común que se utilice las técnicas por sistema de cosecha con escalera, el tipo cosmos, y la escalera italiana.

La etapa de corte de racimo se debe realizar con mucho cuidado, ya que la mala ejecución de este proceso podría ocasionar el deterioro de la fruta , conllevando a una perdida en la calidad del producto final, disminuyendo su porcentaje de mercadeo y de costo (Torres, 2012).

Es de vital importancia que después de efectuar el corte el racimo no este en contacto con la superficie del suelo, asi mismo, se debe procurar que el racimo se contenga en la funda para

después puedan ser colocados sobre el cable vía para ser transportado al sitio de acopio de la empacadora (Torres, 2012).

3.2.2.4 Transporte

En este punto del proceso es importante que el racimo de banano contenga una funda protectora cuya función es la de proteger el racimo de cualquier agente externo durante el proceso de traslado al área de clasificación. El traslado se puede ejecutar de dos maneras: a través de cables vía o usando fuerza humana. Sin embargo, es más común transportar los bananos haciendo uso de cables vías debido a los beneficios que este método brinda.



Ilustración 14 – Cable Vías para transporte de bananos

Fuente: (Centro Acceros, 2018)

3.2.2.4 Procesos de desmane, clasificación y Pesa de los bananos

Las últimas parte del procesamiento del banano se realizan en el sitio de acopio de las empacadoras. Es aquí en donde ocurren los procesos de lavado, clasificación y pesaje del producto.

El proceso de desmane consiste en la eliminación de la última mano del racimo de banano. Sin embargo, en ciertas ocasiones ocurre que por condiciones climáticas se ven afectados otros dedos del racimo, conllevando a la eliminación de los mismos por falta de requisitos. Se puede efectuar el corte haciendo uso de una cuchareta o una cuchilla desmanadora, ya que agiliza el proceso de corte. A este punto del proceso es normal que durante la ejecución del corte el banano desprenda leche. Es por ello, que después del corte los desmanadores colocan cada mano en un tanque con agua, sin ningún tipo de aditivo, bajo la finalidad de limpiar la cáscara del banano. El tanque de desmane contiene aspersores que permiten la movilización de las manos del punto inicial al otro extremo del tanque, en donde se encuentra personal de la empresa formando gajos de bananos y colocandolos en tanques de selección. Es en este proceso que ocurre la clasificación de los bananos en las categorías expuestas en la sección 3.2.1.1 del presente documento.

Se establecen y se seleccionan los grupos de banano conforme al peso requerido por caja. Al transcurrir el segundo lavado, el personal de la empacadora coloca los bananos en una línea de transporte para movilizarlos al área de pesaje, en donde se seleccionan los grupos de banano que conformaran el peso requerido por caja. Al ejecutar este proceso los bananos se colocan en una bandeja mas conocida en el rubro como Palett con la finalidad de proteger el banano de golpes.



Ilustración 15 – Tanque de selección de la empresa Dole en Honduras

Fuente: (Dole , 2018)



Ilustración 16 – Área de pesaje de los bananos en la empresa Dole de Honduras

Fuente: (Dole , 2018)

3.2.2.4 Proceso de etiquetado

El proceso de etiquetado consiste en la colocación de la marca de la empresa, bajo el objetivo de promover el reconocimiento de marca a nivel internacional. Por lo general, se colocan las etiquetas comenzando con el primer dedo del racimo, alternando uno .

Al ser un elemento que se coloca sobre una fruta, el adhesivo de las etiquetas debe de ser especial, es decir que no debe contener químicos que contaminen el fruto. En secciones futuras del presente capítulo se exponen las distintos adhesivos que se emplean en producciones de frutas, así mismo, se nombran las distintas organizaciones que rigen las normativas de control de calidad de este proceso.

La colocación de la etiqueta se puede realizar de manera manual, o haciendo uso de herramientas de etiquetado que facilitan y optimizan el proceso. En Honduras, el proceso de etiquetado de la mayoría de las empresas bananeras se efectúa de manera manual, de modo que se invierte mucho tiempo en el proceso de etiquetado.



Ilustración 17 – Proceso de etiquetado de la empresa Dole en Honduras

Fuente: (Dole , 2018)



Ilustración 18 – Muestra de colocación de etiquetas

Fuente: (Dole , 2018)

3.3 NORMATIVAS DE CALIDAD PARA PROCESOS DE FRUTAS

3.3.1 CODEX ALIMENTARIO

La segunda guerra mundial generó un gran impacto sobre la economía agrícola a nivel mundial. Es por ello, que el 16 de Octubre de 1945 nace la organización de las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación (FAO) que junto a la Organización Mundial De La Salud (OMS), ejecutaron un plan de contingencia bajo el propósito de preservar y incrementar las producciones agrícolas mundiales. Es en este punto, en donde se desarrollan las primeras normativas para la producción y exportación, actualmente más conocido como el codex alimentario (Lupien, 2000).

El codex Alimentario tiene como propósito brindar tres factores de seguridad:

- Promover la salud de los consumidores y asegurar las buenas prácticas comerciales.
- Promover la coordinación de todos los trabajos sobre normas alimentarias realizadas por la ONG
- Desarrollar y culminar proyectos que promuevan el desarrollo agrícola, así mismo, de regular y modificar variables críticas del proyecto con el propósito de optimizar la producción. Por otro lado, tiene como objetivo emitir las publicaciones estándares de los nuevos protocolos de contingencias que entran en vigencia internacionalmente.

Para el año 1962, la comisión contaba con la participación de 45 países, número que ha ido incrementando conforme el pasar de los años. Hoy en día, la comisión está conformada por 165 países. Siendo Honduras participe de la comisión desde los años 1988.

 Haití	América Latina y el Caribe	1984	dcqpc_mci@yahoo.fr
 Honduras	América Latina y el Caribe	1988	honduras.codex2013@hotmail.com
 Hungría	Europa	1968	hu-codexcp@nebih.gov.hu
 India	Asia	1964	codex-india@nic.in
 Indonesia	Asia	1971	codex_indonesia@bsn.go.id
 Iraq	Cercano Oriente	1969	cosqc@cosqc.gov.iq

Ilustración 19 – Listado de los países que conforman la comisión de FAO

Fuente: (Lupien, 2000)

Como parte de esta comisión, Honduras establece que todas las compañías que se dediquen a la producción alimenticia deben basar sus procesos en las normas establecidas en el Codex, estándares específicos para carne, pescado, leche, bananos, etc. La norma Codex (STAN 205-1997) establece todos los estándares para la producción y comercialización de las variedades comerciales de banano *Mussa* (AAA) de la familia *Musaceae*.

3.3.2 MATERIALES DE SALUBRIDAD EN PRODUCCIÓN HORTOFRUTÍCOLA

El estado de los alimentos que el ser humano ingiere es de vital importancia. Es por ello, que las empresas que desarrollan cualquier procesamiento de verduras o frutas, deben de contar con un plan de contingencias para la ejecución de buenas prácticas de salubridad en el área de producción, bajo el propósito de evitar que el fruto se contamine con agentes externos, que podrían ocasionar daños en la salud de los consumidores (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 2005).

Las normas de calidad estipulan que cualquier elemento que entre en contacto con el fruto o la verdura debe cumplir con todos los requerimientos establecidos por el código de prácticas de higiene para frutas y hortalizas establecidas en el codex alimenticio. Los insumos no deben de ser tóxicos para evitar efectos negativos en la calidad del producto, como sus apariencia, sabor, y color, así mismo, para evitar daños a la salud humana durante su procesamiento, utilización y descomposición del elemento. Es por ello, que dentro de las agroindustrias evitan el uso de metales pesados para fabricación de maquinaria y herramienta, debido a que estos tienden a ser tóxicos para los seres humanos, además de poseer la característica bioacumulantes, así mismo, se evita el uso de productos sintéticos. Es por ese motivo, que para la manipulación de alimentos se hace uso de materiales como: titanio comercialmente puro, aluminio 1050 y 1070, y acero inoxidable austeníticos (Inibap, 1998).

Los metales livianos poseen las características de ser un material resistente a la corrosión y fuerte. Dichas características permiten que el alimento que entre en contacto con el material no se contamine con agentes tóxicos. La tabla 2 que se presenta a continuación, contiene las ventajas que posee cada uno de los metales livianos para aplicaciones de la agroindustria.

Tabla 2 – Ventajas que brindan los metales livianos en producción agrícola

MATERIAL	VENTAJAS
Aluminio 1050 y 1070	Solo reacciona al estar en contacto con sustancias que contienen una alta concentración alcalina y acídica.
	Es resistente a la corrosión
	Es estéril e higiénico
	No desprende olor ni sabor
	Resistente a la deformación
	Es reciclable
	No absorbe líquidos
Titanio comercialmente puro	Es ligero
	Es un material resistente a la corrosión
	Es de baja densidad
	Su compartimiento químico se asemeja al zirconio y al silicio
	Resistente a la deformación
Acero Inoxidable austeníticos 316	Resistente a la corrosión
	Endurecidos por trabajo en frío
	Excelente factor de higiene y limpieza
	Son no magnéticos
	Resistente al calor

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 2005)

3.3.2.1 Aluminio 1050

El aluminio en su forma pura es un material blando con poca resistencia mecánica. Es por ello, que en su formación pura no tiene aplicación industrial. Sin embargo, al mezclarlo con otros metales como hierro, silicio, cobre, magnesio y zinc, se puede crear una aleación más resistente que el acero (Metales Industriales de Puebla, 2019).

Los aluminos 1060 y 1070 pertenecen a la serie 1000 de aluminios, utilizan hierro (Fe) y silicio (Si) como elementos aleantes, así mismo, contiene una mínima cantidad de cobre (Cu) para aumentar su resistencia. Esta combinación, permite tener un material resistente a la corrosión, estéril e higiénico, haciendo de este material el más utilizado para el envase, preparación y producción de alimentos, ya que no desprende tóxicos, olor, ni sabor que puedan alterar la composición del alimento (Metales Industriales de Puebla, 2019).

Tabla 3 – Propiedades Físicas y mecánicas del aluminio 1050 a 20°C

Aluminio 1050					
Propiedades Físicas			Propiedades Mecánicas		
Propiedad	Cantidad	Unidad	Propiedades	Cantidad	Unidad
Módulo elástico	75	N/mm ²	Dureza Brinell	32	HB
Coefficiente de poisson	0.33		Carga de rotura	120	N/mm ²
Peso específico	2.7	gr/cm ³	Límite elástico	100	N/mm ²
Intervalo de fusión	646-657	C	Alargamiento	11	%
Coefficiente de dilatación lineal (0 - 100 °C)	23.6		Limite a la fatiga	70	N/mm ²
Conductividad Térmica (0-100 °C)	231	W/m C			
Resistividad eléctrica a 20 °C	2.8	u/cm			
Calor específico (0 a 100 °C)	1218.15	j/kg*K			
Temperatura de fusión	69000	°C			

Fuente: (Dynam, 2018)

3.3.2.2 Titanio comercialmente puro

El titanio es el cuarto elemento más abundante sobre la tierra. Se caracteriza por ser un material resistente, duro, y con alta resistividad a la corrosión. Por sus características es un elemento que se puede emplear en aplicaciones aeroespacial, medicina, sectores químicos, joyería, automovilística, y procesos de producción alimenticia. Dentro de las industrias agrícolas, se emplea el titanio comercialmente puro para la creación de máquinas y herramientas que entran en contacto con el alimento. La normativas establecidas por la ASTM clasifican al titanio CP en cuatro grados distintos, siendo el grado 1 el que contiene mayor resistencia a la corrosión y baja resistencia, hasta el grado 4 que ofrece una mayor resistencia. El grado del titanio, se mide y se solicita de acuerdo al proceso en la cual se utilizara (Rivera Pérez, 2011).

Tabla 4 – Composición de titanio CP según su clasificación establecido por la ASTM

Composición del titanio (%)					
Tipo	N	C	O	Fe	H
Grado1	0.03	0.1	0.18	0.2	0.0125
Grado2	0.03	0.1	0.25	0.3	0.0125
Grado3	0.05	0.1	0.35	0.3	0.0125
Grado4	0.05	0.1	0.4	0.5	0.0125

Fuente: (Herraiz Lalana, 2012)

Tabla 5 – Propiedades Físicas del titanio comercial puro

Propiedades Físicas		
Propiedad	Cantidad	Unidades
Módulo de elasticidad	14,9	psi x 10 ⁶
Resistividad eléctrica	0,42-0,52	ohm-m
Conductividad térmica	16-22	W/mK
Densidad	0.163	lb/pulg ³
Distribución de poisson	0.33	

Fuente: (Wayne, 2019)

Tabla 6 – Propiedades mecánicas por grado de titanio comercial puro

Grado	Tensión de rotura Min		% de alargamiento (Referencia 2 pulg) % min
	Ksi	Mpa	
1	35	240	24
2	50	345	20
3	65	450	18
4	80	550	15

Fuente: (Wayne, 2019)

3.3.2.3 Aceros inoxidables austeníticos 316

Los aceros inoxidables austeníticos 316 conforman parte de las series 200 y 300 de las composiciones de los aceros inoxidables. Se caracterizan en la industria por su alta resistencia a la corrosión, así mismo, por obtener un excelente factor de higiene y limpieza, lo que los hace un material apto para la manipulación, envasado y procesamiento de alimentos.

Su aleación se obtiene al adicionar elementos conformados por austenita, por ejemplo, níquel, manganeso y nitrógeno. Por otro lado, también se suele añadir a la aleación de un 16 a 26% Cromo, bajo la finalidad de brindar una resistencia a la oxidación a temperatura de 650°C (Metales Industriales de Puebla, 2019).

Tabla 7 – Propiedades físicas del acero inoxidable 316

Elemento	Cantidad	Unidad
Densidad	8.03	g/cm ³
Punto de fusión	1370 -1398	°C
Calor específico	500	J/(kg* K) a 20 °C
Resistividad eléctrica	0.74	μΩm (20°C)
Permeabilidad magnética	1.02	
Módulo elástico	193	Gpa (28x10 ⁶) psi
Difusividad térmica	4.05	Mm ² /s
Coeficiente de conductividad térmica	12.1	20 °C
	16.3	100 °C
	21.5	500 °C
Coeficiente de dilatación lineal	15.9	(20-100)°C
	16.2	(20-300)° C
	17.5	(20-500)° C

Fuente: (Grados Material Mundial, 2019)

Tabla 8 – Propiedades mecánicas del acero inoxidable 316

ASTM	ASTM A249/A240	ASTM A276A/276M			
AISI	316 (S31600)				Unidades
Resistencia a la Tracción	515	515	620	515	Mpa
0.2% esfuerzo de fluencia	205	205	310	205	Mpa
Elongación en 50 mm	40	40	30	30	%
Reducción de área		50	40	40	%
Dureza Brinell	217				HBW
Dureza Rockwell	95				HRBW
Condiciones		Recocido, acabado en caliente	Recocido, acabado en frío	Recocido acabado en frío	

Fuente: (Grados Material Mundial, 2019)

Además de las combinaciones generadas por materias primas, como metales, se observa un amplio incremento en la utilización de plásticos sintéticos y biodegradables, para manipulación alimenticia. Estos tipos de materiales en comparación con los metales, contienen la ventaja de ser más económicos y más livianos (Centro de Comercio Internacional, 1999).

Los plásticos sintéticos se derivan a partir de polímeros, por ejemplo, el polietileno, el homopolipropileno, el polietileno tereftalato, y el cloruro de polivinilo. Siendo el plásticos de poliestireno el más utilizados en producción alimenticia. Estos materiales contienen la ventaja de facilitar el procesamiento en máquina, así mismo, suelen ser rígidos, elásticos, y degradables. Por otro lado, los plásticos biodegradables contienen una base a partir de hidroxivalerato, o provienen de una mezcla de un polímero con celulosa, ó componentes de almidón.

3.3.2.4 Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)

Su composición se deriva del petróleo, se caracteriza principalmente por ser un material transparente, permeable al vapor de agua y los gases. En combinación con caucho sintético o butadieno se vuelve un plástico más resistente. Es por ello, que este tipo de plástico tiene muy pocas aplicaciones. Al ser sometidos a tratamientos caloríficos, bajo la finalidad de que el ABS se expanda y forme una estructura celular, brinda una aplicabilidad en el área industrial al ser utilizado como elemento de cobertura de charolas para frutas, pastelería, y carnes frescas (Centro de Comercio Internacional, 1999).

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2280	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.387	N/D
Módulo cortante	817.3	N/mm ²
Densidad de masa	1040	kg/m ³
Límite de tracción	35.9	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico		N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica	0.121	W/(m·K)

Ilustración 20 – Propiedades del Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)

Fuente: (Recuperado de SolidWorks)

3.4 ETIQUETADO PARA PRODUCCIÓN HORTOFRUTÍCOLA

La norma general para el etiquetado de alimentos pre envasados (CXS 1-1985), define la etiqueta como cualquier marbete, rótulo, marca, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado, marcado en relieve o huecograbado o adherido al envase de un alimento (FAO, 2018).

Staton (2017) afirma: “La etiqueta es la parte de un producto que transmite información sobre el producto y el vendedor. La etiqueta puede ser parte del empaque o puede estar adherida al producto” (p.65).

Debido a que existen diferentes finalidades para las etiquetas, estas se pueden clasificar en tres clases principales:

- **Etiqueta de marca:** este tipo de etiqueta se aplica solo al producto o al empaque.
- **Etiqueta descriptiva:** da información objetiva acerca del uso del producto, su hechura, cuidado, desempeño u otras características pertinentes.
- **Etiqueta de grado:** identifica la calidad juzgada del producto mediante una letra, un número o una palabra.

Con la finalidad de poder diferenciar su producto, las diferentes compañías bananeras utilizan una etiqueta de marca para el banano de exportación, dicha etiqueta se coloca con la intención de poder dotar al consumidor con información sobre la compañía y el lugar de producción. Esta también permite establecer que dicho banano es de máxima calidad, haciendo referencia a la categoría “Extra”.

Las diferentes compañías bananeras hondureñas están sujetas a normativa Codex (STAN 205-1997), donde se establece que los envases no destinados a la venta al por menor deberán contar con las siguientes en letras agrupadas:

- **Identificación:** nombre y dirección del exportador, envasador y/o expedidor.
- **Naturaleza del producto:** se debe indicar el nombre del producto en caso de que dicho contenido no sea visible desde el exterior.
- **Origen del producto:** se menciona el país de origen, en algunos casos se indica la región de producción y el nombre del lugar.

- **Especificaciones comerciales:** para el caso de bananos se realizará en los dedos, se hará mención de su categoría y facultativamente su peso neto (FAO, 2018).

3.4.1.1 *Materiales de etiqueta para aplicaciones hortofrutícolas*

Las etiquetas se pueden clasificar de acuerdo al tipo de material de la cual están fabricadas. Dentro del comercio es más común encontrar etiquetas de papel, metalizadas, de aluminio, sintéticas y de film plástico, siendo las de papel, propileno especial y de film plástico las más utilizadas en etiquetado para frutas. Su composición química varía de acuerdo a la superficie de aplicación (Food and drugs administration, 2011).

El etiquetado de frutas, a diferencia de otros productos es de suma importancia, ya que se deben respetar todas las normativas de calidad establecidas por el Codex alimentario, bajo el único propósito de cuidar la integridad del producto a exportar. Por lo general, para frutos pequeños se hace uso de etiquetas de papel grueso, con propósito de brindar una mayor confortabilidad y rigidez adecuada. Sin embargo, cuando se obtiene una etiqueta grande se hace uso de una etiquetada hecha de papel laminado con aluminio.

3.5 BANDAS PARA APLICACIONES MECÁNICAS

Los requerimientos de velocidad y de par, encontradas en las máquinas no se pueden obtener con facilidad directamente de los motores, siendo necesario la utilización de elementos de transmisión para acondicionar la salida del motor a las necesidades de la utilización (González & Chulía , 2016).

Por lo general este tipo de sistemas transmisiones se clasifican en:

- Transmisión por rozamiento
- Transmisión por engranes

Dentro de la categoría de transmisión por rozamiento encontramos las bandas, dicho método cuenta con la particularidad de ofrecer una eficiencia entre 85% y 98%, a pesar de presentar irregularidades en la relación de velocidades, debido al deslizamiento entre la correa y la polea, es una de las metodologías de transmisión más utilizadas y es que presentan ventajas como ser:

- Coste reducido y bajos requerimientos.
- Funcionalidad silenciosa.

- Capacidad de absorción elástica de choques, y protección contra sobrecargas.

La mayoría de los elementos flexibles no tienen vida infinita, cuando se emplean es importante establecer un programa de inspección para protegerlos contra desgaste, envejecimiento y pérdida de elasticidad. Los elementos se deben reemplazar a la primera señal de deterioro (González & Chulía , 2016).

3.5.1 BANDAS PLANAS

Se utilizan en ejes que se encuentran paralelos o cruzados entre sí, permitiendo desarrollar actividades que requieran de una velocidad de hasta 60 m/s, por lo general se fabrican de uretano y tela impregnada con caucho reforzado con cuerdas de nailon o alambre de acero que les permite soportar las distintas cargas de tensión a las que se someten. Bandas se puede clasificar en accionamientos con peso propio, con desplazamiento del eje y con rodillo tensor.

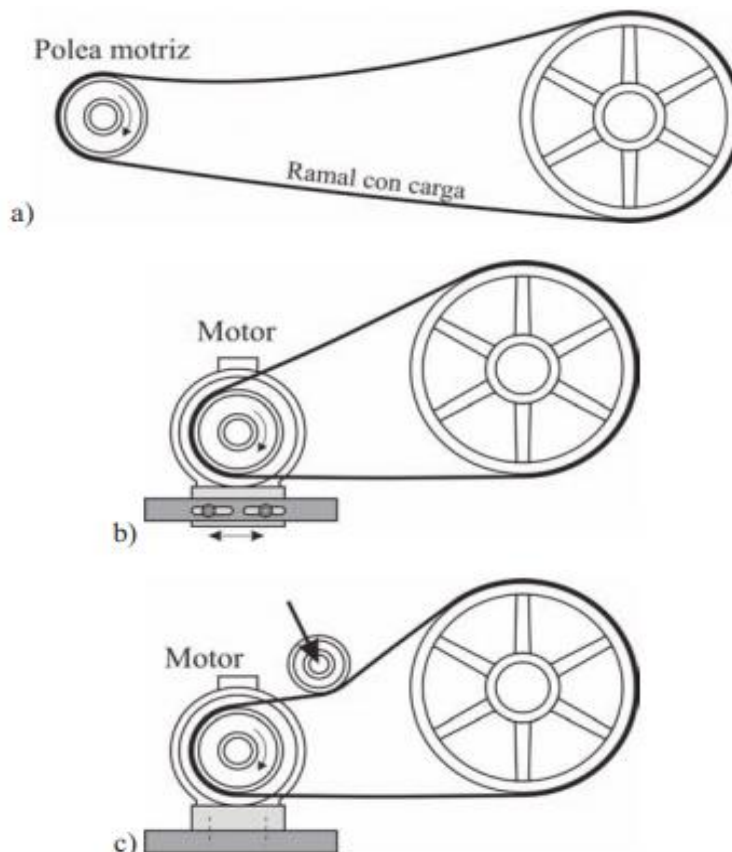


Ilustración 21 – Distintos tipos de accionamiento en correas planas

Fuente: (González & Chulía , 2016)

3.5.2 BANDAS TRAPECIALES

Se fabrican de tela y cuerda, a menudo mezclado con algodón, rayón o nailon impregnados con caucho, se utilizan específicamente en ejes paralelos entre sí, estas permiten que la capacidad de transmisión sea hasta tres veces superior a las bandas planas utilizando la misma cantidad de fuerza, se recomienda emplearse con velocidades entre 2 y 50 m/s.

Este tipo de bandas son clasificadas de acuerdo a su sección transversal, es por esto que la norma ISO 4184:1992 se encarga de establecer secciones normalizadas para bandas trapeziales de perfil clásico.

Perfil clásico		Y	Z	A	B	C	D	E
	b (mm)	6	10	13	17	22	32	38
	b _p (mm)	5,3	8,5	11	14	19	27	32
	h (mm)	4	6	8	11	14	19	25
	β	40°	40°	40°	40°	40°	40°	40°

Ilustración 22 – Perfiles clásicos para bandas trapeziales

Fuente: (González & Chulía , 2016)

3.5.3 BANDAS DE SINCRONIZACIÓN

Están fabricadas de tela impregnada con caucho y alambre de acero, formando dientes que entran en ranuras axiales que se forman en la periferia de las ruedas dentadas, con la intención de resistir la carga de tensión. Pueden transmitir potencia a una relación constante de velocidad, ya que estas no se estiran ni deslizan. Cuenta con la particularidad de ser silenciosas y evitar vibraciones a pesar de que se les permite operar en un amplio rango de velocidades, ofreciendo una eficiencia entre 97 y 99%

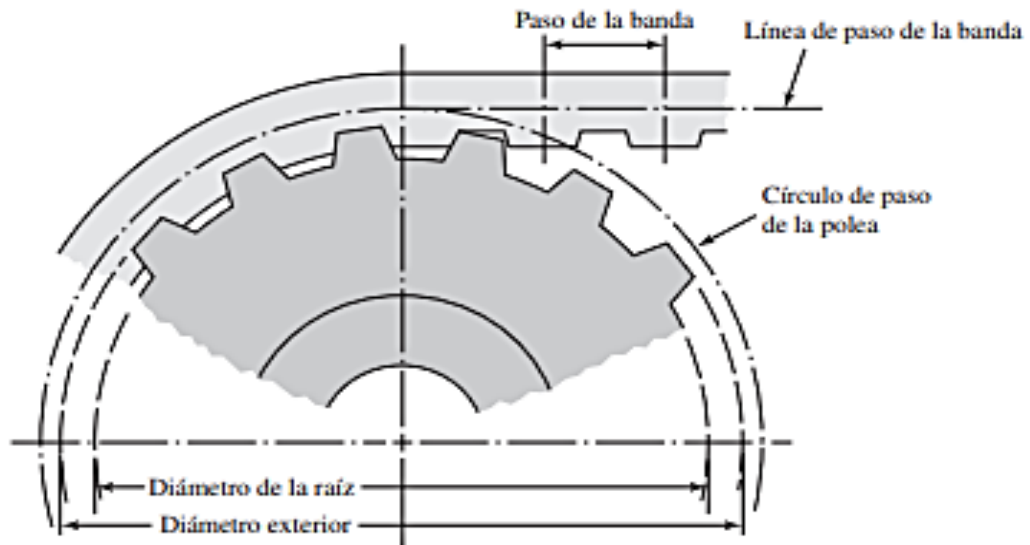


Ilustración 23 – Elementos de sincronización en bandas

Fuente: (G. Budynas & Nisbett, 2012)

3.6 RODAMIENTOS

Son elementos que permiten disminuir la fricción de los ejes al girar, según el tipo de carga que transmiten estos pueden ser axiales o radiales, aunque en caso específicos se utilizan una combinación de ambos métodos. Existen diferentes tipos de clasificaciones para los rodamientos ya sea por el tipo de cojinete que utilizan o el tipo de lubricación. El rodamiento de bola suele ser de los más utilizados por diversos factores como ser que sus dimensiones se encuentran estandarizadas, su mantenimiento e inspección es más sencilla y requiere mínima lubricación.

El rodamiento de bolas puede transmitir tanto carga radial como carga axial en ambas direcciones, debido a su gran disponibilidad en el comercio se pueden encontrar tanto pre lubricados con grasa y sellos o con protecciones laterales y con anillos exteriores que permite facilitar la transmisión de carga axial. Se utilizan en aplicaciones que requieren de alta velocidad ya que cuentan con un par tensor con un grado de fricción muy bajo.

En la siguiente figura que se muestra a continuación, contiene los elementos importantes que componen los rodamientos.

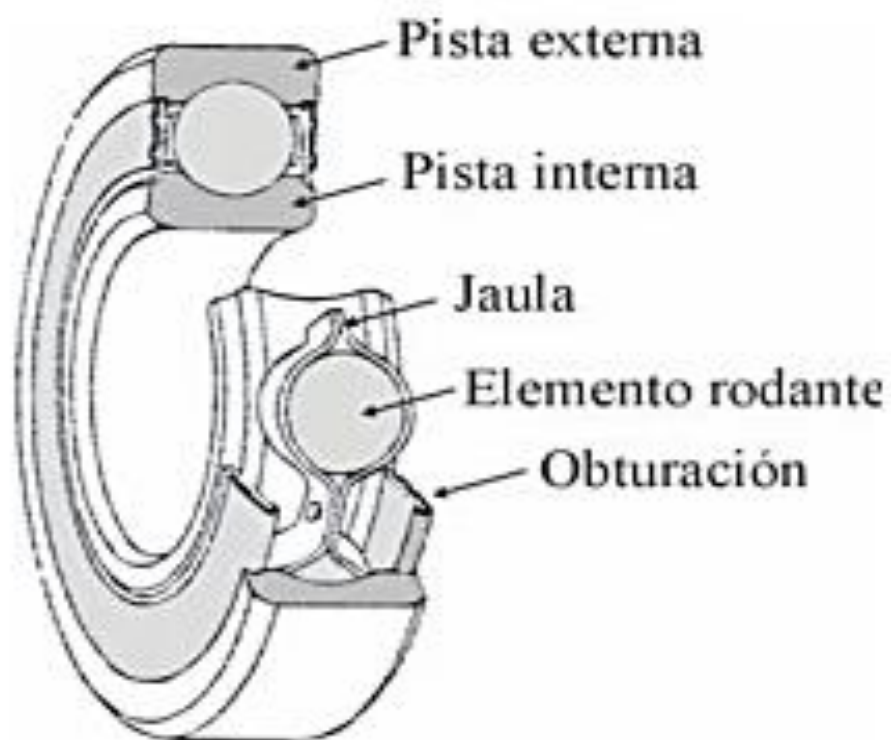


Ilustración 24 – Nomenclatura de Rodamientos

Fuente: (González & Chulía , 2016)

IV. METODOLOGÍA

4.1 ENFOQUE

El proyecto se basó en la creación del diseño de una herramienta de etiquetado para banano. El modelo realizado hace uso de un enfoque cuantitativo, ya que para su ejecución se tomaron en cuenta factores como la disponibilidad de piezas, facilidad de ensamblaje, peso adecuado de la herramienta y costos de manufactura. En la culminación del proyecto se proporciona toda la información necesaria para la construcción del mismo.

4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

- SEGURIDAD

La herramienta fue diseñada para facilitar el proceso de etiquetado. Es por ello, que al ser una herramienta que será manipulada por personal del área, durante jornadas extensas laborales, se debe elaborar un diseño que no represente ningún peligro para el ser humano. Bajo este propósito se buscó limitar el peso y el volumen de la herramienta, para que sea lo más liviana posible y reducir los esfuerzos físicos que está podría ocasionar.

- ALTURA DEL PERSONAL

Bajo la finalidad de reducir el peso de la herramienta y optimizar el proceso de etiquetado, se optó por colocar la bobina de etiquetas fuera de la herramienta. Es por ello, que se diseñara un soporte móvil, y ajustable a la altura del personal del área, para que contenga el carré de etiquetas.

- MATERIALES PARA MANUFACTURA DE LA HERRAMIENTA

La herramienta está destinada a operar en áreas de exportación agrícola, en donde la calidad del producto final juega un factor importante. Al estar en contacto con una materia prima de consumo humano, es de vital importancia, que se diseñe haciendo uso de materiales no tóxicos, que no desprendan olores, ni sabores que afecten la calidad del producto cuando opere a altas temperaturas, con alta resistividad a la corrosión, higiénicos e estéril. Por otro lado, se recomienda que los materiales electos están aprobados por los entes regulatorios de la FAO y la FDA.

- ELEMENTOS MECÁNICOS

Se involucran aspectos al diseño de elementos que permitan garantizar un proceso de etiquetado eficiente. Así mismo, está comprendido por diferentes componentes mecánicos como ser poleas, bandas y rodamientos, tomando en cuenta las dimensiones de las mismas y su disponibilidad comercial.

- TAMAÑO DE ETIQUETA

El diseño de la herramienta hace uso de un mecanismo conocido como trinquete. Para hacer uso de esta metodología es necesario establecer un tamaño de etiqueta, ya que esto ayudara a garantizar que el etiquetado se realice sin ninguna complicación y de manera eficiente.

- MONTAJE Y FABRICACIÓN

La manufactura de la herramienta de etiquetado no se encuentra dentro de los parámetros de los objetivos del proyecto. Sin embargo, el diseño de la herramienta se ejecutó tomando en consideración la facilidad para montar y desmontar la carcasa de la herramienta, con la finalidad de reducir tiempo al momento de cambiar la línea de etiqueta, y limpiar la herramienta.

4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

- SolidWorks: es un software que permite el diseño CAD para facilitar la creación de piezas, ensambles 3D y planos 2D. Para su uso es necesario tener conocimiento básico de dibujo técnico y diseño CAD en SolidWorks.
- SolidWorks Simulation: es parte de las diferentes herramientas que proporciona el software de SolidWorks. Sirve para proporcionar simulaciones de análisis estructurales lineales y no lineales, bajo la finalidad predecir el comportamiento de la herramienta cuando este se encuentra sometido a diferentes factores como fuerzas aplicadas en un punto, y cambios de temperatura. Para la utilización de esta herramienta es preciso el manejo del software de SolidWorks, además, debe poseer conocimiento básico de resistencia de materiales y física, para la descomposición de las fuerzas aplicadas en el modelo.
- Solidworks Toolbox: es una biblioteca de Solidworks que permite seleccionar diferentes componentes mecánicos como ser engranes, rodamientos, tornillos, pernos,

entre otros permitiendo definir los parámetros y dimensiones de los mismos. Cabe destacar que dichos elementos se encuentran estandarizados bajo normas internacionales como ser ANSI, BSI, CISC, DIN, ISO, y JIS.

4.4 MATERIALES

El proyecto está constituido en dos partes. En donde la primera consta del diseño de la herramienta de etiquetado, y la segunda del diseño del soporte que contendrá la bobina de etiquetas. Por tanto, en esta sección se hace mención de todos los materiales que se utilizaran para la construcción de dichos diseños.

- Láminas de aluminio 1050: se utilizó para crear la carcasa de la herramienta de etiquetado.
- Rodillos de 3,6, y 10 mm: se incorporaron en el diseño como elemento de guía y soporte para el mecanismo interno de la etiquetadora.
- Tubo niple HG de 1": se empleó en el diseño del soporte de la bobina de etiqueta, como base principal que contiene las perforaciones a lo largo de todo su cuerpo.
- Tubo niple HG de $\frac{3}{4}$ ": al igual que el material anterior, el tubo se incorporó al diseño como elemento de unión para la base acoplada.
- Flange HG de 1": sirve como elemento de fijación entre la base del soporte y la estructura superior. Por otro lado, ayuda a brindar un mayor soporte al tubo principal de la estructura.
- Tubo estructural rectangular de 2x1x0.56 pulgadas: se utilizó como elemento de apoyo y fijación de toda la estructura superior.
- Codo de 90°: se incorpora al diseño del soporte como elemento de unión entre el tubo acoplado y el segmento de tubo que contendrá todos los elementos de carre de etiquetas.
- Pines de seguridad: el modelo del soporte está diseñado para poder variar las alturas del soporte. Por lo tanto, se incorporó al diseño un pin de seguridad cuya funcionalidad es la de fijar el tubo acoplado a una cierta posición del tubo principal.
- Rodo girante con freno: al ser un soporte externo, se incorporó al diseño unas llantas acopladas a la base, con el propósito de facilitar la movilidad del soporte a conveniencia del personal. Estas ruedas contienen un rodamiento que facilita la movilidad del soporte.

No obstante, también contienen como elemento de seguridad un freno para fijar el soporte a una cierta posición o distancia.

- Tornillo 1/4"- 20: sirve como elemento de unión y fijación entre el flange que soporta todo la estructura superior y la cruz realizada de tubo estructural cuadrado.
- Arandela lisa 1/4": se utiliza como soporte para una carga de apriete entre la tuerca y el tornillo a colocar.
- Tuerca HEX Zinc 1/4" -20: se utilizó para fijar y sujetar la unión de elemento desmontable del flange y la estructura cuadrada.
- Topes niple HG 1": se incorporó al diseño bajo la funcionalidad de limitar la posición del carre de etiquetas, bajo el propósito de evitar movimientos bruscos al momento de etiquetado.
- Poleas: se usaron para transmitir el movimiento rotacional del rodillo principal al engrane de accionamiento de trinquete.
- Banda: se usó como medio de transmisión entre los engranes acoplados al mecanismo interno de la herramienta etiquetadora.
- Anillos de retención: en forma de c para exteriores, utilizados sobre los ejes para evitar movimiento lateral de los componentes además de brindar holgura evitando contacto entre ellos.
- Rodamientos: utilizados para facilitar el movimiento rotatorio tanto del rodillo como de la base donde se ubicará el carre, de tipo sellado debido al ambiente en que se utilizará.
- Engranes: utilizados para la transmisión de potencia entre las poleas y la rueda de ginebra.

En la tabla 9 que se muestra a continuación, se desglosa los precios y las cantidades material a necesitar para efectuar el proyecto.

Tabla 9 – Materiales y costos

Elemento	Fuente	Cantidad	Precio Unitario (Lps)	Costo total (Lps)
Láminas de aluminio	Comercial	2	694.4	1388.8
Ejes Ø 3 mm L= 50 mm	Comercial	1	55.72	55.72
Ejes Ø 6 mm L= 50 mm	Comercial	2	457.15	914.3
Ejes Ø 10 mm L= 50 mm	Comercial	3	352.17	1120.47
Tubo niple GH 1"	Comercial	1 Lance	486.96	486.96
Tubo niple HG 3/4"	Comercial	1 Lance	352.17	352.17
Flange HG de 1"	Comercial	1	57.39	57.39
Tubo estructural rectangular 2x1x0.56"	Comercial	1 Lance	678.26	678.26
Codo de 90°	Comercial	1	284.95	284.95
Pines de seguridad	Comercial	1	1027.22	2054.44
Rodo girante con freno	Comercial	4	46.09	184.36
Tornillo 1/4" -20	Comercial	24	4.22	101.28
Arandela lisa 1/4"	Comercial	48	1.04	49.92
Tuerca Hex zinc 1/4" -20	Comercial	24	0.7	16.8
Poleas de aluminio ØInt 6mm	Comercial	2	26.55	53.1
Banda de transmisión	Comercial	1	124.25	124.25
Anillo de retención Ø 3 mm	Comercial	2	0.9	1.8
Anillo de retención Ø 6 mm	Comercial	3	0.9	2.7
Anillo de retención Ø 10 mm	Comercial	2	0.9	1.8
Rodamiento 6-19 mm	Comercial	1	238.54	234.54
Rodamiento 1.0625-1.3125"	Comercial	2	212.28	424.56
Engrane recto 1M17T	Comercial	1	63.02	63.02
Engrane recto 1M51T	Comercial	1	133.05	133.05
Tornillo Allen M4x16 mm	Comercial	9	0.15	1.35
Tornillo Allen M3x12 mm	Comercial	4	0.15	0.6
Tornillo Allen M2.5x10 mm	Comercial	2	0.15	0.3
Tornillo Allen M1.6x8 mm	Comercial	4	0.15	0.6
Impresión de componentes	N/A	1	3000	3000
Manufactura de carcasa	N/A	1	1000	1000
		Costos sumados	9299.43	12787.49

Fuente: elaborado por autores

4.5 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

4.5.1 PROYECTOS RELACIONADOS CON EL ETIQUETADO DE FRUTAS

El desarrollo de una investigación previo a la ejecución del proyecto, facilitó la creación de un criterio válido para brindar una solución a la problemática que afrontan las empresas bananeras en el área de etiquetado. Es por ello, que se procedió a la búsqueda de material de soporte en múltiples fuentes como libros, páginas web, proyectos anteriores relacionados a la temática del proyecto, revistas científicas, artículos relacionados a las normativas de buenas prácticas para producción agrícola y entrevistas. Bajo la información recopilada de los entes bibliográficos mencionados anteriormente, se logró definir un método de ejecución eficiente para el diseño de la herramienta, además, de dar parte a la formación del marco teórico que contiene el presente documento.

4.5.2 ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS APLICADAS EN PROYECTOS PREVIOS

Previo al desarrollo de diseño se procedió a buscar elementos en el comercio de etiquetadoras y selladoras de cajas bajo la finalidad de analizar y comprender su funcionamiento. Es entonces, donde surge la idea de crear un modelo de etiquetado combinando ambas herramientas, partiendo de elementos aplicables a las necesidades requeridas para la labor de etiquetado de frutas.

4.5.2.1 *Mecanismo de la herramienta de etiquetado de precios*

La herramienta de etiquetado de precios, posee un accionamiento manual, que mediante el uso de un gatillo ejecuta un movimiento vertical capaz de accionar la uñeta primaria, permitiendo que el trinquete solo se mueva una sección de su circunferencia. Simultáneamente a la ejecución del movimiento del trinquete, se acciona una uñeta secundaria que se encarga bloquear el retorno del trinquete.

El trinquete es un mecanismo que se utiliza en aplicaciones en donde se quiere asegurar el giro en un sentido único (Myszka, 2016). Aplicado a la etiquetadora, el diámetro del trinquete se estableció tomando en cuenta el tamaño de la etiqueta que utilizará aportando el beneficio de asegurar la salida de forma continua de la misma. Otro aspecto importante que contiene esta metodología, son las pequeñas extrusiones cilíndricas equidistantes que poseía a lo largo de toda su circunferencia. Cada extrusión calzaba con perforaciones existentes en el papel de la etiqueta. Este método garantizaba la salida de la etiqueta cada vez que ocurría el accionamiento del trinquete.



Ilustración 25 – Mecanismo de Trinquete

Fuente: elaborado por autores

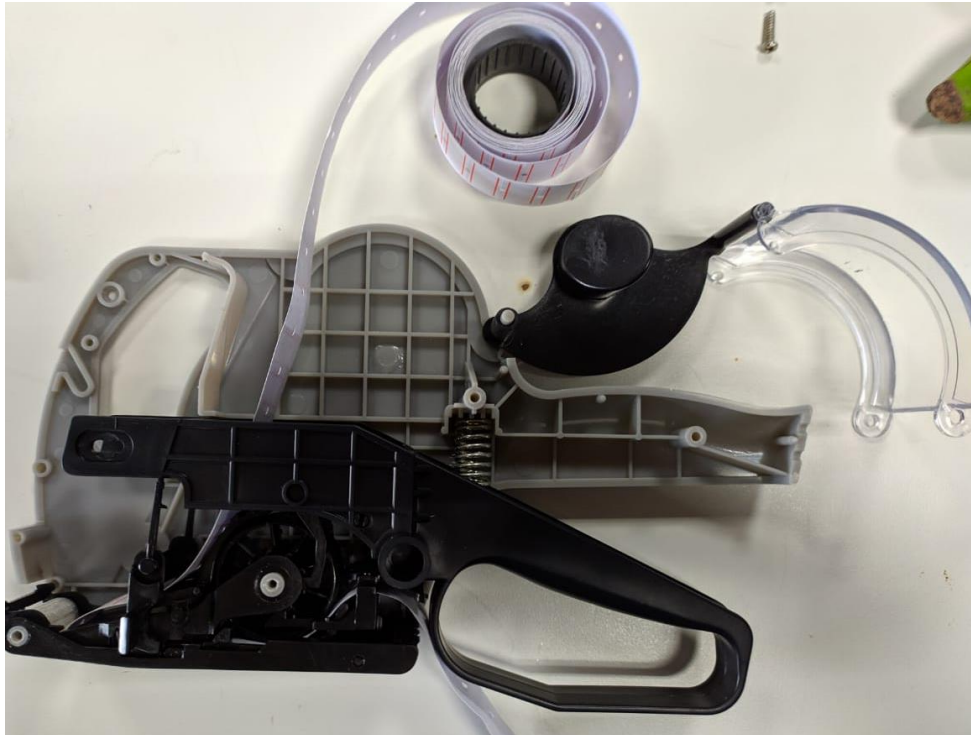


Ilustración 26 – Etiquetadora de precios

Fuente: elaborado por autores

Tomando en consideración la finalidad del presente proyecto, se consideró que el contener el carré de etiquetas en la parte interna de la herramienta, incurrirá en limitaciones como aumento de peso de la herramienta, pérdida constante de tiempo al remplazar el carré, así mismo, aumenta el volumen de la herramienta.

Un segundo limitante en el modelo, fue el tipo de accionamiento que posee, debido que para colocar una etiqueta se debe ejecutar múltiples acciones como la de tirar del gatillo para el accionamiento del mecanismo y la de colocar la etiqueta sobre la mano del banano.

4.5.2.2 Método de Adhiera de etiquetadora

Previo a la salida de la etiqueta, el papel pasa por una pieza plana cuya funcionalidad es la de tensar el papel, con el objetivo de despegar la etiqueta. Para asegurar que la etiqueta se adhiera bien a la superficie de aplicación, se hace uso de un rodillo de diámetro de 10.20mm y longitud de 21.6mm.



Ilustración 27 – Rodillo de aplicación de la etiqueta

Fuente: elaborado por autores

El rodillo contenido en la etiquetadora para precios, consta de pequeñas extrusiones con la finalidad de proporcionar un elemento de fricción entre la etiqueta y la superficie de aplicación. Sin embargo, tomando en cuenta la importancia del aspecto del banano de exportación, se consideró que la geometría que poseía, no era adecuada para concurrir en la aplicación del etiquetado del banano, ya que, al momento de aplicar la etiqueta sobre el banano, esta ocasionaba daños en la superficie de la cáscara del banano, desembocando en una mala práctica de etiquetado.



Ilustración 28 – Daños a la cáscara producidos por el rodillo original

Fuente: elaborado por autores

Dado a las limitaciones encontradas, se consideró la creación de un cilindro liso haciendo uso del software de SolidWorks, tomando como referencia las medidas del diámetro externo, diámetro interno y longitud del rodillo original, bajo el concepto de buscar una geometría que cumpla con los requerimientos que el proceso demanda. En la siguiente ilustración se muestra los resultados obtenidos de la impresión 3D del rodillo original.



Ilustración 29 – Impresión 3D con superficie lisa del rodillo original

Fuente: elaborado por autores

Secundario a la impresión del cilindro, se realizó una serie de pruebas de etiquetado sobre la cáscara de distintos bananos, con el fin de comprobar la eficiencia del acabado de la superficie del nuevo rodillo. En aplicación a la finalidad del proyecto, las nuevas pruebas desarrolladas ayudaron a concebir un criterio de diseño a tomar en consideración para el desarrollo del aplicador que utilizara la herramienta.

4.5.2.3 Selladora de cajas

El primer aporte que presentó la selladora de cajas fue la simplicidad de su diseño. Utilizó el mismo método de adheración de la etiquetadora de precios, con la diferencia que este modelo presenta un rodillo más robusto, proporcionando una mayor área de aplicación desembocando en una práctica de adheración más eficiente. Un segundo beneficio brindado

por el diseño es la forma de colocación del cilindro. Al inspeccionar la herramienta se pudo observar que existe un elemento de unión tipo tornillo entre la carcasa y el rodillo permitiendo el reemplazo del elemento.

Otro aspecto importante que se tomó en consideración en este modelo, fue la posición y la forma del mango. Las diferentes geometrías encontradas a lo largo del mango proporcionan una mayor comodidad al momento de hacer uso de la herramienta.

4.5.3 DETERMINACIÓN DE VARIABLES A MEDIR PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Para el desarrollo del diseño fue necesario definir los parámetros más importantes que se involucran en el proceso de etiquetado de banano. Por tanto, para recabar con los objetivos del presente segmento, se realizó la consulta a entes regulatorios como la FDA y la FAO, los cuales hicieron hincapié en las diferentes normativas que concurren en el proceso de exportación de banano, con la intención de asegurar la calidad del producto.

La FDA señala que, en la mayoría de los casos, el medio que se utiliza para manipular el alimento actúa como un foco de transmisión de enfermedades. Por tanto, debido a que el proyecto está enfocado para el etiquetado de un producto de consumo humano, es de suma importancia implementar al diseño elementos que no causen desprendimientos de agentes tóxicos, olores, o sabores que afecten la calidad del producto final (FAO, 2018). No obstante, las normativas establecen la utilización de materiales no corrosivos, aptos para estar en contacto con alimento, por ejemplo, acero inoxidable austeníticos, aluminio 1050, y titanio comercialmente puro (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 2005).

Un segundo aspecto en consideración, es la ergonomía de la herramienta. Al ser un elemento de uso manual, estará siendo manipulado por personal de la empresa con extensas jornadas laborales, por lo cual se tomó en consideración el peso de la herramienta para evitar fatiga o lesiones que podrían presentarse durante la ejecución del proceso de etiquetado. De manera que, para alcanzar este objetivo, se acudió a implementar un diseño compacto y sencillo, tomando como referencia elementos previamente expuestos en secciones anteriores del presente documento.

4.5.4 DISEÑO CAD DE LA HERRAMIENTA

El establecer todos los parámetros importantes que engloba el proyecto, abrió paso a la creación del diseño CAD de la herramienta. Su desarrollo se llevó a cabo haciendo uso del Software de Solidworks por las facilidades que brinda para la creación del simulaciones y dibujo.

El diseño se realizó tomando en cuenta ofrecer un dispositivo con la mayor simplicidad posible tanto para su ensamblaje como su funcionamiento, evitando de esta manera mantenimientos frecuentes.

4.5.4.1 *Diseño de carcasa*

Dentro del diseño, la carcasa es el elemento que brinda estabilidad y rigidez a la estructura de la herramienta. Por tal motivo, es necesario que sea fabricado con un material que permita que la herramienta tenga una alta resistividad a tensiones. Por otra parte, debe de ser un material resistente a la corrosión aprobado por FDA, debido a que estará en contacto con el fruto.

En el capítulo anterior del presente documento, se hace hincapié en la importancia de la selección del material, además, de brindar una breve descripción y las características de los materiales más utilizados en producción alimenticia. Sin embargo, a tomar en consideración los costos y el peso de cada uno de los materiales, se logró determinar que el material más recomendable a implementar es el aluminio 1050.

El Software de SolidWorks viene incorporado con una base de datos, que contiene la información específica de propiedades físicas y mecánicas de los materiales más utilizados en la industria. Al inspeccionar la clasificación del aluminio, se puede observar que la aleación que se necesita para el diseño no se encuentra disponible. No obstante, el software de SolidWorks permite el desarrollo de bibliotecas adicionales para resguardar materiales personalizados. Para este procedimiento es de vital importancia recopilar las propiedades físicas y mecánicas del material. En la tabla 3 del presente documento ubicada en el capítulo III de marco teórico, se muestran la información requerida para la configuración del material. Cabe destacar la importancia de las unidades, ya que la discrepancia entre las obtenidas y las ofrecidas por SolidWorks puede evitar la obtención de resultados concreto.

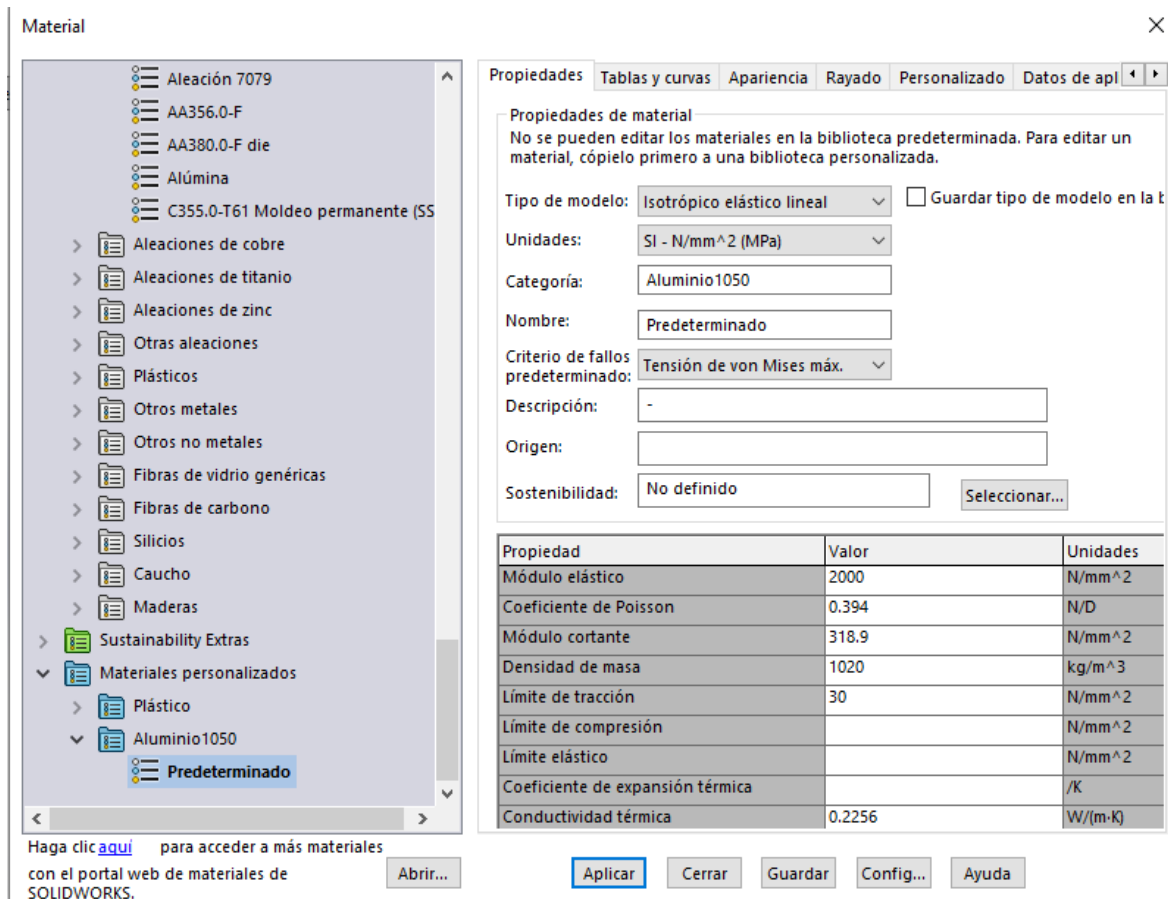


Ilustración 30 – Configuración del material aluminio 1050

Fuente: (Solidworks, 2019)

La creación de esta pieza con llevó a una serie de modificaciones en cuanto a su forma, ya que esta debía de facilitar el etiquetado del segundo clúster ubicada en cada pallet, permitiendo al operario realizar un movimiento similar al utilizado en la primera línea. Razón por la cual se puede observar en la parte inferior de la carcasa, un diseño curvo basado en la forma del clúster, así como también una extensión del rodillo para facilitar el contacto con cada clúster.

En la sección de técnicas e instrumentos del presente documento, se introdujo una descripción breve de la aplicabilidad que tiene la herramienta de Toolbox dentro del desarrollo del diseño. Esta biblioteca ayudó en la elección del tipo de tornillo como método de unión a implementar en el diseño, debido a que todos los elementos contenidos dentro del Toolbox están creados bajo normativas de diseño desarrollados por organizaciones como ANSI, ISO, DIN, entre otras, aportando el beneficio de facilitar su obtención dentro del comercio.

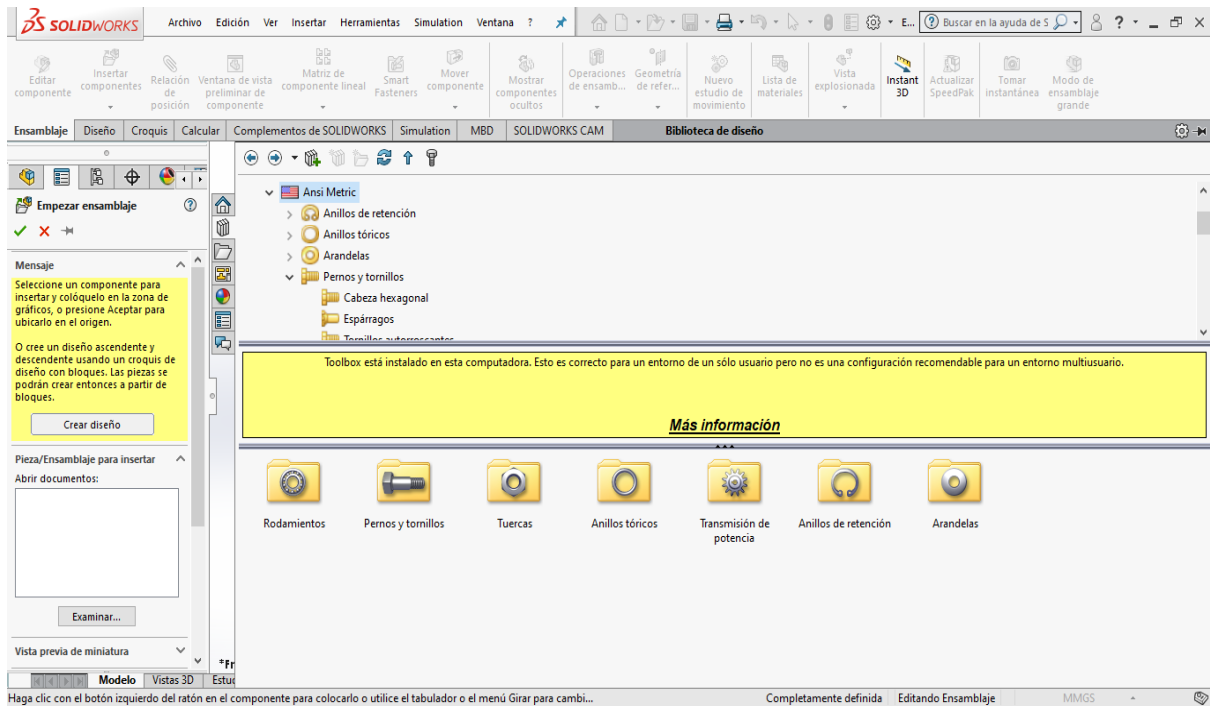


Ilustración 31 – Biblioteca de diseño del complemento de SolidWorks

Fuente: (Solidworks, 2019)

4.5.4.2 Rodillo Rotatorio

Previo al diseño del rodillo, se tomaron en cuenta todos los aspectos que las prueba expuestas en secciones anteriores del presente documento arrojaron. Por esta razón, se optó por crear un rodillo con superficie lisa, para evitar producir cualquier tipo de daño a la superficie del banano ya que esto evitaría que el mismo fuera óptimo para su exportación, así mismo, que permita un mejor agarre de la etiqueta para garantizar la adherencia de la misma. Dicho rodillo cuenta con un rodamiento, especificado en la lista de materiales, acoplado en el lado derecho.

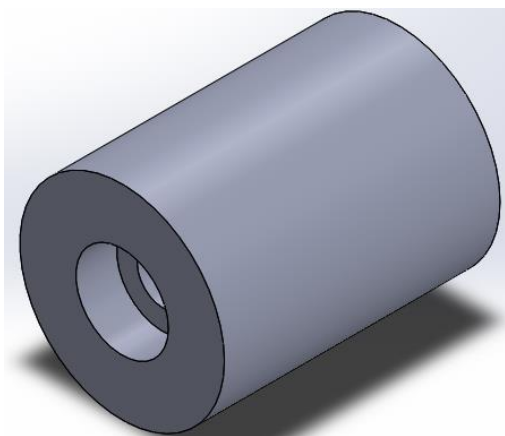


Ilustración 32 – Vista Isométrica de rodillo principal

Fuente: elaborado por autores

Tomando en consideración que en algún momento dado el cilindro podría deteriorarse, se decidió utilizar un diseño con la capacidad de permitir el cambio de la pieza en dicho caso. Esto se logró mediante el uso de tornillos como método de unión entre el rodillo y la carcasa, dicha metodología fue observada en la selladora de cajas.

4.5.4.3 Diseño de mecanismo de trinquete

El trinquete es mecanismo que le da vida al proceso de etiquetado, ya que este brinda el beneficio de garantizar la movilidad de la etiqueta de papel, y la salida continua de la misma. Sin embargo, para poder cumplir con los lineamientos previamente mencionados, es de suma importancia calcular el diámetro del trinquete de acuerdo a la longitud de la etiqueta, haciendo uso de la ecuación de segmento de arco.

$$S = r\theta$$

Ecuación 1 – Segmento de arco

Fuente: (Clemens, O'Daffer, Cooney, & Sullivan, 2008)

En la actualidad, no hay ninguna norma que limite las dimensiones de las etiquetas. Por tanto, se inició el proceso tomando como referencia cinco etiquetas diferentes para poder calcular un promedio en las dimensiones, mediante el uso de la ecuación estadística de la media.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Ecuación 2 – Media estadística

Fuente: (Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias, 2007)



Ilustración 33 – Etiquetas de referencia

Fuente: (Colnet, 2019)

Tabla 10 – Dimensiones de etiquetas

Nombre	Ancho (mm)	Largo (mm)
Etiqueta 1	22	41.5
Etiqueta 2	23	42.25
Etiqueta 3	22.5	41
Etiqueta 4	23	43
Etiqueta 5	22	43
Promedio	22.5	42.15

Fuente: elaborado por autores

Las imprentas colocan las etiquetas de manera horizontal, de modo que, para el cálculo del diámetro del trinquete se utilizó el promedio de las longitudes de las etiquetas. Este dato dentro de la ecuación 1 actúa como el área del segmento circular denominado como (**S**).

El parámetro del ángulo se obtuvo mediante la división de sectores de la circunferencia. Para fines del proyecto, se definió que el trinquete estará dividido en tres sectores. Es por ello, que se dividió los 360° que posee la circunferencia de un círculo (Clemens, O'Daffer, Cooney, & Sullivan, 2008), entre el número total de sectores, con la finalidad de obtener el ángulo en grados de cada sector. Sin embargo, la ecuación del segmento de arco, demanda que el ángulo debe de estar en radianes. Por tanto, se procedió a convertir los grados obtenido a radianes mediante la ecuación geométrica de conversión de grados a radianes.

$$\theta_{Radianes} = \frac{\theta_{grados} \cdot \pi}{180^\circ}$$

Ecuación 3 – Conversión de grados a radianes

Fuente: (Clemens, O'Daffer, Cooney, & Sullivan, 2008)

Una vez que se obtuvo los parámetros necesarios, se procedió a efectuar el despeje de la ecuación, para encontrar el radio de la circunferencia del trinquete. De modo que, solo restó aplicar la ley geométrica que nos indica que el diámetro de un círculo es la multiplicación de su radio por dos (Clemens, O'Daffer, Cooney, & Sullivan, 2008). De esta manera, se obtuvo un diámetro aproximado de 40mm para la circunferencia del trinquete.

$$\text{Diametro} = 2 \cdot \text{Radio}$$

Ecuación 4 – Diámetro de circunferencia

Fuente: (Clemens, O'Daffer, Cooney, & Sullivan, 2008)

Un segundo parámetro que se tomó en consideración, fue el ancho que contendría el trinquete, ya que este tiene que realizarse tomando en consideración el promedio del ancho de las etiquetas proporcionado en la tabla 9 del presente segmento, con el fin de proporcionarle un área de soporte adecuada.

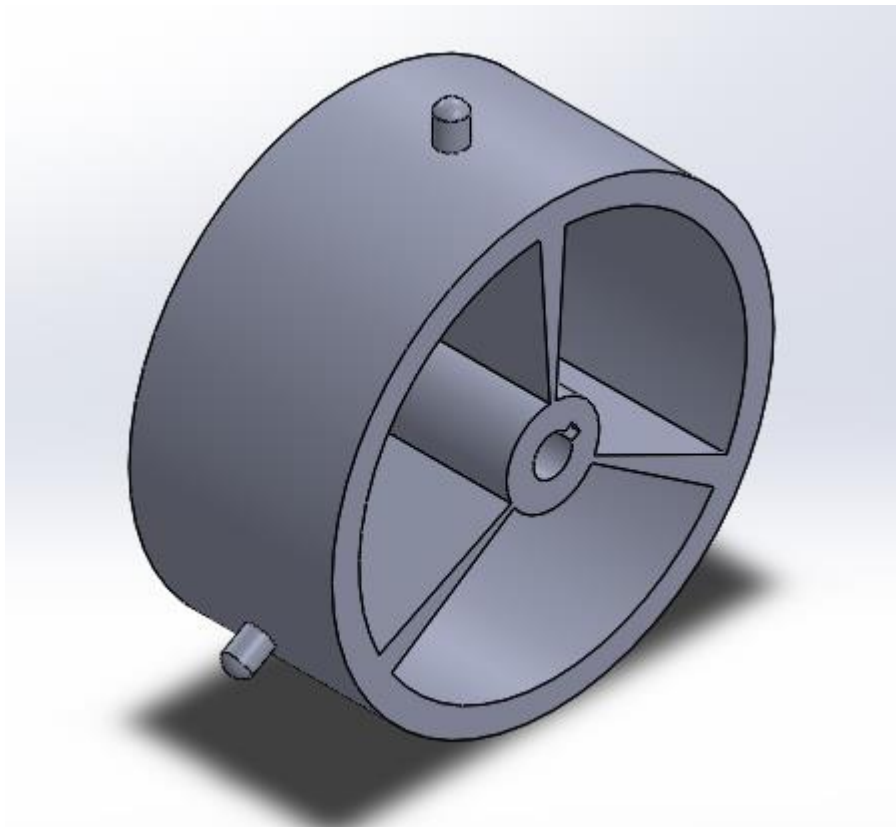


Ilustración 34 – Vista isométrica del trinquete

Fuente: elaborado por autores

Como último elemento que se adicionó al trinquete las extrusiones cilíndricas, equidistantes a una distancia de 21mm a lo largo de toda su circunferencia, como elemento de seguridad para garantizar la movilidad de la etiqueta a lo largo de todo el mecanismo interno.

Tomando en consideración el peso de la herramienta, se decidió que los mecanismos internos serían de ABS, ya que este es un plástico aprobado por la FDA y la FAO para manipulación alimenticia. Este material a diferencia del aluminio 1050, si se logró encontrar dentro de la

base de datos de materiales que posee SolidWorks. Por lo que, no fue necesario incurrir en la adición de un nuevo material a la base de datos de SolidWorks.

4.5.4.4 Colocación de bandas

Dado que el diseño planteado busca ofrecer una mejora sustancial en la eficiencia de colocación de etiquetas. Se planteó el uso de un sistema de transmisión de potencia por correa, dicho sistemas consta de dos poleas y una banda con perfil trapecial cuya distancia entre centro es 85 mm . Dicho mecanismo será colocado en el eje que alberga el rodillo, a manera de poder transmitir el movimiento entre el elemento que está en contacto con la fruta y el mecanismo utilizado para el desembrollo de la etiqueta. Esto permite al operario realizar el proceso de etiquetado en un solo movimiento.



Ilustración 35 – Montaje de polea y banda

Fuente: elaborado por autores

Tomando en consideración que este tipo de elementos son afectados por el desgaste que genera su uso continuo, se decidió utilizar elementos disponibles comercialmente que permitan facilitar el mantenimiento. Por tanto, se utilizó Traceparts, ya que este proporciona un servicio que permite el acceder a diferentes modelos de componentes mecánicos CAD estandarizados y fabricados por los principales proveedores en la industria, para obtener las diferentes alternativas disponibles, eligiendo poleas fabricadas por la compañía Misumi con las siguientes especificaciones:

Tabla 11 – Especificaciones de las poleas

Material	Aleación de Aluminio 5052
Diámetro interior	6 mm
Diámetro exterior	24 mm
Cubo	Si, longitud de 5 mm

Fuente: elaborado por autores

4.5.4.5 Soporte externo de carré

Con la intención de reducir las pérdidas de tiempo que se generan al momento de cambiar el carre de etiquetas y el de ahorrar espacio para reducir peso, se contempló la creación de un soporte externo que tendrá funcionalidad de cargar la bobina de etiquetas, para la obtención de una etiquetadora liviana y de fácil manipulación.

El soporte externo está compuesto por el tubo principal y el tubo acoplado, con el objetivo de obtener un soporte que permite regularse a la altura necesaria para el personal del área. El diseño propone una serie de perforaciones equidistantes en el tubo principal con el propósito de que un seguro de bola incorporado en el tubo acoplado permita seleccionar la altura propiciada por el usuario.

Las estructuras del tubo principal y el acoplado, fueron diseñados para hacer uso de tubo niple HG, más conocido en el comercio como tubo de hierro galvanizado. Tomando en consideración los costos y el peso de la estructura, se optó por asignarle al tubo principal un diámetro de 1", con 1 metro de altura. Por otro lado, como consecuencia del diseño, se concurrió a buscar un diámetro menor al del tubo principal para la estructura acoplada. Es por ello, que se optó por asignarle un diámetro de 3/4" bajo el propósito que tenga libre movilidad y mucha facilidad para cambiar de posición. Al igual que la base principal, la base acoplada se le asignó una altura de 1 metro. Un segundo aspecto importante del diseño se encuentra en la boca superior del tubo acoplado, ya que en ella se colocó un codo de 90° de hierro galvanizado, con el propósito que sirva de unión para el brazo del carre de etiquetas y el tubo acoplado.

El brazo de etiqueta está diseñado para soportar el carre de etiquetas. Sin embargo, se emplearon otros elementos que adicionan una masa extra al brazo como tal. Con la finalidad de limitar el movimiento del carre a lo largo del tubo, se optó por acoplar al diseño dos topes. Ya que el brazo fue diseñado para contener el mismo diámetro de tubo que posee el tubo acoplado. De manera que los topes fueron diseñados para hacer uso de un diámetro de 1".

Un segundo factor que se contempló fue la movilidad de carré. Por tanto, se adicionó al diseño dos rodamientos de bola ubicados en el diámetro interno del carre, bajo el propósito de evitar que, durante la ejecución de etiquetado, el papel de etiquetas se obstruya o se rompa la línea de papel con facilidad.

Toda la estructura del soporte yace sobre una base realizada con un perfil de tubo estructural rectangular de 2x1x0.5mm, mismo perfil que se puede encontrar en la librería de miembro estructural que posee SolidWorks.

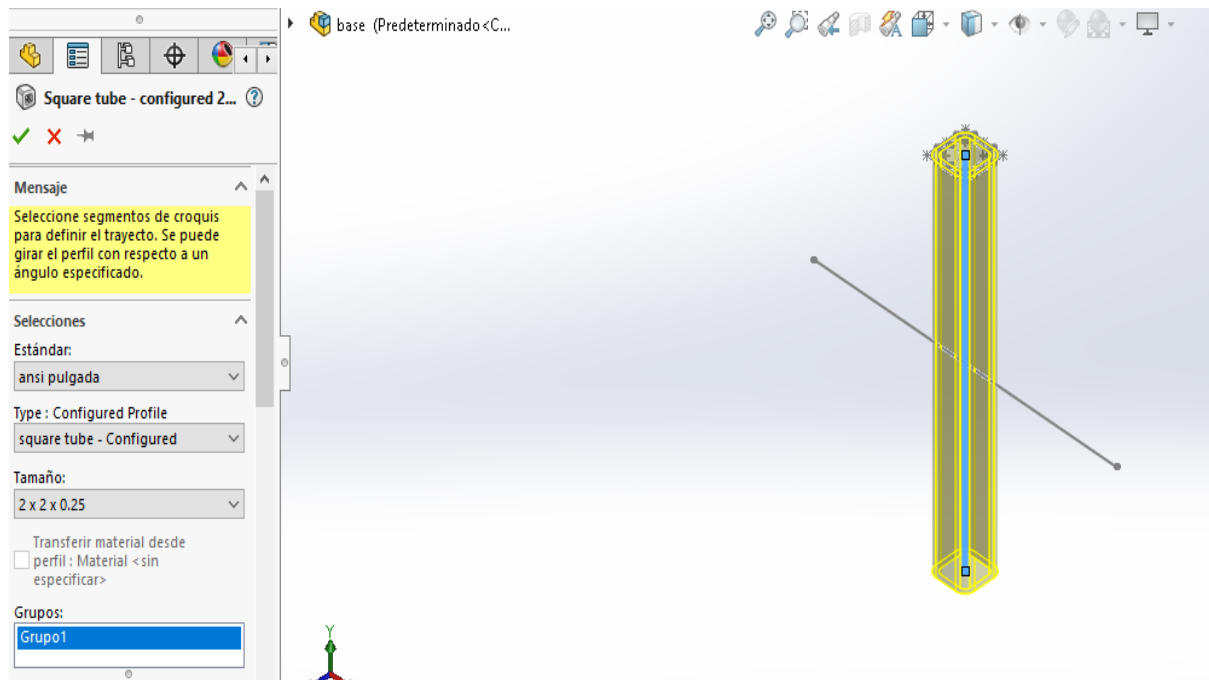


Ilustración 36 – Configuración de miembro estructural

Fuente: (Solidworks, 2019)

Como último criterio de diseño que se contempló para el soporte, fue la facilidad de movilidad de toda la estructura como tal. Por lo tanto, se acopló al diseño de la base principal cuatro ruedas con perno y freno. Teniendo en cuenta que por lo general las áreas de etiquetado contienen una superficie rugosa, se optó por utilizar llantas de caucho de 5cm de diámetro, con la finalidad de facilitar la movilidad del soporte.

4.5.4.6 Mecanismo de accionamiento para el trinquete

En la sección 3.5.2.1 se hizo hincapié en las ventajas y desventajas que poseía la etiquetadora de precios. Por lo tanto, se consideró sustituir el accionamiento de gatillo por un mecanismo rueda de ginebra.

La rueda de ginebra es un mecanismo de accionamiento capaz de transformar un movimiento rotatorio continuo en uno intermitente (Myszka, 2016). Su diseño consta de dos partes principales. La primera parte es la manivela que contienen la uña o pivot que acciona a la rueda de ginebra mediante el movimiento rotacional del componente. Un parámetro importante que involucra el diseño de esta pieza, es que el diámetro de la manivela debe de ser igual que a la geometría semiesférica que posee la rueda de ginebra, ya que esto ayuda a proporcionarle a la ginebra un cuerpo de soporte que evite el retorno de la pieza, así mismo, ayuda a alinear la ginebra para que la uña calce con facilidad en la ranura. Un segundo aspecto que se debe de tomar en consideración es el corte de semiluna que posee la rueda de la manivela, ya que el corte del diámetro debe de ser lo suficiente grande para permitir que la rueda de ginebra se mueva de posición.

El diseño del mecanismo se comenzó diseñando la manivela como tal. Para ello, se debe definir ciertos parámetros de diseño previos como el número de ranuras, diámetro de pivot y el diámetro de manivela que se quiere obtener. Por motivos de conveniencia, la rueda de ginebra acoplada al diseño consta de tres posiciones que son colineales con los sectores del trinquete, de esta manera se aseguró que una posición de la rueda de ginebra sea equivalente a un sector del trinquete, lo que garantiza proporcionar la salida de una etiqueta por cada tres revoluciones generadas por el rodillo principal. Por lo tanto, se definió el número de tres ranuras para la manivela. El radio de la ranura varía de acuerdo al gusto de las personas, para afines del proyecto se utilizó un diámetro de 2mm. El tercer parámetro elegido fue el diámetro de la manivela. Tomando en consideración el objetivo de la creación de un diseño compacto de la herramienta de etiquetado se optó por diseñar la manivela de 51.846mm de diámetro, lo que nos permitió obtener un radio de 25.923 mm que para efectos de cálculos se denominó como **r1**.

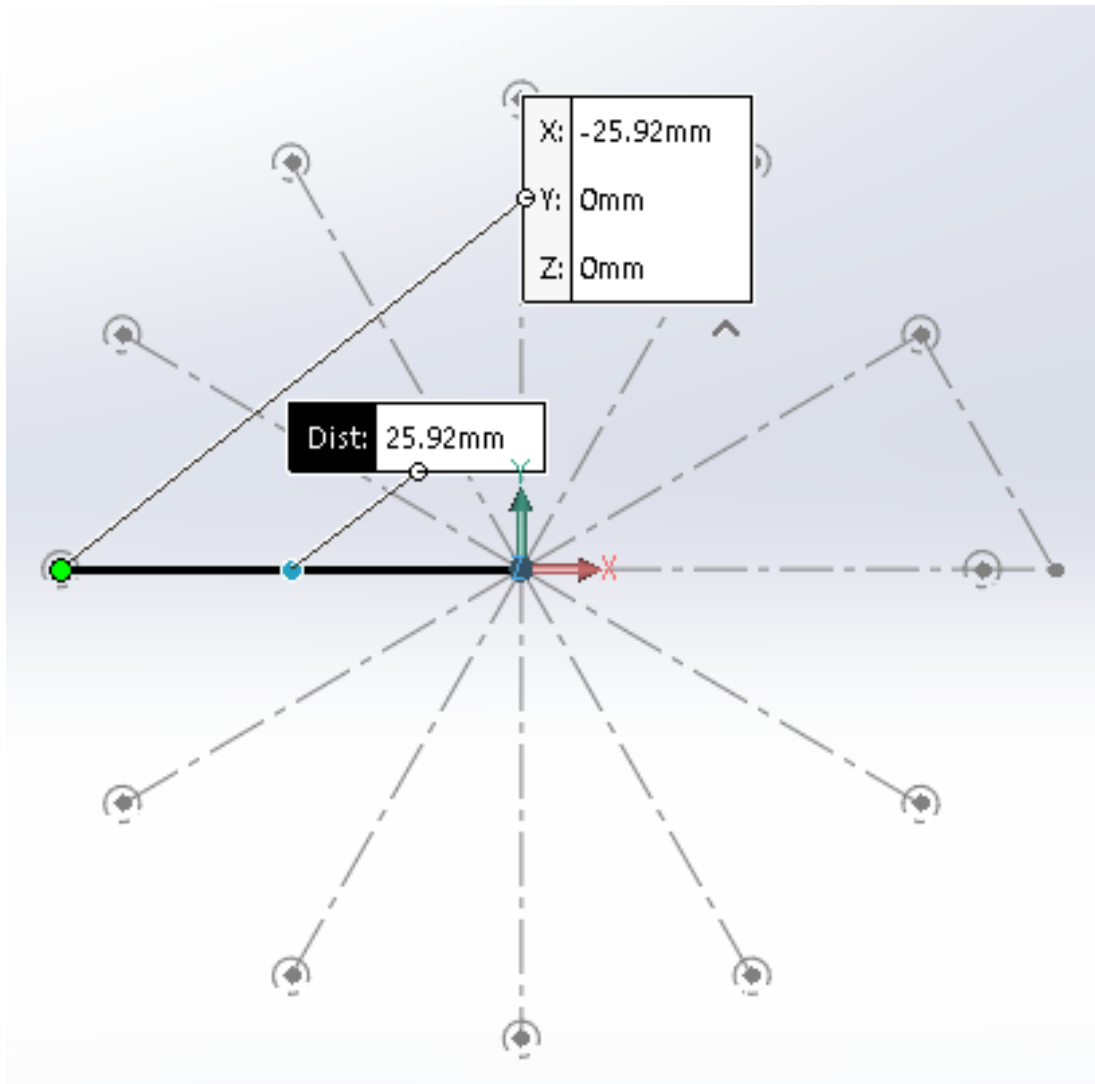


Ilustración 37 – Croquis de manivela

Fuente: (Solidworks, 2019)

En la ilustración 36 se logra observar que el punto r1 es coincidente con el centro de la ranura de la ginebra formando un ángulo de 90° . Es por ello, que para concebir con la separación entre ejes que se percibe en la imagen de la manivela, se calculó el ángulo y la distancia entre centros de la rueda de ginebra y la manivela denominado como β y C respectivamente.

El cálculo de β se obtuvo al dividir los 360° que posee una circunferencia (Clemens, O'Daffer, Cooney, & Sullivan, 2008) entre el número de ranuras que posee la rueda de ginebra. Sin embargo, como se mencionó previamente se necesita tener un ángulo de 90° entre la uñeta y la ranura para lograr la movilidad del mecanismo, lo que nos indicó que hay 6 puntos de la ginebra en donde se alinean los centros para cumplir la relación de 90° . Esto se puede simplificar haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$\beta = \frac{360^\circ}{2n}$$

Ecuación 5 – Ángulo de beta

Fuente: (G. Budynas & Nisbett, 2012)

Al tener tres ranuras los resultados arrojaron un ángulo de 60°. Seguidamente se procedió a realizar el cálculo de separación de centros, haciendo uso de las relaciones de triángulos rectos. Por lo tanto, se utilizó la relación del seno del ángulo para obtener la distancia entre centro **C**

$$\text{Seno } \theta = \frac{r_1}{C}$$

Ecuación 6 – Relación de seno

Fuente: (Clemens, O'Daffer, Cooney, & Sullivan, 2008)

Efectuando el despeje de la ecuación se obtuvo una distancia entre centros de 30mm. Con los datos calculados del ángulo β y el centro, se procedió a calcular el ángulo de separación de ejes de la manivela, haciendo uso de la propiedad geométrica que nos indica que la sumatoria de ángulos de un triángulo es igual a 180°.

$$\Sigma\theta = 180^\circ$$

Ecuación 7 – Sumatoria de ángulos en un triángulo

Fuente: (Clemens, O'Daffer, Cooney, & Sullivan, 2008)

Este cálculo arrojó como resultado que la separación entre ejes de la manivela es igual a 30°. Es por ello, que la circunferencia de la manivela se divide en 12 sectores como se puede apreciar en la ilustración 36. Fue preciso tomar la consideración que para que calce la uñeta, se debe alargar la circunferencia del soporte de la manivela. Factores que se consideraron en este punto fue que el incremento del diámetro altera la distancia entre centros. Por lo tanto, se buscó una dimensión en la cual ayudara a brindar soporte a la cuña y que a su vez no afectara la movilidad del mecanismo. Ocasionando un incremento en la distancia entre centros de 0.5mm.

Seguidamente a la creación del soporte de la uñeta, se realizó la extracción de la luneta cuya función es la de brindar estabilidad y propiciar la alineación de la uñeta con la ranura. Para su desarrollo se trazó un círculo interno al soporte, tangente a las circunferencias de la uñeta. Esta circunferencia debe de ser igual para la manivela y los cortes de la ginebra como se mencionó anteriormente.

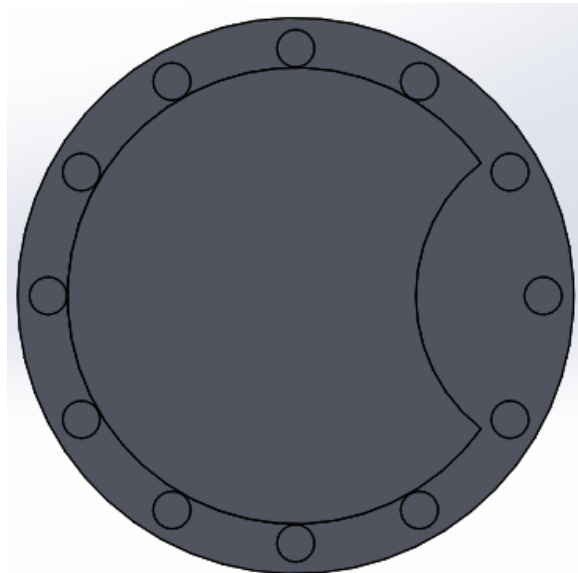


Ilustración 38 – Vista superior de la manivela

Fuente: elaborado por autores

Una vez culminado el diseño de la manivela, se procedió a calcular el diámetro apropiado para el mecanismo de la rueda de ginebra. Por lo tanto, se procedió a calcular el radio teórico que posee la geometría de la rueda, mediante el uso de la relación de coseno que se presenta a continuación.

$$\cos \theta = \frac{\text{Radio teorico}}{\text{Distancia entre centros}}$$

Ecuación 8 – Relación de coseno

Fuente: (Clemens, O'Daffer, Cooney, & Sullivan, 2008)

Una vez obtenido el dato, se procedió a calcular el radio real de la rueda de ginebra, mediante el uso del teorema de Pitágoras.

$$\text{Radio real} = \sqrt{(\text{Radio de rodillo})^2 + (\text{Radio teorico})^2}$$

Ecuación 9 – Teorema de Pitágoras

Fuente: (Clemens, O'Daffer, Cooney, & Sullivan, 2008)

Haciendo uso de la ecuación 4 del presente documento, se obtuvo que el diámetro apropiado para la rueda de ginebra es de 30mm.

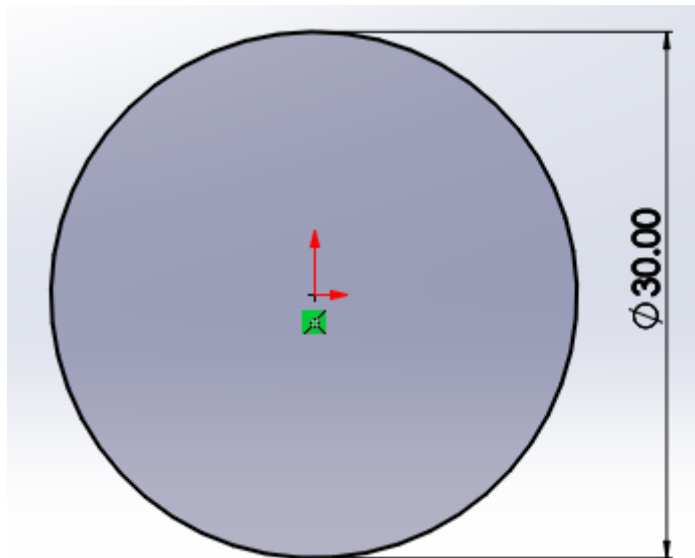


Ilustración 39 – Croquis de circunferencia de ginebra

Fuente: (Elaborado por el autor)

Posteriormente se procedió a realizar los cortes de las ranuras. Anteriormente se mencionó que la ginebra tendría el mismo número de sectores que el trinquete. De modo que al realizar los cortes de las ranuras a 120° de separación. Una vez creado las ranuras se efectúa los cortes semiesféricos característicos de una rueda de ginebra de tres pasos.

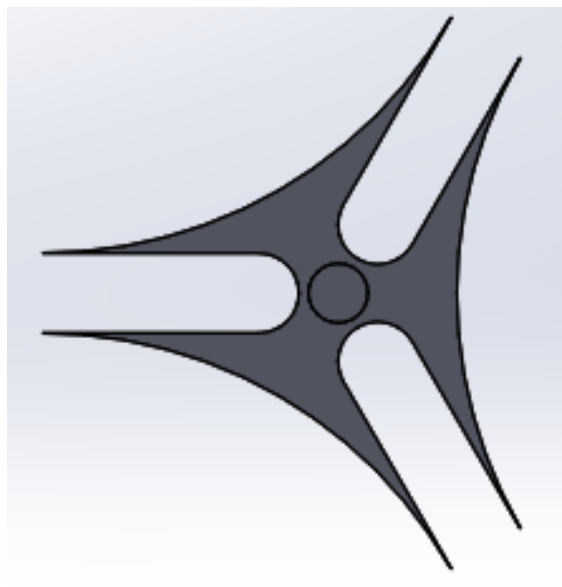


Ilustración 40 – Vista frontal de la rueda de ginebra de tres pasos

Fuente: elaborado por autores

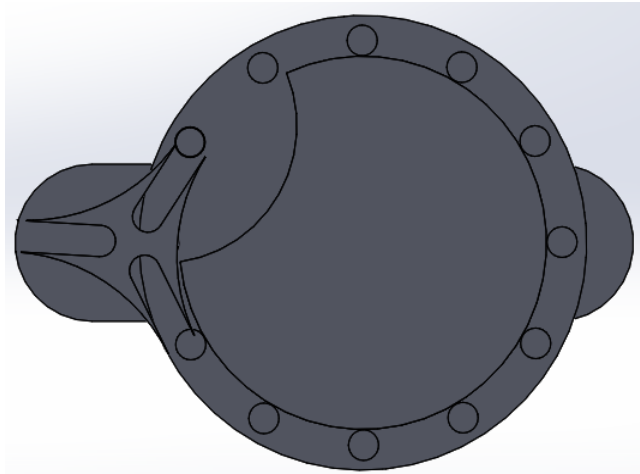


Ilustración 41 – Vista Frontal del mecanismo de ginebra

Fuente: elaborado por autores

4.5.5 ANÁLISIS DE COSTOS DE LOS COMPONENTES QUE COMPONE LA ETIQUETADORA

Para la selección de materiales se contemplaron las normativas establecidas por entes reguladores como la FDA y la FAO para manipulación de alimentos. Por otro lado, se contempló la implementación de materiales resistentes a la corrosión, duraderos, y de valor monetario bajo. En la sección 3.4 del presente documento se expone los distintos elementos que compone cada uno de los diseños, así mismo, se puede contemplar el precio unitario en lempiras de cada uno de los mismo, bajo la finalidad de reflejar un estimado del costo que implicaría la ejecución del proyecto. Aspecto importante que se debe considerar, es que el presupuesto solo está basado solo en los costos de los materiales. De manera que, no se refleja los costos de manufactura que esta propuesta de diseño implica.

4.5.5.1 *Mecanismos de engranajes*

El sistema de engranajes es uno de los mecanismos más importantes para garantizar el correcto funcionamiento de la herramienta etiquetadora, es por esto por lo que se tomaron ciertas consideraciones en su elección.

Durante las pruebas de etiquetado mencionadas en la sección 4.5.2.2 se observó que el rodillo rota en dirección anti horaria al momento de realizar el etiquetado, debido al movimiento que realiza el operario para la aplicación de la misma. Ya que el mismo se acopla al sistema de poleas ambos giraran en la misma dirección, tomando en consideración que la manivela debe girar en dirección horaria para el accionamiento de rueda de ginebra, acoplar ambos mecanismos no presentaba una solución viable. El uso de un sistema de engranajes como

medio de transmisión de potencia entre ambos mecanismos permite la inversión de giro desembocando en el correcto funcionamiento de la rueda de ginebra mediante el giro proporcionado por el rodillo.

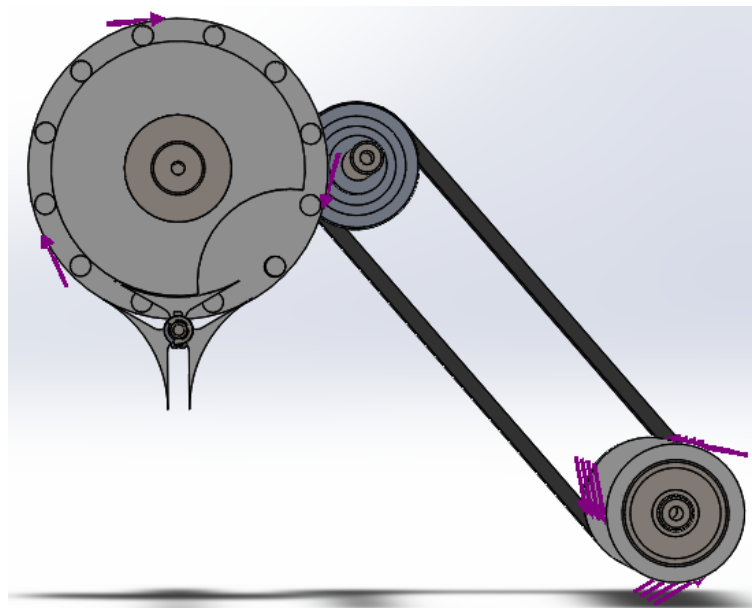


Ilustración 42 – Rotación de rodillo y manivela

Fuente: Elaborada por los autores

Debido a que los ejes que albergan la manivela y la polea se encuentran paralelos entre sí, a una distancia entre centros de 34 mm, se optó por la elección de engranajes de dientes rectos.

La ecuación 10 corresponde a la distancia entre centros para engranajes rectos en el sistema internacional, donde N_1 representa el número de dientes del piñón, N_2 representa el número de dientes del engranaje y m representa el módulo.

$$C = \frac{(N_1 + N_2)}{2} m$$

Ecuación 10 – Distancia entre centros engranajes rectos

Fuente: (Ligero, 2008)

En la sección de 3.2.1.1 del marco teórico se menciona que la longitud mínima del banano para exportación no debe ser inferior a 14 cm, tomando en consideración que la longitud de la etiqueta propuesta es de 4.2 cm y que el rodillo cubre 2.5 cm en una rotación completa, era necesario una relación de engranajes que permitiera al operario colocar una etiqueta por banano.

Tabla 12 – Resultados de la elección del sistema de engranajes

N1	N2	m	C(mm)
17	51	1	34

Fuente: Elaborada por los autores

Para la elección de dicho sistema de engranajes se tomó en consideración los siguientes puntos:

- Debían contar con el mismo módulo para acoplar de manera correcta
- La distancia entre centros debía ser de 34 mm
- Tener una relación de 3:1

Dado que la relación de engranajes seleccionada es de 3:1 garantiza que la herramienta etiquetadora es funcional para banano con una longitud mínima de 14 cm y una máxima de 19 cm, las cuales se encuentran dentro de los estándares establecidas por la FAO.

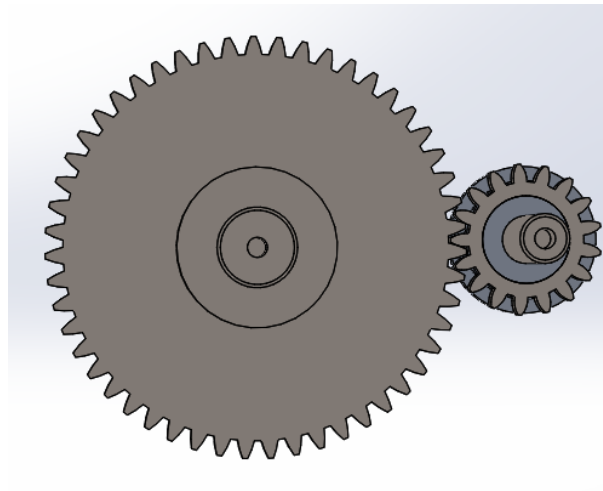


Ilustración 43 – Montaje del sistema de engranajes

Fuente: elaborado por autores

4.6 METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN

Como método de comprobación se sometió el diseño CAD a pruebas de análisis estáticos de tensión, desplazamiento, y factor de seguridad, haciendo uso de la herramienta de Simulation que ofrece Solidworks, con el fin de validar la confiabilidad del diseño propuesto. Por otro lado, se hizo uso del complemento de SolidWorks moción para realizar las simulaciones del

mecanismo de ginebra, con el objetivo de analizar su comportamiento en cuanto a la precisión de la geometría y la resolución de contacto entre los componentes.

4.6.1 ANÁLISIS ESTÁTICOS DE LA ETIQUETADORA

El desarrollo de las simulaciones, conllevó a tomar en consideración la fuerza aplicada al rodillo cuando la herramienta entra en contacto con el banano. A fin de, calcular la fuerza del rodillo se realizaron dos ensayos físicos. El primer ensayo físico consistió en la colocación de masas de 100, 200, 400 y 500 gramos, sobre la cáscara de un banano en estado de maduración leve, con el objetivo de observar y calcular cuanta fuerza se requiere para causar un daño significativo sobre la cáscara del banano. La fuerza se obtuvo mediante el uso de la segunda ley del movimiento de newton, resumida en la siguiente ecuación.

$$F = masa \cdot gravedad$$

Ecuación 11 – Segunda ley de newton

Fuente: (Young & Freedman, 2013)

La fuerza se calculó en Newton. Por tanto, se convirtió las unidades de las masas a kilogramo mediante el uso de factores de conversión de masa.

$$1 Kg = 1000g$$

Ecuación 12 – Conversión de Kilogramos a gramos

Fuente: (Young & Freedman, 2013)

Tabla 13 – Hoja de datos correspondiente al ensayo 1

Masa (g)	Masa (Kg)	Fuerza Aplicada (kg m/s²)	Observaciones
100	0.1	0.981	No causó abolladuras, ni marcas sobre la cáscara
200	0.2	1.962	No causó abolladuras, ni marcas sobre la cáscara
400	0.4	3.924	No causó abolladuras, ni marcas sobre la cáscara
500	0.5	4.905	Causo abolladuras sobra la superficie

Fuente: elaborado por autores

La realización de este ensayo, demostró que para causar daños significantes sobre el banano se requiere una fuerza de 4.905 N.



Ilustración 44 – Prueba con masa de 100g

Fuente: elaborado por autores



Ilustración 45 – Prueba con masa de 200g

Fuente: elaborado por autores



Ilustración 46 – Prueba con masa de 100g

Fuente: elaborado por autores



Ilustración 47 – Prueba con 500g

Fuente: elaborado por autores

El segundo ensayo físico consistió en realizar diez pruebas de etiquetado, bajo la finalidad de tener un promedio de cuanto fuerza se requiere para etiquetar un banano. Para llevar a cabo este ensayo, se requirió el uso de una balanza para calcular la diferencia de masa que se genera al momento de ejercer presión sobre la curvatura interna del banano.

Tabla 14 – Hoja de datos correspondiente al segundo ensayo

Número de ensayo	Diferencia de masa (g)	Diferencia de masa (Kg)	Fuerza Aplicada (N)
1	98	0.098	0.96138
2	61	0.061	0.59841
3	68	0.068	0.66708
4	227	0.227	2.22687
5	135	0.135	1.32435
6	199	0.199	1.95219
7	126	0.126	1.23606
8	181	0.181	1.77561
9	110	0.11	1.0791
10	139	0.139	1.36359
		Promedio	1.318464

Fuente: elaborado por autores



Ilustración 48 – Ensayo de cálculo de fuerza promedio de etiquetado

Fuente: elaborado por autores

El promedio de la fuerza se obtuvo mediante el uso de la ecuación de media estadística presentada en la sección 4.5.4.3 del presente documento.

El desarrollo del segundo ensayo ayudó a concluir que solo se requiere una fuerza promedio de 1.32 N para ejecutar el proceso de etiquetado, y que si se mantiene en un rango que no

excedan los 4.91N, la fuerza aplicada no causa ningún daño al fruto. La Fuerza calculada con los ensayos realizados posteriormente se utilizó para efectuar el cálculo de torsión mediante la siguiente ecuación.

$$\tau = \text{Fuerza} \cdot \text{Distancia}$$

Ecuación 13 – Cálculo de torsión

Fuente: (Young & Freedman, 2013)

En donde la fuerza es el resultante del promedio calculado representado en la tabla 12, equivalente a 1.32N y la distancia es el radio del rodillo principal, equivalente a 12.50 mm. Al efectuar la operación ese obtuvo un resultado de 16.50 N·mm.

4.6.2 ESTUDIOS DE MOVIMIENTO DEL MECANISMO DE LA HERRAMIENTA DE ETIQUETADO

Si bien es cierto el software de SolidWorks permite simular ciertos movimientos mediante el uso de las relaciones de posición entre elementos. Sin embargo, aplicado al mecanismo de etiquetado fue preciso someter el mecanismo interno a estudios de movimientos, con el objetivo de concebir una mayor percepción del funcionamiento o errores en el diseño.

Para efectuar la simulación fue necesario que todo el mecanismo estuviera ensamblado con todas las relaciones de posiciones pertinentes al diseño. Segundo parámetro a considerar, es la de activar el complemento de SolidWorks Motion, ya que este permite realizar simulaciones en donde la geometría del ensamble no se pueda efectuar mediante un movimiento básico.

Una vez que el complemento se activó, se procedió a efectuar los respectivos setups que la simulación requiere. Lo primero que se efectuó fue colocar la simulación en análisis de movimiento, ya que por las relaciones que el mecanismo interno tiene no es posible realizarlos con movimiento básico. Posterior a la configuración se prosiguió a colocar los elementos de rotación que permitirán la movilidad de todo el mecanismo. Aplicado a los fines del proyecto, el elemento impulsador es el rodillo principal. De manera que, se configuró para que el rodillo gire en sentido anti horario a 20RPM. Como tercer elemento de configuración se establecieron todos los puntos de contacto que se generan durante el proceso de etiquetado. Por lo tanto, se estableció que los elementos que entran en contacto son el trinquete, la rueda de ginebra, la manivela y los dos engranes que se encuentran acoplados al eje de la polea secundaria. Los últimos elementos de configuración fueron las propiedades del estudio de movimiento. Este espacio permite modificar la rigurosidad del estudio. De modo que, entre más riguroso es el

análisis, la simulación arrojará resultados más precisos. Sin embargo, entre más riguroso es el análisis es más tardío el proceso de simulación.

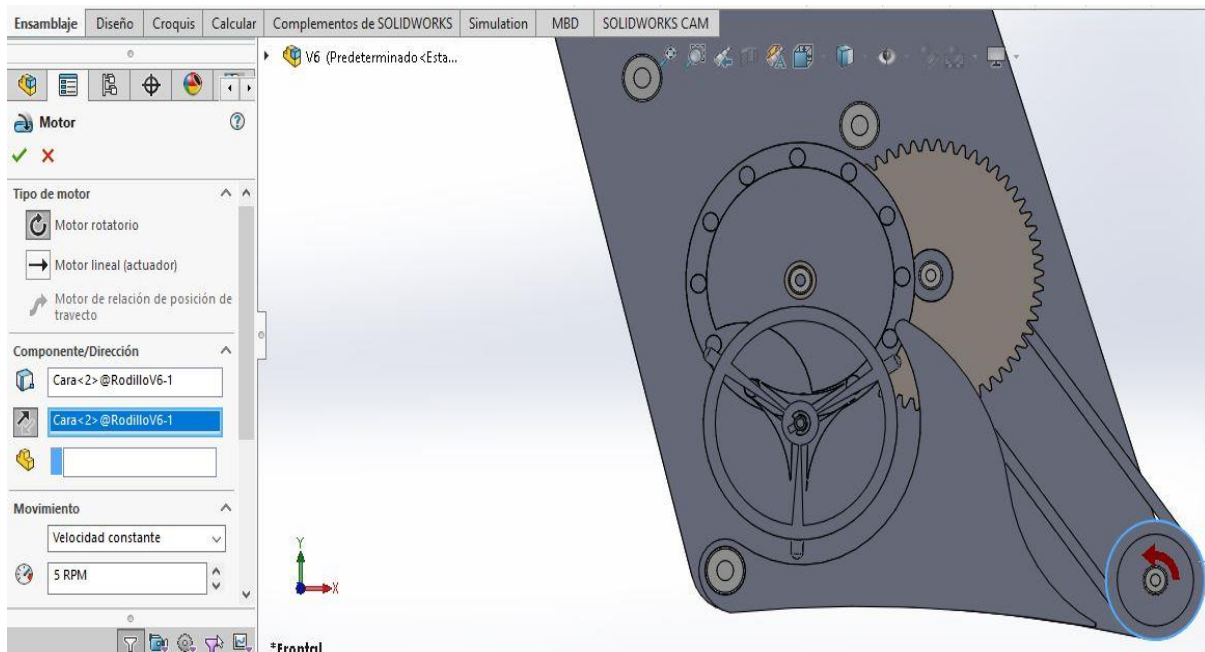


Ilustración 49 – Configuración del elemento rotatorio

Fuente: elaborado por autores

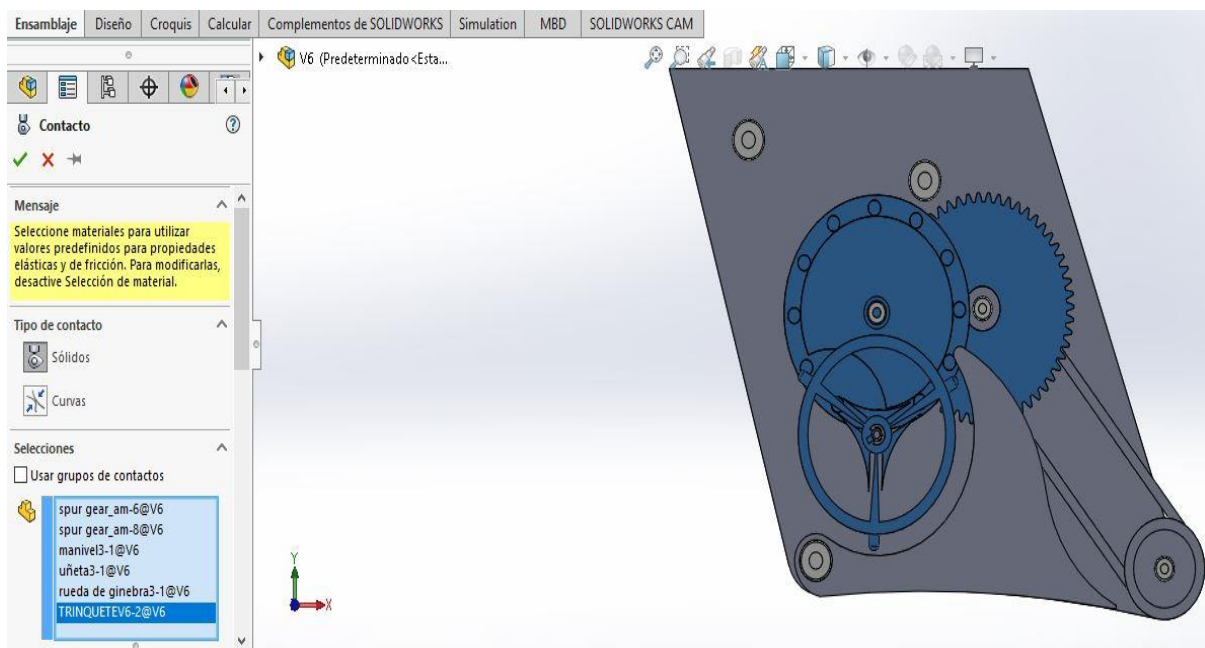


Ilustración 50 – Configuración de elementos de contacto

Fuente: elaborado por autores

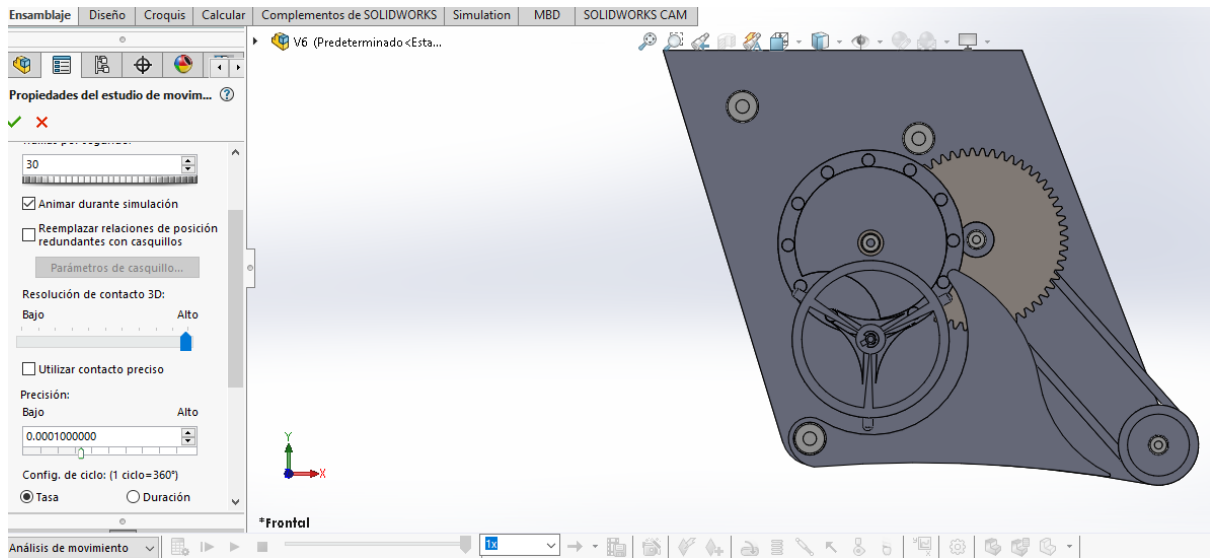


Ilustración 51 – Configuración de las propiedades de movimiento

Fuente: elaborado por autores

4.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 15 – Cronograma de Actividades desarrolladas durante el alcance del proyecto

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																
ACTIVIDADES	TIEMPO PROGRAMADO		TIEMPO REAL		PORCENTAJE COMPLETADO	2019										
	INICIO	DURACIÓN	INICIO	DURACIÓN		OCTUBRE			NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	(SEMANAS)	(SEMANAS)	(SEMANAS)	(SEMANAS)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investigación de prototipos	0	1	0	1	100%	■										
Compra de etiquetadora y selladora de caja	1	1	1	1	100%		■									
Análisis de metodologías	1	2	1	2	100%		■	■								
Definir parámetros importantes del proceso de etiquetado	2	1	2	1	100%			■								
Definir variables importantes de normas de seguridad alimenticias	2	2	2	3	100%			■	■	■						
Creación de diseño CAD	1	6	1	9	100%		■	■	■	■	■	■	■	■		
Realización de cotizaciones	5	3	5	2	100%					■	■					

Fuente: elaborado por autores

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se logró el diseño de una herramienta de etiquetado en línea con los parámetros de salubridad alimenticia que el área de empaquetado de banano requiere. La herramienta está diseñada para simplificar el proceso de etiquetado, así mismo, de reducir los tiempos de dicho proceso.

5.1 INVESTIGACIÓN DE PROTOTIPOS PREVIOS

Se recopiló cinco investigaciones de proyectos similares en donde se aplica lógica de diseño de parecida índole a la del diseño que se propone en el presente documento, en los cinco proyectos arrojaron resultados aceptables aplicado a las necesidades de la labor, logrando mejorar el proceso de etiquetado del banano. Todos los prototipos analizados fueron de proyectos realizados en el exterior. De manera que, no se logró recopilar información de proyectos relacionados a la temática del proyecto.

5.2 ANÁLISIS DE PROTOTIPOS

Se analizaron cinco proyectos relacionados a la temática del proyecto. Sin embargo, el diseño que presenta el siguiente documento, toma como referencia dos proyectos en particular. Uno de ellos es la etiquetadora de precios, y el otro es el sellador de cajas. Durante la ejecución del análisis, se concurrió a recopilar las desventajas y ventajas que podrían concurrir durante la ejecución del diseño de la etiquetadora de banano. Ambos aspectos de los proyectos se encuentran expuestos en la sección 4.5.2 del capítulo de metodología.

5.3 RESULTADOS DE ENTREVISTAS CON OPERADORES DE EMPAQUETADO DE BANANO

Una vez que culminó la entrevista con el operario, se logró recopilar que, en 1 hora laboral, salían aproximadamente 120 a 150 cajas de banano, asimismo, se identificó que cada caja contiene alrededor de 15 etiquetas. Por lo tanto, en una jornada completa se necesitan alrededor de 18000 etiquetas.

5.4 PARÁMETROS IMPORTANTES INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE ETIQUETADO

De acuerdo a la información de normas de salubridad alimenticia recopilada, proveniente de bases de datos oficiales de entes reguladores como la FDA y la FAO, se logró definir todos los parámetros a tomar en consideración para determinar que el diseño de la etiquetadora cumpliera con todas las normativas de calidad que la actividad demanda. En vista que las

normativas demandan que cualquier material que entre en contacto con productos alimenticios deben de ser capaces de no desprender agentes tóxicos que podrían generar el deterioro del producto alimenticio y daño al ser humano, se optó por hacer uso de aluminio inoxidable 1060 para la parte externa de la herramienta. Por otra parte, se decidió incorporar al diseño del mecanismo interno que posee la máquina un material de tipo ABS. Cabe recalcar que las características y las propiedades de los materiales se pueden encontrar en el capítulo de marco teórico que goza el presente documento.

5.5 DISEÑO EN SOLIDWORKS

En el capítulo 4 del presente documento se hizo hincapié de las distintas metodologías de validación que se iba a someter el prototipo. En esta sección se proveerá los resultados recopilados de las simulaciones que se realizaron.

Se inicializo el proceso de simulación en el rodillo principal de la etiquetadora. La fuerza de torsión de aplicación se detalló en la sección 4.6.1

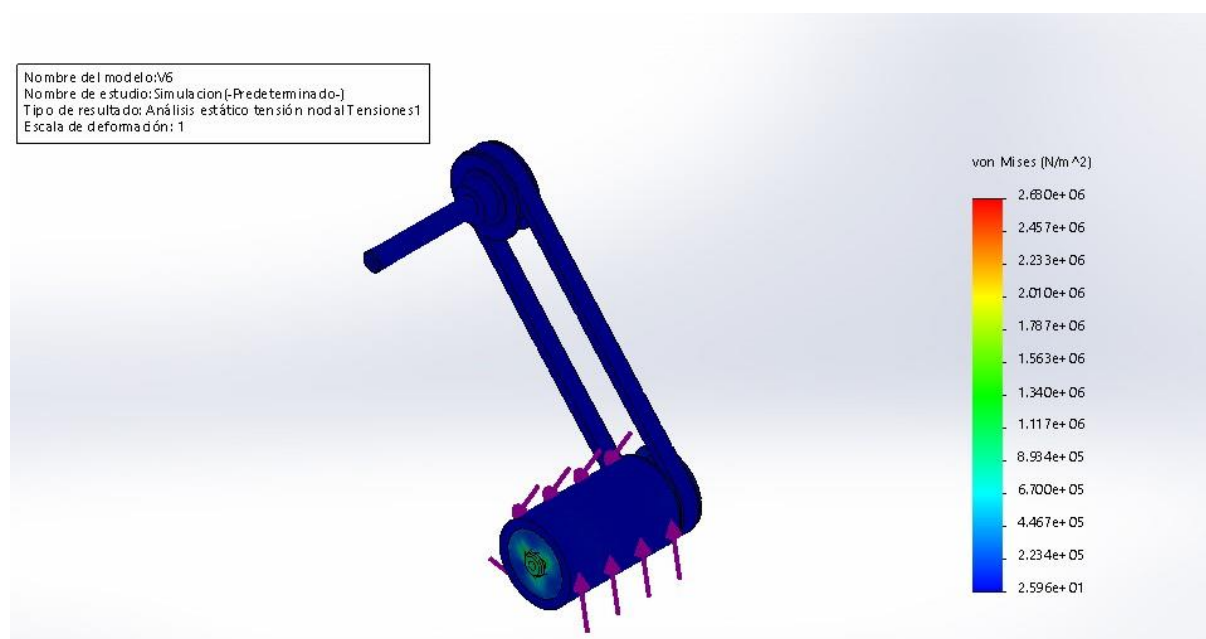


Ilustración 52 – Resultado de tensión aplicados al rodillo principal

Fuente: (Elaborado por los autores)

En la ilustración anterior nos indica que la tensión máxima se origina en el contacto del rodillo sobre el eje con un valor resultante 1.45 Mpa. Dado que los ejes son fabricados de acero

inoxidable 440C, cuyo esfuerzo de fluencia varía entre 340 a 700 Mpa. Por lo tanto estos mismos son capaces de soportar las tensiones generadas durante el proceso de etiquetado.

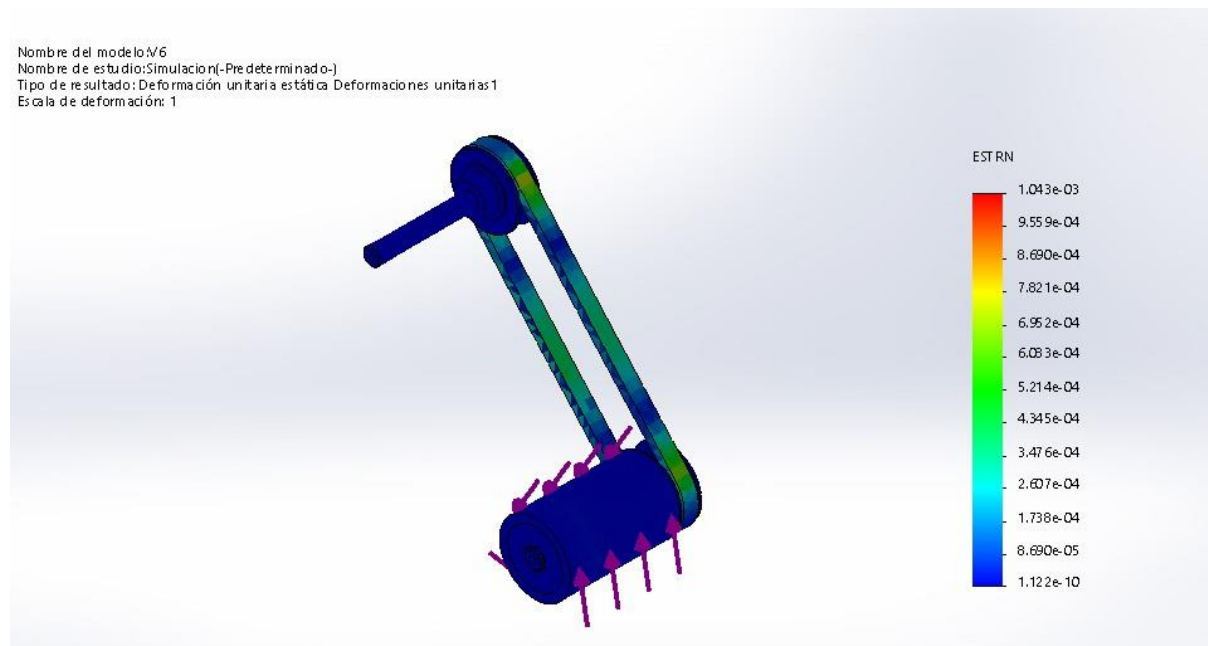


Ilustración 53 – Resultado de deformación para el rodillo principal

Fuente: (Elaborado por el autor)

La banda es fabricada de un material conocido como neopreno. El neopreno, es un material de la familia de los cauchos sintéticos, que posee la habilidad de ser elástico. De las simulaciones, se logró verificar que la tensión máxima es de aproximadamente de 0.01 mm, deformación común que se genera entre el contacto de la polea con la banda.

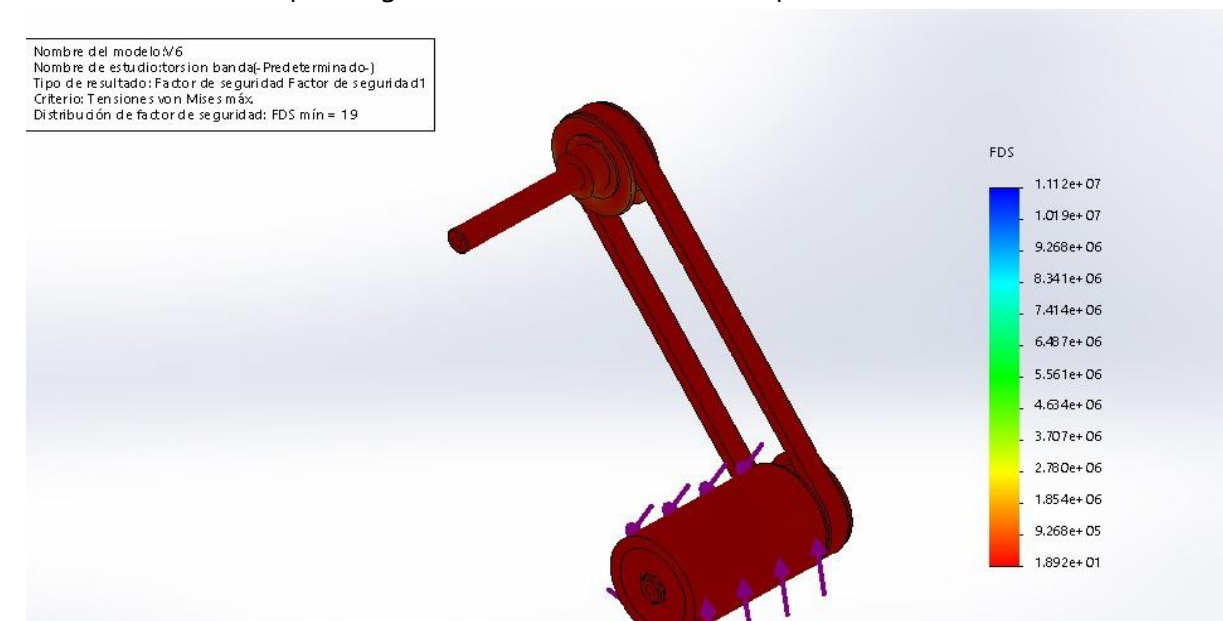


Ilustración 54 – Resultante del factor de seguridad aplicado al rodillo principal

Fuente: elaborado por autores

El factor de seguridad del rodillo principal es de 19, lo que indica que el mismo es capaz de soportar 0.313 N m. Dicho en otras palabras el rodillo aguanta 19 veces la fuerza normal que se le aplica en el movimiento de aplicación de la etiqueta.

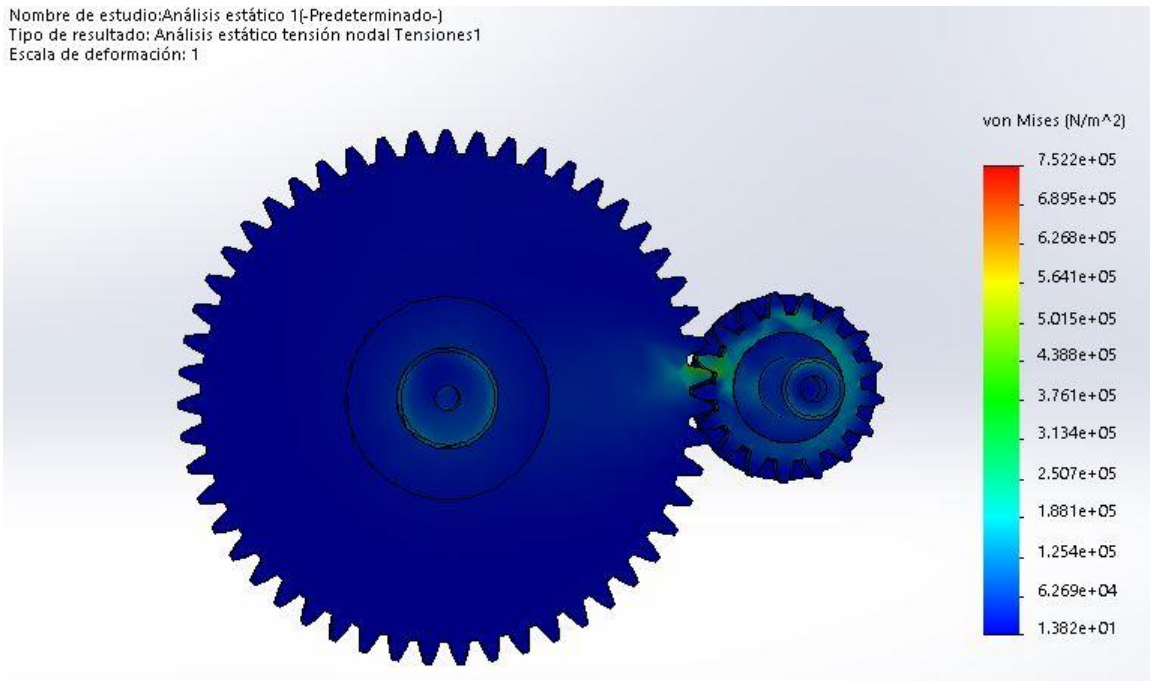


Ilustración 55 – Resultado de tensión de los engranes

Fuente: elaborado por autores

Los engranajes al igual que los ejes, están fabricados de acero inoxidable 440C, y se encuentran sometidos a una tensión máxima de 7.52 Mpa, entre el contacto de sus dientes.

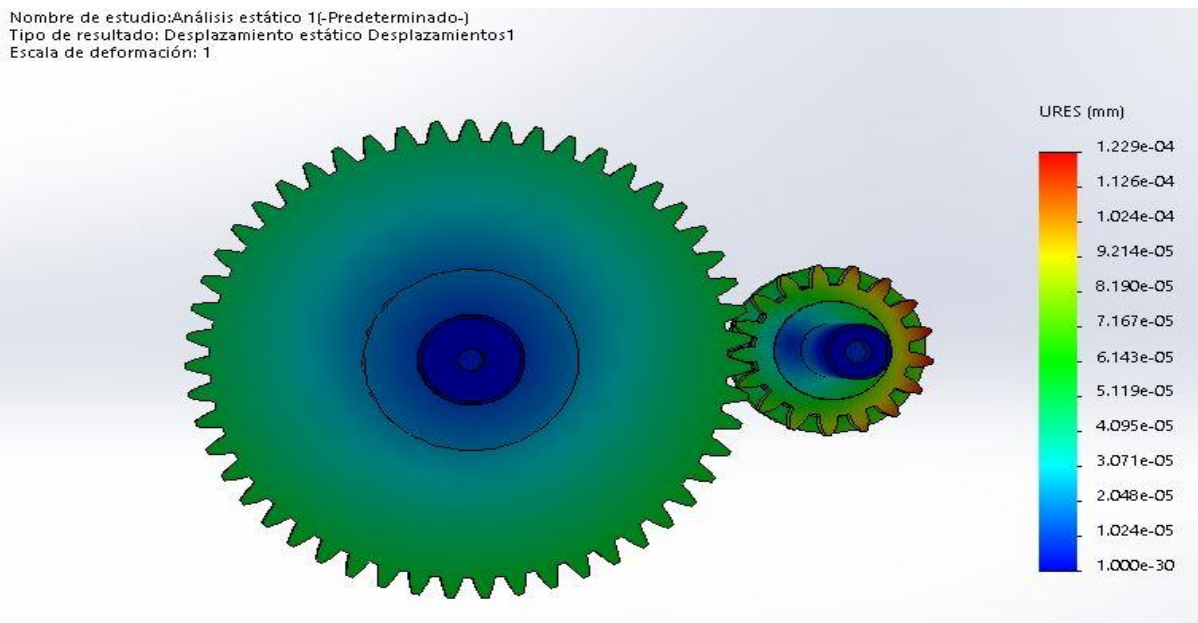


Ilustración 56 – Resultado de desplazamiento de los engranes

Fuente: elaborado por autores

La deformación máxima se encuentra en los extremos de los dientes, debido a que estos están en contacto durante el movimiento rotacional que se realiza en la aplicación de la etiqueta, siendo su valor máximo aproximado de 0.001mm.

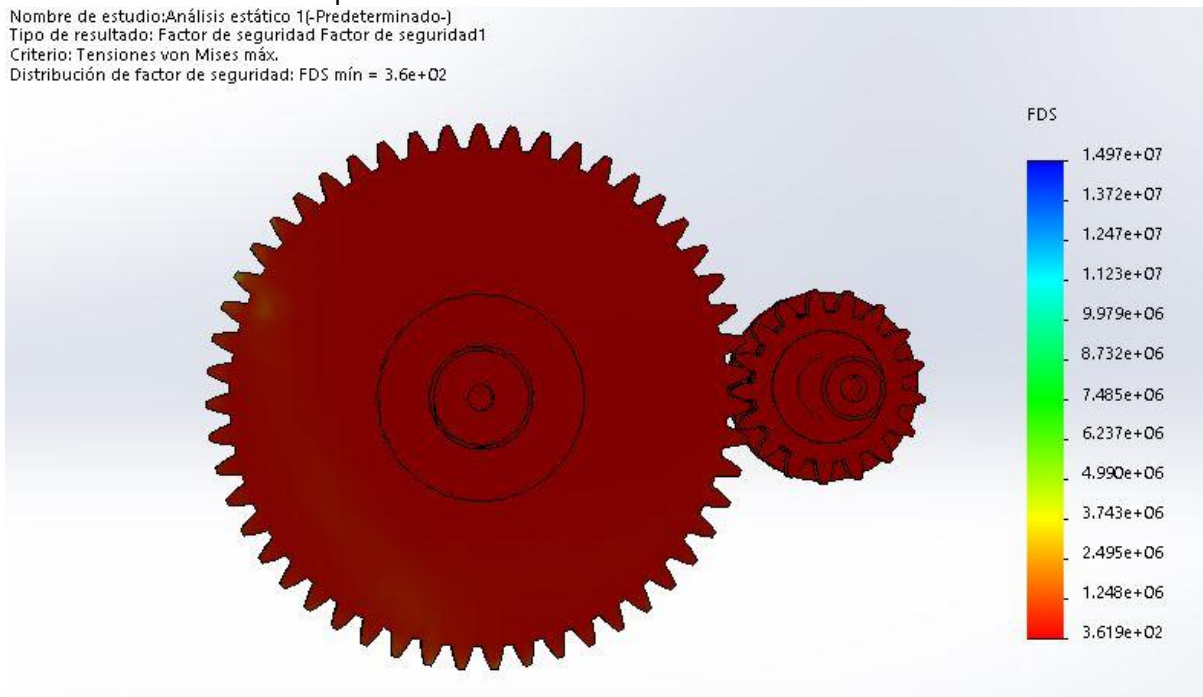


Ilustración 57 – Resultado de factor de seguridad para los engranes

Fuente: elaborado por autores

El factor de seguridad del mecanismo de engranes es de 360, lo que indica que el mismo es capaz de soportar 5.94 N m. Es decir que puede soportar, 360 veces la fuerza normal que se le aplica en el movimiento de aplicación de la etiqueta.

5.6 RESULTADOS DEL DISEÑO FINAL

A continuación se presenta los resultados del diseño.

Tabla 16 – Carcasa

Cantidad	Componente	Material	Peso (g)
1	Tapadera derecha	Aluminio 1050	204.03
1	Tapadera izquierda	Aluminio 1050	201.49
1	Tapadera Superior	ABS	122.13
1	Tapadera inferior	ABS	66.76

Fuente: elaborado por autores

Las dimensiones de la carcasa se pueden observar en el capítulo de anexo del presente documento.

Tabla 17 – Mecanismo interno de la etiquetadora

Cantidad	Componente	Material	Peso (g)
1	Trinquete	ABS	13.
1	Rueda de ginebra	ABS	0.52
1	Manivela	ABS	13.84

Fuente: elaborado por autores

Tabla 18 – Propiedades Físicas del prototipo final

Masa (g)	Volumen (mm³)	Área Superficial (mm²)
1134.77	708060.95	208633.20

Fuente: elaborado por autores

La tabla anterior nos muestra que el prototipo de la etiquetadora contiene una masa de 1134.77 g, lo que es equivalente a 1.13477 Kg. Dejando al prototipo 1.16523 kg por debajo del rango máximo recomendado para herramientas manuales (The International Ergonomics Association, 2017).

5.7 PRESUPUESTO

El presupuesto final del proyecto resultó con la cantidad de 8474.56 Lempiras. Como se mencionó en secciones previas, el presupuesto solo involucra los costos por los materiales, no se toma en cuenta los costos por mano de obra y montaje, ya que para afines de los objetivos del proyecto solo contempla el presentar un prototipo de herramienta de etiquetado. El desglose de los materiales y sus respectivos costos se pueden contemplar en la sección 4.4 del presente documento. Lo que se presenta en la siguiente tabla son los costos sumados que el diseño implica en lempiras y en dólares, tomando como referencia la tasa de cambio recuperada el 7 de diciembre del 2019, el cual corresponde a la suma de 24.90 lempiras es equivalente a 1 dólar estadounidense.

Tabla 19 – Presupuesto final

Costos sumados	Lempiras (L.)	Dólares estadounidenses (\$)
	12,787.49	513.554

Fuente: elaborado por autores

VI. CONCLUSIONES

1. Se logró diseñar una herramienta de etiquetado de banano funcional que reduce el tiempo que se invierte en el proceso de etiquetado de banano para exportación de manera manual.
2. Se realizó la investigación de material didáctico relacionado a la temática del presente proyecto. Dejando como resultado la suma de cinco proyectos que sirvieron como guía para el desarrollo de la etiquetadora.
3. Se realizó el análisis de los tres proyectos recopilados relacionados a la temática del proyecto, así mismo, se logró determinar un criterio válido para la ejecución del proyecto.
4. Se determinaron los parámetros más importantes del proceso de etiquetado que se deben tomar en consideración para el desarrollo de la etiquetadora, estableciendo que su diseño cumple con los criterios de salubridad y laboral.
5. Se incorporó al diseño un mecanismo de ginebra sustituyendo al accionamiento por gatillo que contenía la etiquetadora de precios, reduciendo la cantidad de pasos que el usuario debía efectuar para realizar el proceso de etiquetado.
6. Se realizó el diseño de un soporte externo, bajo el propósito de reducir tamaño y peso de la herramienta, así mismo, brindar la facilidad de obtener una bobina de etiquetas más grande evitando la necesidad de realizar el cambio de bobina de etiquetas de manera frecuente.
7. Se logró diseñar una etiquetadora manual con un peso de 1165.23 gramos por debajo del límite máximo recomendado para herramientas manuales. El diseño contempla el uso de materiales adecuados para implementar en el diseño, aprobados por los entes reguladores como la FDA y la FAO.
8. Según los resultados obtenidos en los análisis, se garantiza que el diseño de la maquina etiquetadora propuesto funciona de manera óptima de acuerdo a las condiciones de trabajo a la que será sometida.
9. La fabricación de la herramienta etiquetadora de banano tiene un costo de L. 12,787.49, lo que la hace accesible, ya que puede aumentar considerablemente la eficiencia de los procesos de etiquetado de las empresas bananera.

VII. RECOMENDACIONES

1. El mecanismo del trinquete fue diseñado para operar con una etiqueta de 42.2mm de longitud y 22.5mm de ancho. En caso de necesitar implementar otras dimensiones de etiqueta es necesario recalcular las dimensiones del trinquete.
2. Al igual que otras herramientas al estar sometida en áreas laborales expuestas a polvo, la etiquetadora se puede ensuciar. De manera que, se recomienda que se efectúe una limpieza manual con productos que no afecten el material, para prolongar la vida útil de la herramienta.
3. A manera de facilitar el uso de la herramienta etiquetadora se recomienda que los bananos se coloquen con la curvatura hacia arriba en los pallets, para facilitar un desempeño óptimo tanto de la etiquetadora como el operario en el proceso de etiquetado.
4. El soporte externo de la bobina de etiquetas está diseñado para operar directamente en el área de empaquetado de banano. Al ser un lugar con muchos operarios laborando alrededor, se recomienda por precaución pintar el tubo principal con franjas amarillas y negras, con la finalidad de resguardar al personal de lesiones o golpes.

VIII. APLICABILIDAD

Con el crecimiento de la demanda bananera las empresas optan por acoplar al proceso de empaquetado mejoras en cuanto a la agilidad de la labor, con la finalidad de reducir los tiempos de producción y masificar las exportaciones del banano.

La herramienta de etiquetado puede ser implementado en empresas bananeras que haga uso de una etiqueta similares a las dimensiones con la cual fue diseñado el trinquete, en donde el proceso de etiquetado requiera un gasto de tiempo y recursos considerables.

IX. TRABAJO FUTURO

Previamente se hizo hincapié en que el presente proyecto solo abarca el área de diseño de la herramienta. Es por ello, que a futuro se contempla el desarrollo de la manufactura del prototipo para someterlo a pruebas físicas realizadas por personal de la empresa sobre el producto, con la finalidad de validar el funcionamiento del prototipo para el etiquetado de banano, así mismo, para comprobar que la ergonomía del diseño es eficiente y cómoda para operar con ella.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrario, B. (2016). *Banca Virtual pagos consultas y transfencias*. Obtenido de <https://www.bancoagrario.gov.co/BancaAgropecuaria/Paginas/CultivosPerennes.aspx>
- agricultura, O. d. (2018). *Situación del mercado del banano*. Roma.
- Atoche, J. K. (2017). *Diseño de prototipo de una maquina herramienta para etiquetado en el proceso de banano organico de la empresa CEIPO-SULLANA*. Piura.
- Banabiosa. (4 de Noviembre de 2017). *Banabiosa*. Obtenido de <https://www.banabiosa.com/es/calendario-de-enfunde-edad-de-un-racimo-de-banano/>
- Barrera, J. L., Salazar, C. F., & Arrieta, K. L. (2010). *Efecto del desmane y remoción de dedos sobre la calidad y producción del banano*. Montería.
- Belalcázarq, S., Valencia M., J. A., & Lozada Z., J. E. (2013). *La planta y el fruto*. Ciudad de México.
- Bonifacino, M., & Rossado, A. (30 de Agosto de 2019). *Sistemática de plantas vasculares*. Obtenido de thecompositaehut.com/www_tch/Integrantes.html
- Centro Acceros, H. (2018). *Centro aceros*. Obtenido de <http://www.centroaceros.com/cablevias/banano/>
- Centro de Comercio Internacional. (1999). *Envase y embalaje de alimentos*. Ginebra: Palais des Nations.
- Cerro, S. (9 de Marzo de 2011). *Apbosman* . Obtenido de <https://www.apbosmam.com/PRODUCTO.HTM>
- Clemens, S., O'Daffer, P., Cooney, T., & Sullivan, M. (2008). *Geometría y Trigonometría*. México D.F: Pearso.
- Colnet. (2019). *Catálogo de pegatinas de frutas*. Obtenido de https://colnect.com/es/fruit_stickers/list/country/63-Ecuador/series/311506-Dole_Earth/brand/183-Dole/page/2
- Cooney, M. (2018). *Bioquímica ambiental*. Obtenido de http://www3.uah.es/bioquimica/Tejedor/bioquimica_ambiental/T2.htm
- Dynam. (2018). *Electrocom*. Obtenido de <https://www.electrocome.com/p-1-62/ALUMINIO-Aleacion-1060-Al-995.htm>
- España, O. e. (2018). *Informe económico comercial*. Tegucigalpa.
- Estrada, C. P., & Novilo Maldonado, E. F. (2016). Proceso de control de calidad para el bananon de exportación en finca bananera. *Observatorio de la economía latinoamericana*, 1-15.
- Estudios de Comercio exterior, H. (24 de Octubre de 2019). *CentralAmerica Data informacion de negocios*.
- Excel, M. (2016). *Análisis de datos estadísticos*.
- FAO. (2005). Norma para el banano(platano). *Codex Alimentarius*, 5. Obtenido de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh->

proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B205-1997%252FCXS_205s.pdf

- FAO. (2018). Norma general para el etiquetado de los alimentos preenvasados. *Codex Alimentarius*, 10.
- Fernández Izquierdo, P., Ortiz Benavides, F. L., & Edmundo España, J. (2005). *caracterización de Poli-(hidroxibutirato - co-Hidroxivalerato) sintetizado por una cepa silvestre bacillus mycoides*. España: Centro de estudios en salud.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, F. (2018). *Banana Statistical Compendium*. Rome.
- Food and drugs administration. (2011). *Aditivos de alimentos indirectos: Adhesivos y componentes de recubrimientos*. New York.
- G. Budynas, R., & Nisbett, J. (2012). *Diseño en ingeniería mecánica*. México D.F: McGrawHill.
- González, B., & Chulía, V. (2016). *Diseño de máquinas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Gordillo, L. J. (2018). *Análisis del proceso de desmane en el cultivo de banano, BANASA, Coatepeque, Quetzaltenango sistematización de práctica profesional*. Ciudad de Guatemala.
- Grados Material Mundial. (2019). *Grados Material Mundial*. Obtenido de <https://www.materialmundial.com/inox-ss316-aisi-astm-acero-inoxidable-316-ficha-tecnica-propiedades-ss/>
- Haran. (21 de Noviembre de 2013). *ALTATEC De Occidente S.A de C.V*. Obtenido de <https://www.altatec.com.mx/html/index.php?module=Quotation&func=model&mid=428&pproduct=Etiquetadora%20Manual%20Electrica>
- Herraiz Lalana, E. (2012). *Estudio de aleaciones de Titanio Pulvimetalúrgicas con adición de Fe y Cr*. Madrid.
- HiTech Division. (13 de Mayo de 2018). *Roller and Ball Bearings Design Guide*. Obtenido de https://nhbb.com/files/catalog_pages/HiTech_Catalog.pdf
- Honduras, E. p. (19 de Marzo de 2018). *Durante 2017 exportación de banano dejó más de \$500 millones*. Obtenido de <http://www.elpais.hn/2018/03/19/2017-exportacion-bananos-dejo-mas-500-millones/>
- Inibap. (1998). *Producción de banano orgánico*.
- Ligero, J. A. (2008). *Fundamentos del KBE Aplicación al Diseño de Engranajes de Ejes Paralelos con CATIA v5*. Sevilla: M^a Gloria del Río Cidoncha.
- López, J. F. (24 de Septiembre de 2018). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/valor-agregado-bruto-vab.html>
- LORK Industrias. (12 de Febrero de 2017). *LORK Industrias*. Obtenido de <http://www.lorkindustrias.com/downloads/fichastecnicas/fichaTecnicaNeopreno.pdf>
- Lupien, J. R. (2000). La Comisión del Codex Alimentario: Normas, pautas y recomendaciones internacionales basadas en la ciencia. *AgBioForum*, 5.

- Metales Industriales de Puebla, S. d. (20 de Enero de 2019). *MIPSA: Expertos procesando metales*. Obtenido de <https://www.mipsa.com.mx/dotnetnuke/Sabias-que/Clasificacion-de-aluminio>
- MISUMI, Configured to save time. (23 de Octubre de 2016). *MISUMI, Configured to save time*. Obtenido de <https://us.misumi-ec.com/>
- Morán, D. J. (2019). *Fundación hondureña de investigación agrícola investigación y proyectos productivos*. La Lima.
- Myszka, D. H. (2016). *Máquinas y mecanismos*. Pearson.
- Nations, F. a. (2015). *Panorama General de la producción y el comercio mundial de banano*. Roma: Vialle delle terme di caracalla.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, F. (2005). *Normas del codex para el banano (CODEX STAN 205-1997)*.
- PagaPrint de Honduras, S. d. (2019). *Cotización de etiquetas autoadhesivas*. Tegucigalpa, Honduras.
- Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. (2007). Pearson.
- Quant, L. (2017). *Pilas de lavado de banano empresa Dole, Honduras*. Universidad Tecnológica Centroamericana, Tegucigalpa.
- Rivera Pérez, J. M. (2011). *Bioquímica del titanio*. San José.
- Rosales, J. B. (2015). *Diversificación de las exportaciones como estrategia para el crecimiento económico de Honduras*. Tegucigalpa.
- Rosales, J. B. (2018). *Diversification of exports as a strategy for the economic growth of Honduras*. Tegucigalpa.
- Salazar, G. (2015). *Tips en cosecha y postcosecha de banano*. Ecuador.
- Sistemas, G. E. (13 de Junio de 2016). *Megacalux logicmarket*. Obtenido de <https://www.logismarket.es/grafietic/aplicadora-manual-etiquetas-frutas/5801522536-p.html>
- Solidworks. (2019). *Materiales de Solidworks*. Solidworks versión educativa.
- Staton, W. J. (2007). *Fundamentos de Marketing*. Mexico: McGraw-Hill .
- The International Ergonomics Association. (2017). *Assessment of the Ergonomic Quality of Hand-Held Tools and Computer Input Devices*. Berlin, Alemania: University of Siegen.
- Torres, S. (2012). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el Valle del Chira*. Piura: Hidalgo Impresores E.I.R.L.
- Tribology-abc. (20 de Septiembre de 2018). *Tribology*. Obtenido de https://www.tribology-abc.com/calculators/iso_shafts.htm
- Wayne, F. (2019). *Fort Wayne Wayne*. Obtenido de <https://fwmetals.es/services/resource-library/unalloyed-commercially-pure-cp-titanium1/>
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2013). *Física universitaria*. México D.F: Pearson.

ANEXO

Anexo 1 – Cotización de 8,000 etiquetas

Pegaprint de Honduras S. de R.L. de C.V.										
Fecha de Aprobación: 13 Diciembre 2006 Fecha de Revisión: 01 Julio 2017	Cotización FT-C-VT-10		VERSIÓN No. 04							
San Pedro Sula (Fabrica): 24 calle, 20 avenida S.E. segundo anillo Circunvalacion, frente a ZIP San Jose. Teléfono: (504) 2554-5910, 2554-5911			Tegucigalpa: Plaza Millennium Blvd. Fuerzas Armadas, Frente a Metromall. Teléfono: (504) 2225-0788							
			www.pegaprinthn.com							
		No. De Cotización 5547	Fecha de Cotización <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>DIA</th> <th>MES</th> <th>AÑO</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">2019</td> </tr> </table>		DIA	MES	AÑO	27	11	2019
DIA	MES	AÑO								
27	11	2019								
Código:	Nombre del Cliente:									
	CARLA VANESSA BARAHONA OCHOA									
Dirección:										
Correo Electrónico:										
Teléfonos:	9804-2614	Vendedor:	Sandra Mendoza	No. 29						
CANTIDAD	UNIDAD DE MILLAR	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	TOTAL						
8.000	226.95	Etiqueta Autoadhesiva papel BOPP Blanco N# 5 en dado W-06 a 4 Colores con UV en Rollos de 4,000 c/u	0.23	1815.60						
		Etiqueta Alimentos								
OBSERVACIONES: 3 grabado			Costo Cliché	1,800.00						
			Sub Total	1,815.60						
Condiciones de Pago			Imp. S/Ventas	542.34						
CREDITO <input type="checkbox"/> DIAS CONTA DO <input checked="" type="checkbox"/>			Tiempo de entrega	DIAS <input type="text" value="15"/>						
			Tiempo de Validez de la	DIAS <input type="text" value="15"/>						
			Total	4,157.94						

Firma Vendedor Industrial

Fuente: (PegaPrint de Honduras, 2019)

Anexo 2 – Cotización de 7500 etiquetas

CANTIDAD		UNIDAD DE MILLAR	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	TOTAL
7.500		226.95	Etiqueta Autoadhesiva papel BOPP Blanco N# 5 en dado W-06 a 4 Colores con UV en Rollos de 2,500 c/u	0.23	1702.13
			Etiqueta Alimentos		
OBSERVACIONES: 3 grabado					Costo Cliché 1,800.00
					Sub Total 1,702.13
Condiciones de Pago			Tiempo de entrega	Tiempo de Validez de la	Imp. S/Ventas 525.32
CREDITO <input type="checkbox"/> DIAS CONTA DO <input checked="" type="checkbox"/>			DIAS <input type="text" value="15"/>	DIAS <input type="text" value="15"/>	Total 4,027.44

PegaPrint <small>PRODUCCIÓN Y SERVICIOS</small>		Pegaprint de Honduras S. de R.L. de C.V.							
Fecha de Aprobación: 13 Diciembre 2006 Fecha de Revisión: 01 Julio 2017	Cotización FT-C-VT-10		VERSIÓN No. 04						
San Pedro Sula (Fabrica): 24 calle, 20 avenida S.E. segundo anillo Circunvalacion, frente a ZIP San Jose. Telefax: (504) 2554-5910, 2554-5911	Tegucigalpa: Plaza Millennium Blvd. Fuerzas Armadas, Frente a Metromall. Telefax: (504) 2225-0208	www.pegaprinthn.com							
		No. De Cotización	Fecha de Cotización						
		5547	<table border="1"> <tr> <th>DIA</th> <th>MES</th> <th>AÑO</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">2019</td> </tr> </table>	DIA	MES	AÑO	27	11	2019
DIA	MES	AÑO							
27	11	2019							
Código:	Nombre del Cliente:								
	CARLA VANESSA BARAHONA OCHOA								
Dirección:									
Correo Electrónico:									
Teléfonos:	9804-2614	Vendedor:	Sandra Mendoza No. 29						

Fuente: (PagaPrint de Honduras, 2019)

Anexo 3 – Tolerancias de los ejes

ISO Tolerances for Shafts (ISO 286-2)																				
Nominal Shaft Sizes (mm)																				
over	3	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355
inc.	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
micrometres																				
a12	-270 -390	-280 -430	-290 -470	-300 -510	-310 -560	-320 -570	-340 -640	-360 -660	-380 -730	-410 -760	-460 -860	-520 -920	-580 -980	-660 -1120	-740 -1200	-820 -1280	-920 -1440	-1050 -1570	-1200 -1770	-1350 -1920
d6	-30 -38	-40 -49	-50 -61	-65 -78	-80 -96	-100 -119	-120 -142	-145 -170	-170 -199	-190 -222	-210 -246									
e6	-20 -28	-25 -34	-32 -43	-40 -53	-50 -66	-60 -79	-72 -94	-85 -110	-100 -129	-110 -142	-125 -161									
e13	-20 -200	-25 -245	-32 -302	-40 -370	-50 -440	-60 -520	-72 -612	-85 -715	-100 -820	-110 -920	-125 -1015									
f5	-10 -15	-13 -19	-16 -24	-20 -29	-25 -36	-30 -43	-36 -51	-43 -61	-50 -70	-56 -79	-62 -87									
f6	-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41	-30 -49	-36 -58	-43 -68	-50 -79	-56 -88	-62 -98									
f7	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71	-43 -83	-50 -96	-56 -108	-62 -119									
g5	-4 -9	-5 -11	-6 -14	-7 -16	-9 -20	-10 -23	-12 -27	-14 -32	-15 -35	-17 -40	-18 -43									
g6	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-12 -34	-14 -39	-15 -44	-17 -49	-18 -54									
g7	-4 -16	-5 -20	-6 -24	-7 -28	-9 -34	-10 -40	-12 -47	-14 -54	-15 -61	-17 -69	-18 -75									
h4	-0 -4	-0 -4	-0 -5	-0 -6	-0 -7	-0 -8	-0 -10	-0 -12	-0 -14	-0 -16	-0 -18									
h5	-0 -5	-0 -6	-0 -8	-0 -9	-0 -11	-0 -13	-0 -15	-0 -18	-0 -20	-0 -23	-0 -25									
h6	-0 -8	-0 -9	-0 -11	-0 -13	-0 -16	-0 -19	-0 -22	-0 -25	-0 -29	-0 -32	-0 -36									
h7	-0 -12	-0 -15	-0 -18	-0 -21	-0 -25	-0 -30	-0 -35	-0 -40	-0 -46	-0 -52	-0 -57									
h8	-0 -18	-0 -22	-0 -27	-0 -33	-0 -39	-0 -46	-0 -54	-0 -63	-0 -72	-0 -81	-0 -89									

Fuente: (Tribology-abc, 2018)

Anexo 4 – Ficha técnica del Neopreno

NEOPRENO

Composición

Cloropreno (CR)

Características

El Neopreno se caracteriza por una buena resistencia a la flexión, excelente resistencia a la fatiga y una amplia resistencia a la intemperie y el ozono. Es caucho sintético con excelente resistencia a los fluidos hidráulicos, aceites lubricantes, fluidos de transmisión, etc.

Propiedades	Unidades	Valores
Composición		Cloropreno
Color		Negro
Peso específico	1,55 ±0,05	g/cm ³
Dureza	65 ± 5	SHORE A
Carga de rotura	≥ 3,5	Mpa
Alargamiento a la rotura	≥ 280	%
Resistencia al desgano	15	N/mm
Temperatura mínima de servicio	-30	°C
Temperatura máxima de servicio	120	°C
Envejecimiento por aire caliente	72 h x 70°C	
Inc. Dureza	5	SHORE A
Inc. Carga de rotura	-15	%
Inc. Alargamiento	-40	%
Resistencia Química		
Ozono		Moderada
Ácidos y Alcalis diluidos		Buena
Ácidos y Alcalis concentrados		No recomendada
Hidrocarburos, aceites y grasas		Moderada
Disolventes orgánicos		No recomendada

Fuente: (LORK Industrias, 2017)

Anexo 5 – Ficha técnica rodamiento B626DDU de MISUMI

Part Number		d	D	B	r (min)	Basic Load Rating		Allowable Rotational Speed rpm (Reference)	Relative Dimensions			Mass (g) (Reference)
Non-Contact Sealed	Contact Sealed					Cr (Dynamic) N	Cor (Static) N		Ds (min)	dh (max)	R (max)	
-	B693DDU	3	8	4	0.15	560	179	30000	4.20	6.8	0.15	0.83
-	B623DDU		10			630	210			25000		8.8
-	B694DDU	4	11	4	0.2	960	345	24000	5.20	9.8	0.20	1.75
-	B604DDU		12			957				10.4		2.29
B624VV	B624DDU	5	13	4	0.2	1300	485	20000	5.60	11.4	0.30	3.04
-	B695DDU		14			1080	430			40000		11.4
-	B605DDU	5	14	5	0.3	1330	505	38000	6.60	12.4	0.20	3.48
B625VV	B625DDU		16			1730	670			32000		7.00
B696VV	B696DDU	6	15	6	0.2	1350	530	36000	7.60	13.4	0.20	3.72
-	B606DDU		17			2260	835			34000		8.00
B626VV	B626DDU	8	19	7	0.3	2340	885	30000	10.00	17.0	0.30	7.94
B698VV	B698DDU		19			1990	865			17000		17.0
B608VV	B608DDU	8	22	8	0.3	3530	1400	17000	10.00	20.0	0.30	12
B628VV	B628DDU		24			4000	1590			14000		22.0

Basic Information

Type	Ball	Inner/Outer Ring Material	52100 Bearing Steel	Bearing Style	Rubber Seal Type
Outer Ring Shape	Standard	Precision	Class 0	Specifications, Environment	Standard / Dust Resistant
Load Direction	Radial	Number of Raceway Ring Rows	Single Track	Size Standards	Metric Series
Rolling Element Material	52100 Bearing Steel				

Fuente: (MISUMI, 2016)

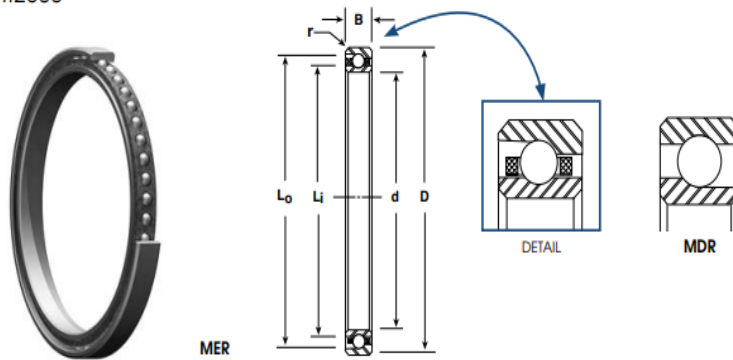
Anexo 6 – Ficha técnica rodamiento MERI-2117 de NHBB

Ball Bearings



Inch Series Thin Section – Angular Contact

Bore Sizes .8750-4.2500



REF.	BASIC P/N	BORE d	O.D. D	WIDTH B	LAND DIAMETER (REFERENCE)		FILLET RADIUS r	BALL COMPLEMENT		LOAD RATINGS (LBS)		
					L_i	L_o		NO.	SIZE INCH	RADIAL CAPACITY		THRUST CAPACITY STATIC
		INCH	INCH	DYN. C	STATIC C_o							
1/8	MERI-1878	.8750	1.1250	.1562	.961	1.049	.010	32	1/16	208	179	325
1/8	MERI-2117	1.0625	1.3125	.1562	1.144	1.231	.010	38	1/16	223	216	363
1/8	MERI-2420	1.2500	1.5000	.1562	1.320	1.402	.010	44	1/16	237	253	425
1/8	MERI-2622	1.3750	1.6250	.1562	1.457	1.543	.010	49	1/16	249	283	476
1/8	MERI-2824	1.5000	1.7500	.1562	1.584	1.666	.010	53	1/16	257	308	517
1/8	MERI-3026	1.6250	1.8750	.1562	1.709	1.793	.010	57	1/16	265	332	557

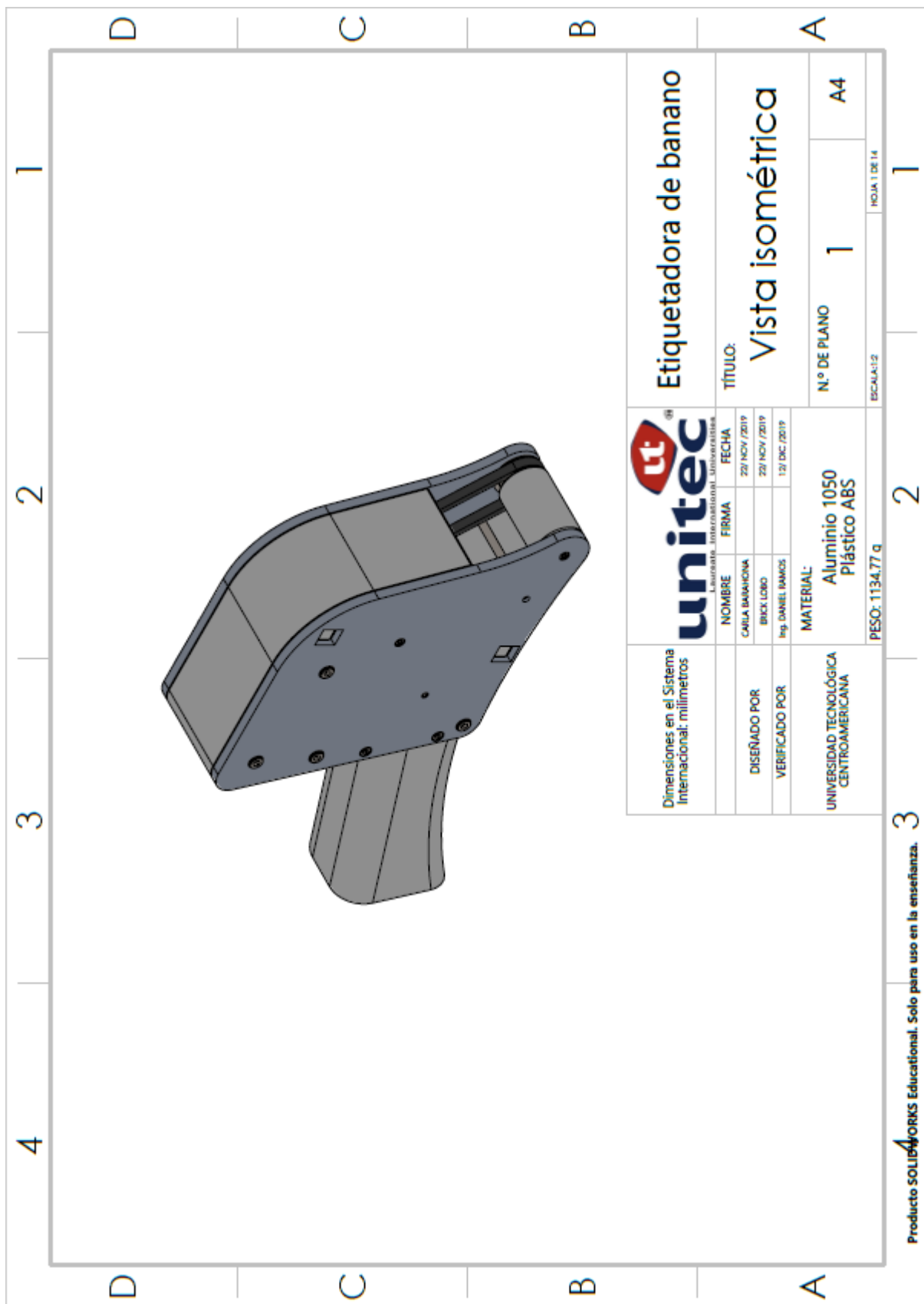
Fuente: (HiTech Division, 2018)

Anexo 7 – Ficha técnica del engranaje GEAHBG1.0-17-6-A-11 de Misumi

Part Number		Number of Teeth	B	Gear Shape	Shaft Bore Dia. P _{H7} (1mm Increment)		d Reference Dia.	D Tip Dia.	G Root Dia.	H	L	t ₁	t ₂	M (Coarse)	*1. Allowable Transmission Force (N · m) Bending Strength		Straight Bore			
Type	Module				Straight Bore	Keyway, Keyway + Tap									EN 1.1191 Equiv.	EN 1.4301 Equiv.	GEAHB	GEAHBB	GEAHBG	GEAH
Straight Bore (Shape A, Shape B, Shape K) GEAHB GEAHBB GEAHBG GEAHS		*14	6	K	6~10		14	16	11.5	16	25	19 (B=6)	4	M4	1.92	-				
		15					15	17	12.5	17					2.15	1.23				
		16					16	18	13.5	18					2.38	1.36				
		*17					17	19	14.5	19					2.62	-				
		18					18	20	15.5	20					2.86	1.63				
		19		19	21	16.5	16	3.09	1.77											
		20		20	22	17.5	18	3.34	1.91											
		21		21	23	18.5	18	3.59	2.05											
		22		22	24	19.5	20	3.85	2.19											
		*23		23	25	20.5	20	4.09	-											
		24	24	26	21.5	20	4.35	2.48												
		25	25	27	22.5	22	4.61	2.63												
		26	26	28	23.5	22	4.87	2.78												
		*27	27	29	24.5	24	5.13	-												
		28	28	30	25.5	24	5.41	3.09												
		29	29	31	26.5	26	5.65	3.23												
		30	30	32	27.5	25	5.92	3.38												
		32	32	34	29.5	25	6.42	3.66												

Fuente: (MISUMI, 2016)

Anexo 8 – Vista Isométrica del diseño de la etiquetadora de banano



Fuente: elaborado por los autores

Anexo 9 – Plano 1 lista de Materiales de la etiquetadora de banano

4		3		2		1	
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD					
1	Placa AV6	1					
2	EJE6_VPSFJW6-42-M3-N3	2					
3	EJE10_VPSFJW10-42-M5-N5	3					
4	RodilloV6	1					
5	EJE6P_PSSFJW6-20-M3-N3	1					
6	EJE3_SFFRA3-54.8-B5.4-S5.4	1					
7	TRINQUETE V6	1					
8	rueda de ginebra3	1					
9	manivel3	1					
10	uña3	1					
11	PoleaD25_GPA25GT20-40-B-H6	2					
12	Rodamiento	1					
13	DPapel	1					
14	tapafrontal	1					

Dimensiones en el Sistema Internacional: milímetros				Etiquetadora de banano	
DISEÑADO POR	VERIFICADO POR	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:
		CARLA BAHONA		22/NOV/2019	Materiales
		BRYL LOBO		22/NOV/2019	
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA		MATERIAL:		N.º DE PLANO	A4
		Aluminio 1050 Plástico ABS		1	
		PESO: 1134,77 g		EBCAJA12	
				HOJA 2 DE 14	

Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza. 3 2 1

Fuente: elaborado por los autores

Anexo 10 – Plano 2 de lista de materiales de la etiquetadora de banana

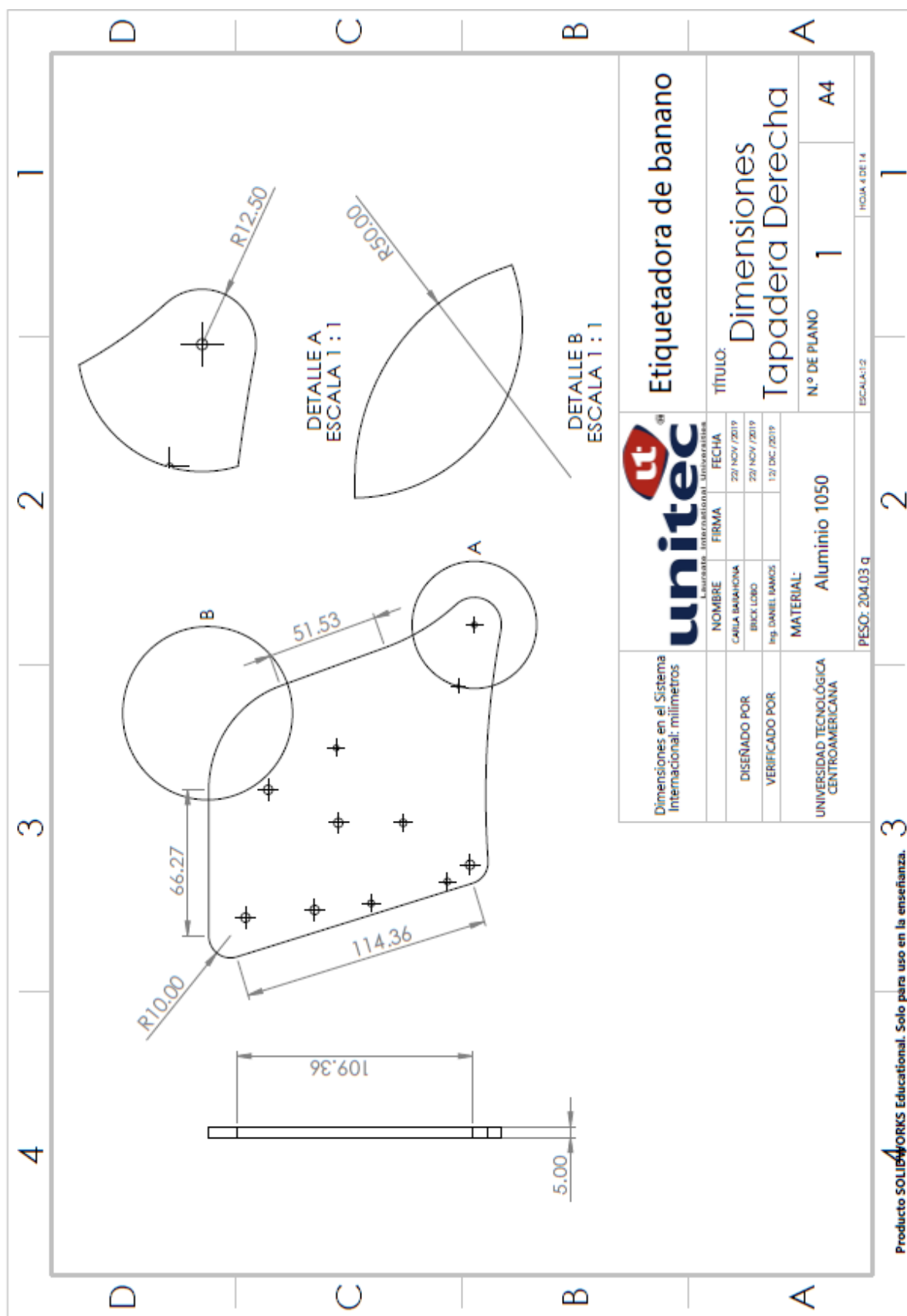
4		3		2		1	
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD					
15	Eje4_PSSFJW4-50-M2-N2	1					
16	SalidaP	1					
17	Mango	1					
18	Placa BV6	1					
19	Correa1-1AV6	1					
20	Metric - Spur gear 1M 17T 20PA 5FW --- S17N75H50L11N	1					
21	Metric - Spur gear 1M S1T 20PA 5FW --- S51O20H13L10N	1					
22	Cuña	1					
23	Retenedor6_STWS7	3					
24	Retenedor10_STWS11	2					
25	Retenedor3_STWS4	2					
26	B18.3.1M - 4 x 0.7 x 16 Hex SHCS -- 16SHX	9					
27	B18.3.1M - 3 x 0.5 x 12 Hex SHCS -- 12SHX	4					
28	B18.3.1M - 1.6 x 0.35 x 8 Hex SHCS -- 8SHX	2					
29	B18.3.1M - 2.5 x 0.45 x 10 Hex SHCS -- 10SHX	4					

		Etiquetadora de banana	
Dimensiones en el Sistema Internacional: milímetros		TÍTULO:	
DISEÑADO POR VERIFICADO POR		Materiales	
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA		N.º DE PLANO	
MATERIAL: Aluminio 1050 Plástico ABS		2	
PESO: 1134.77 g		A4	
ESCALA: 1:2		HOJA 3 DE 14	

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.		2	1
---	--	---	---

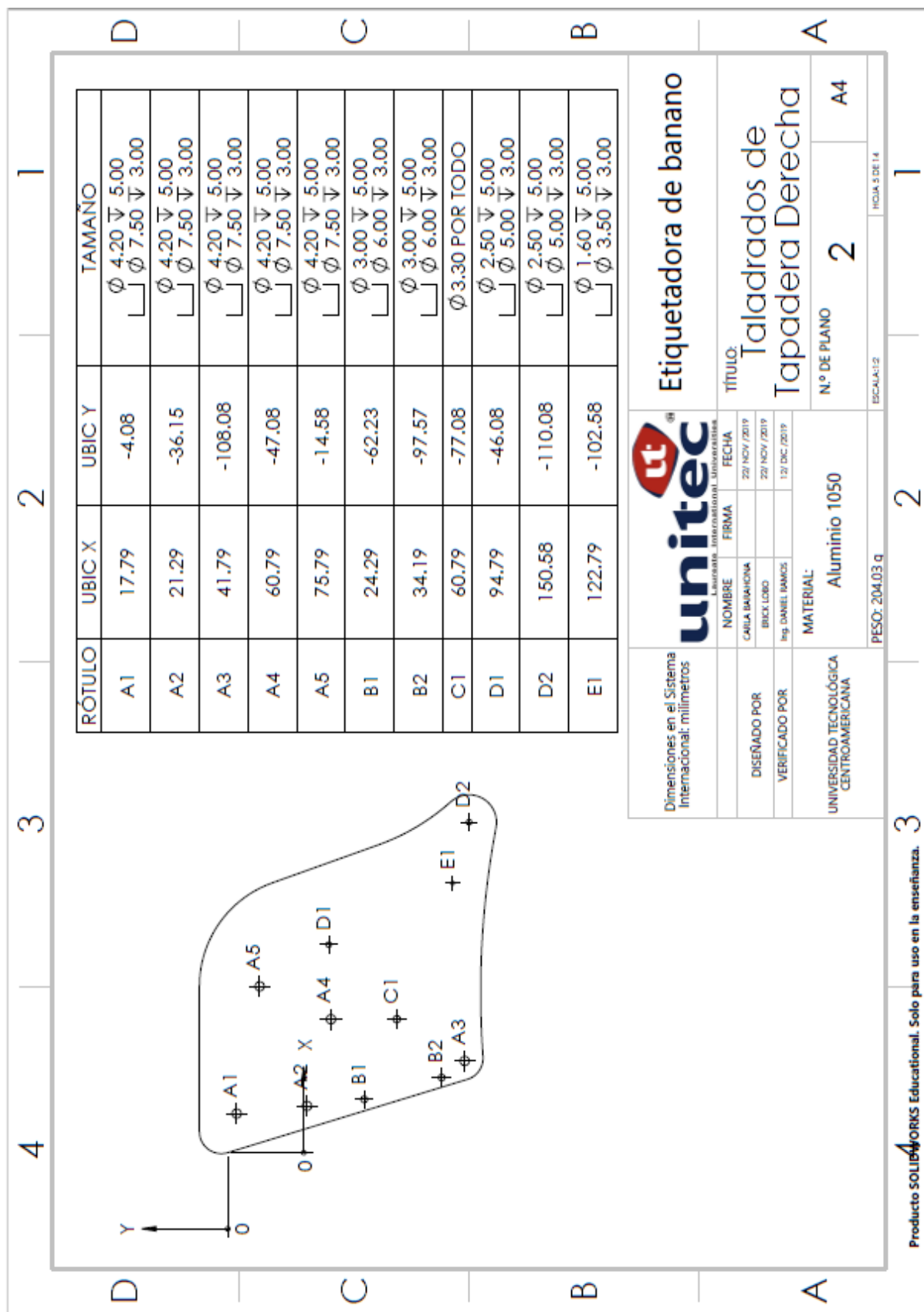
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 11 – Dimensiones de tapadera derecha



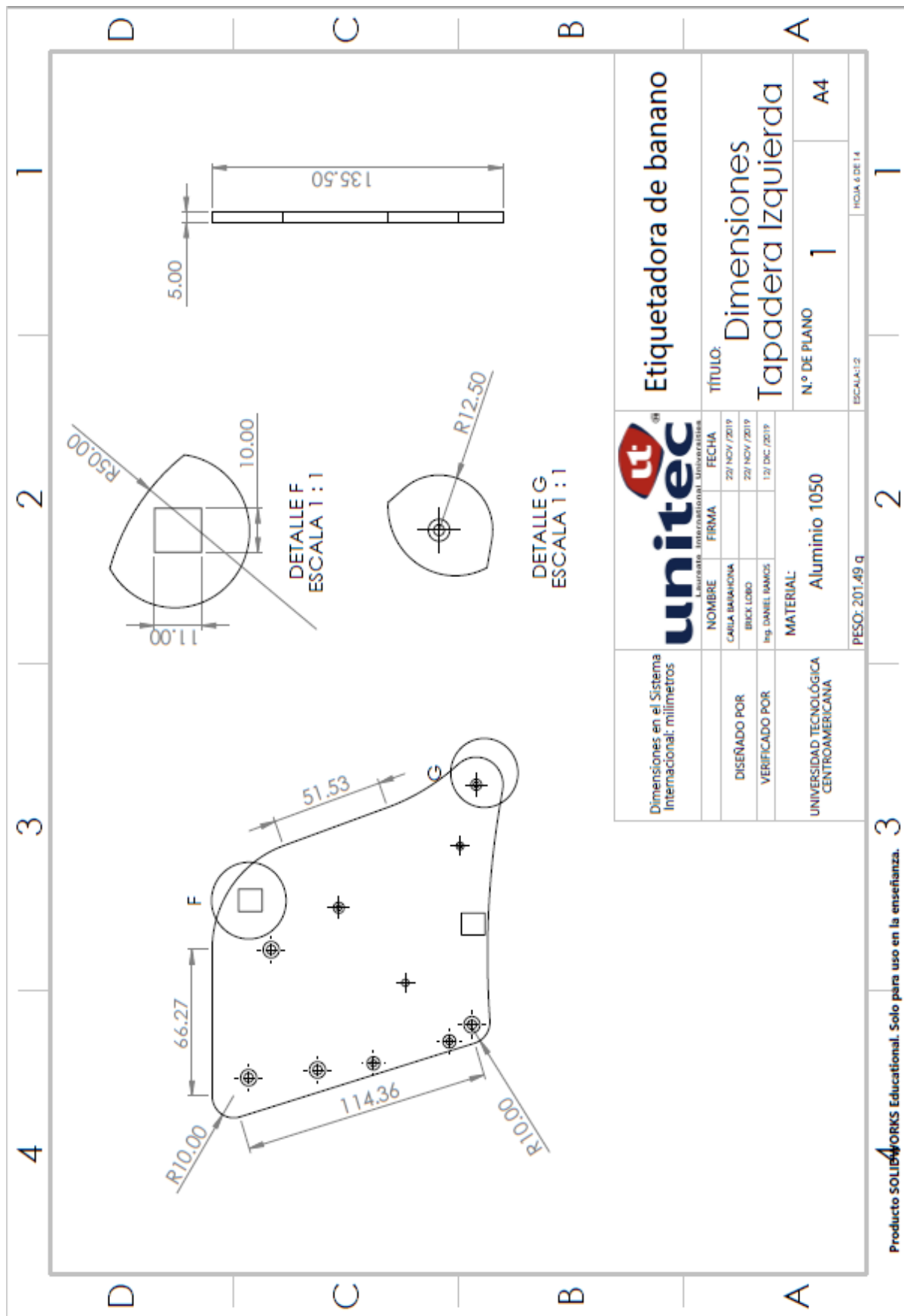
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 12 – Coordenadas de taladrados de tapadera derecha



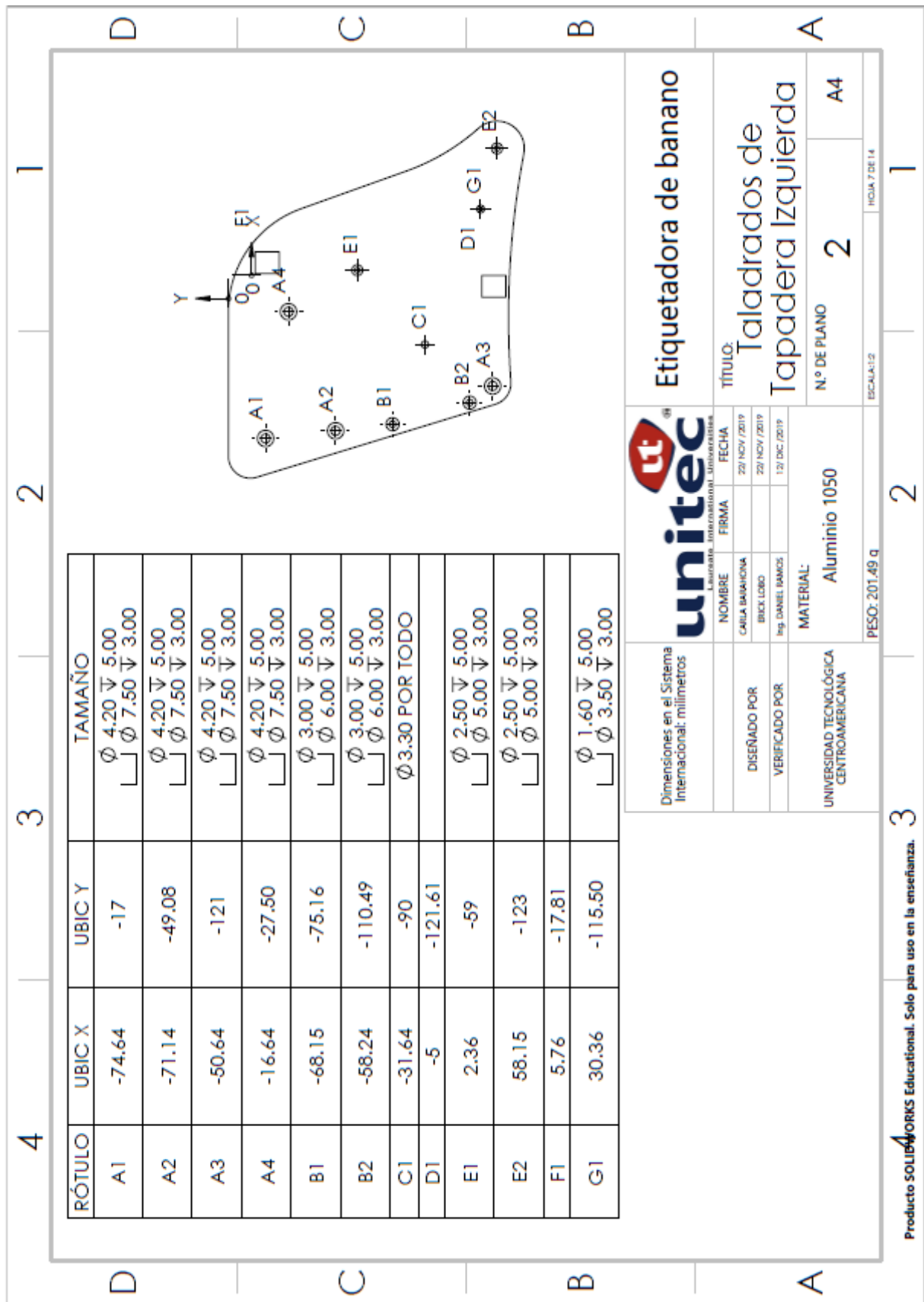
Fuente: elaborado de los autores

Anexo 13 – Dimensiones de tapadera izquierda



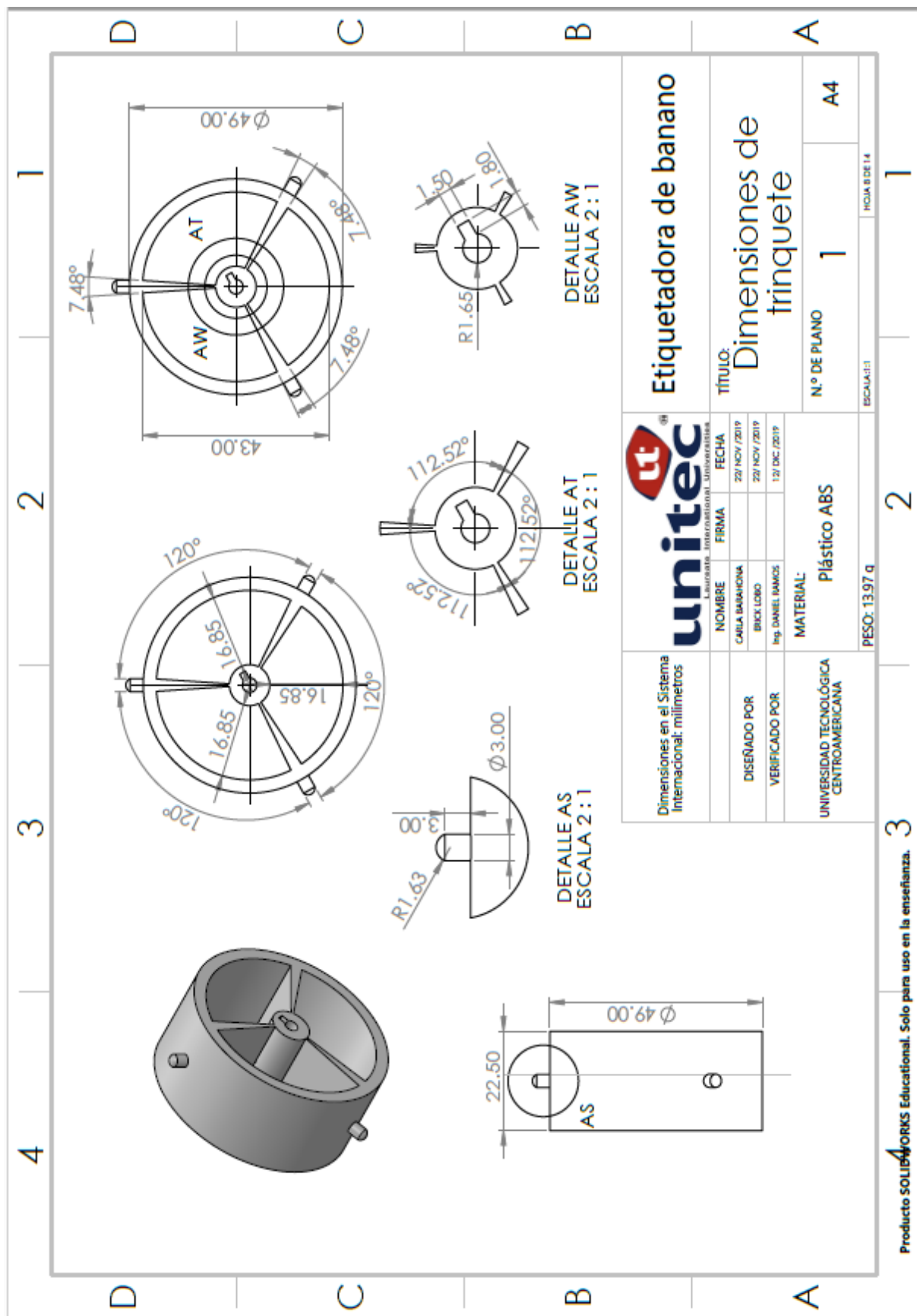
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 14 – Coordenadas de taladrados de tapadera izquierda



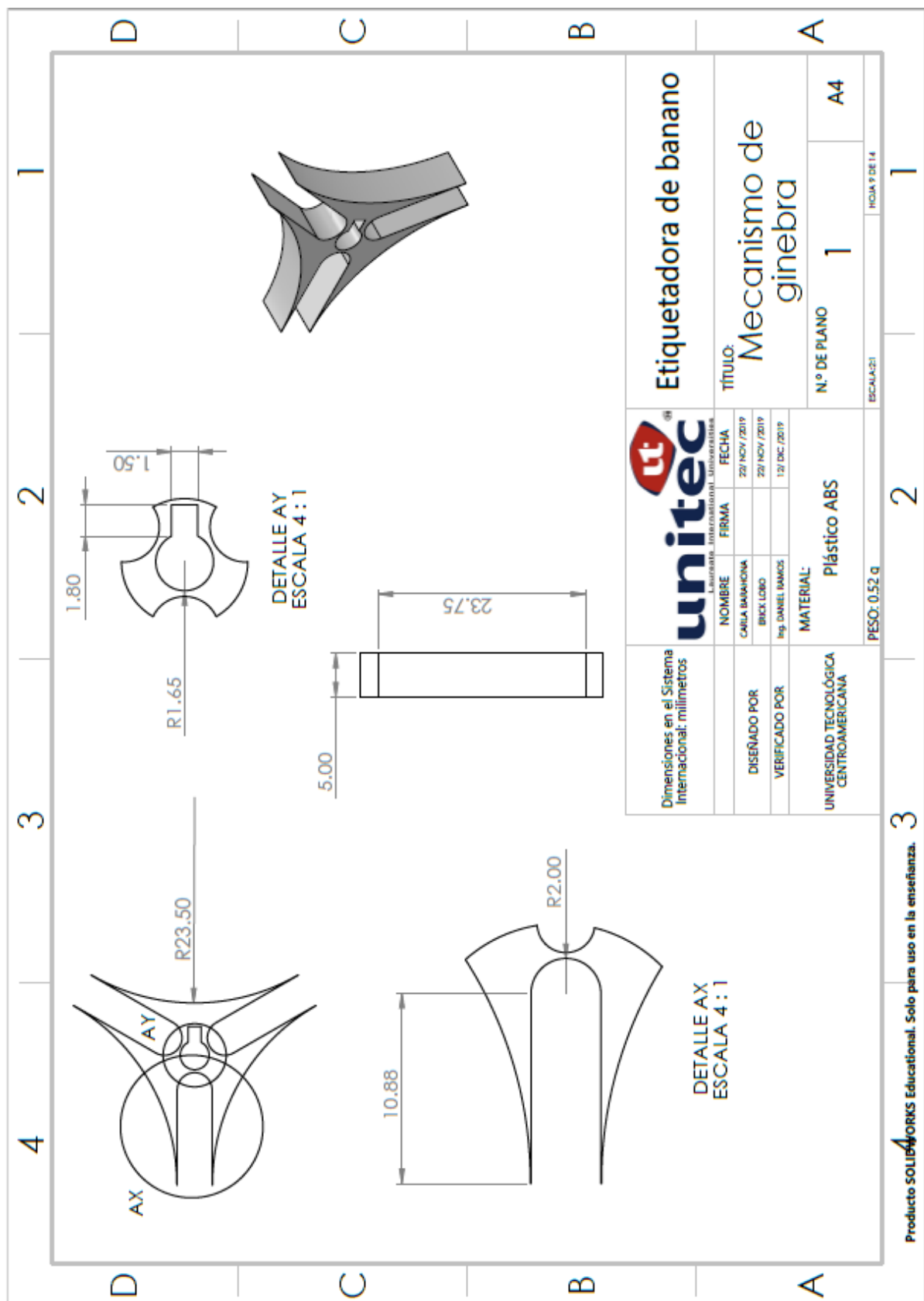
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 15 – Dimensiones generales de trinquete



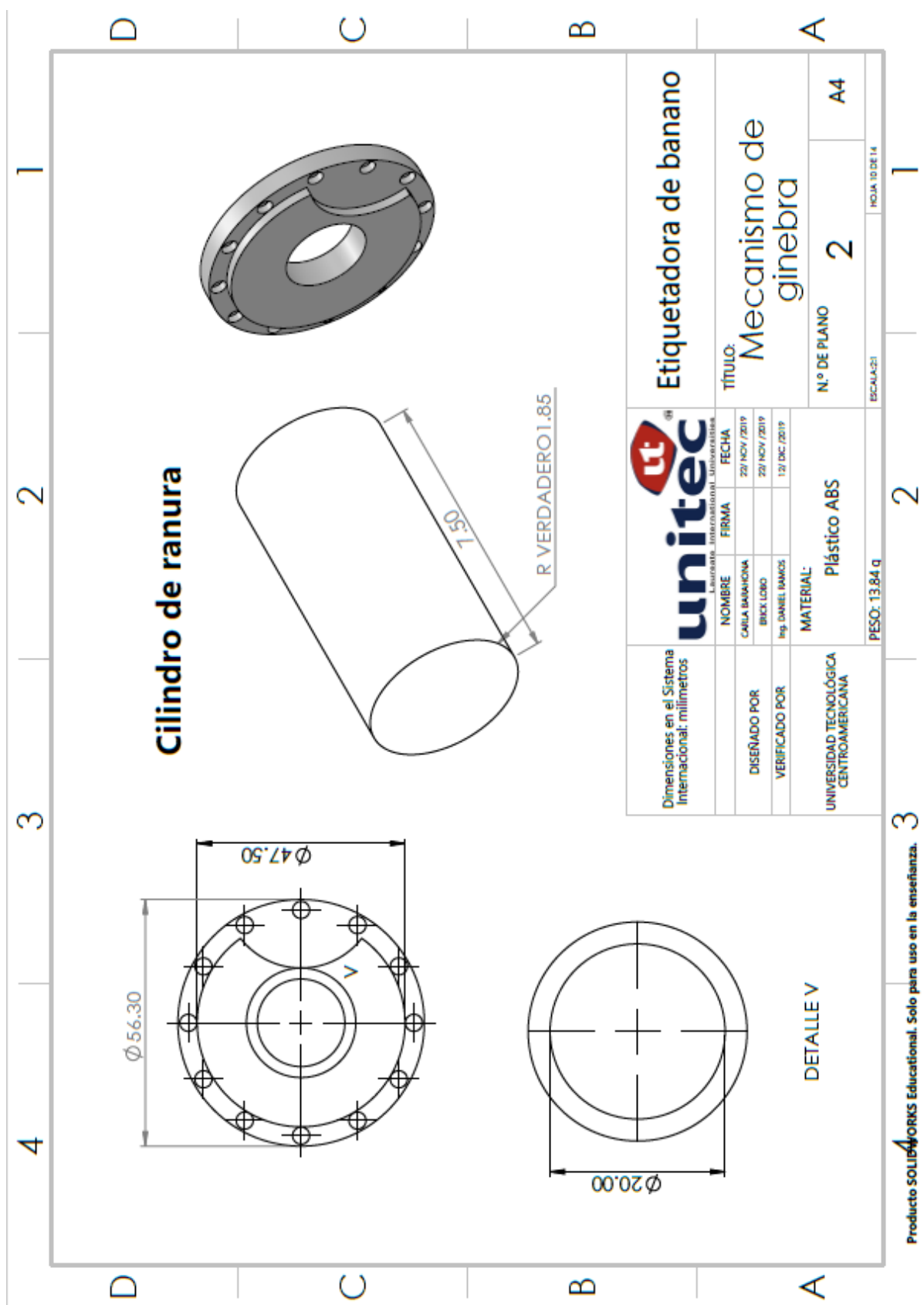
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 16 – Dimensiones generales del mecanismo de ginebra



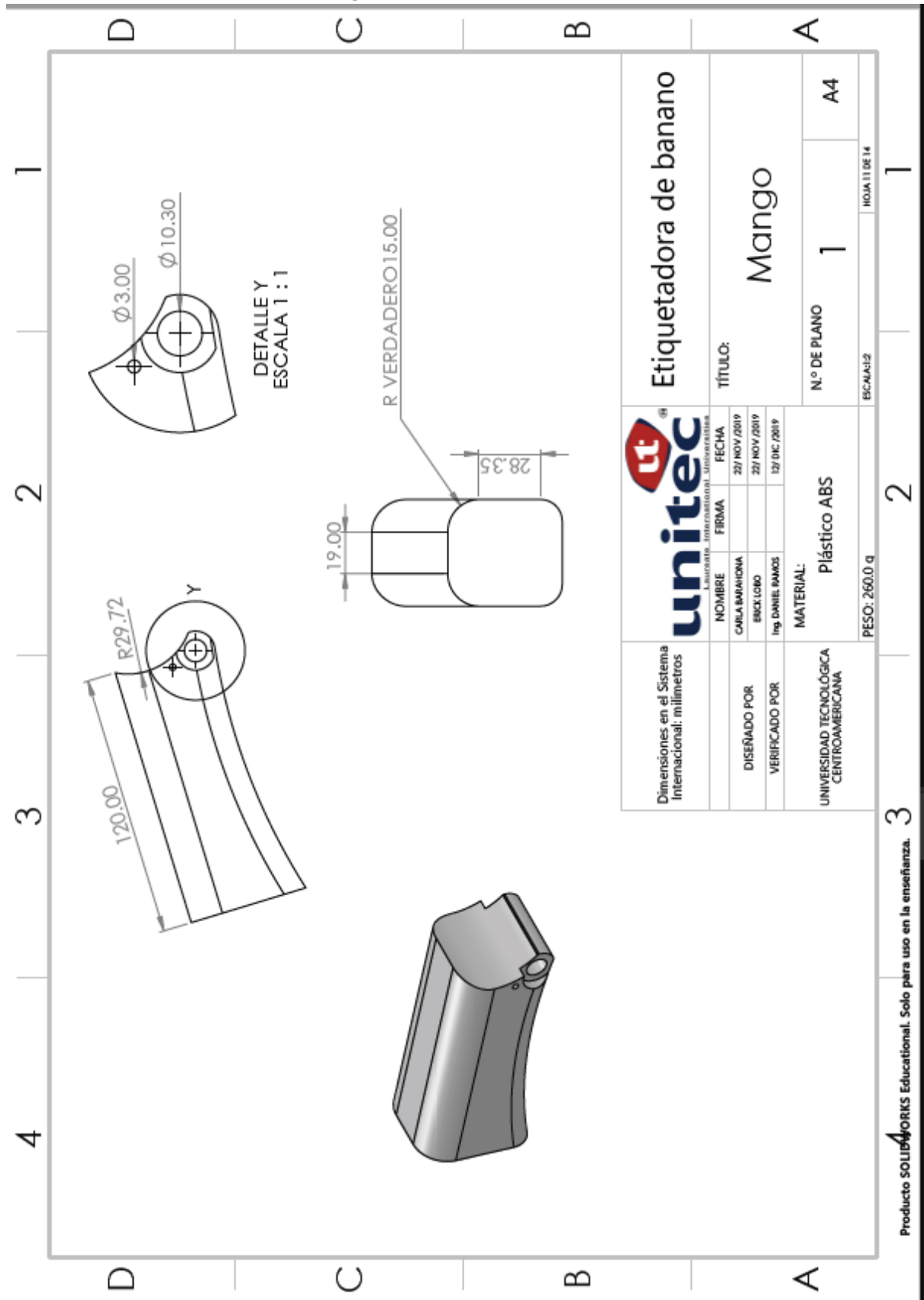
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 17 – Dimensiones generales de la manivela



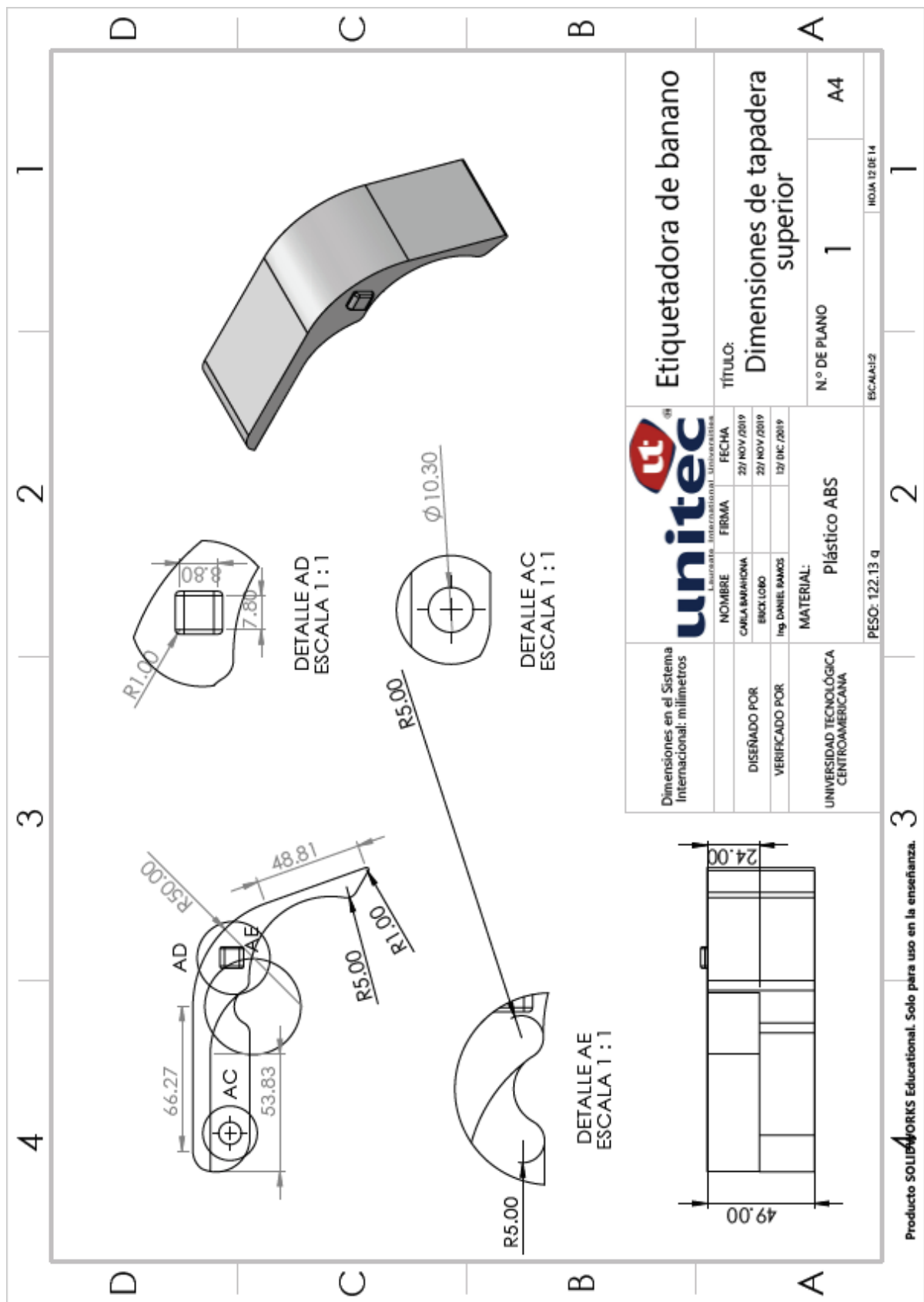
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 18 – Dimensiones de mango de la etiquetadora



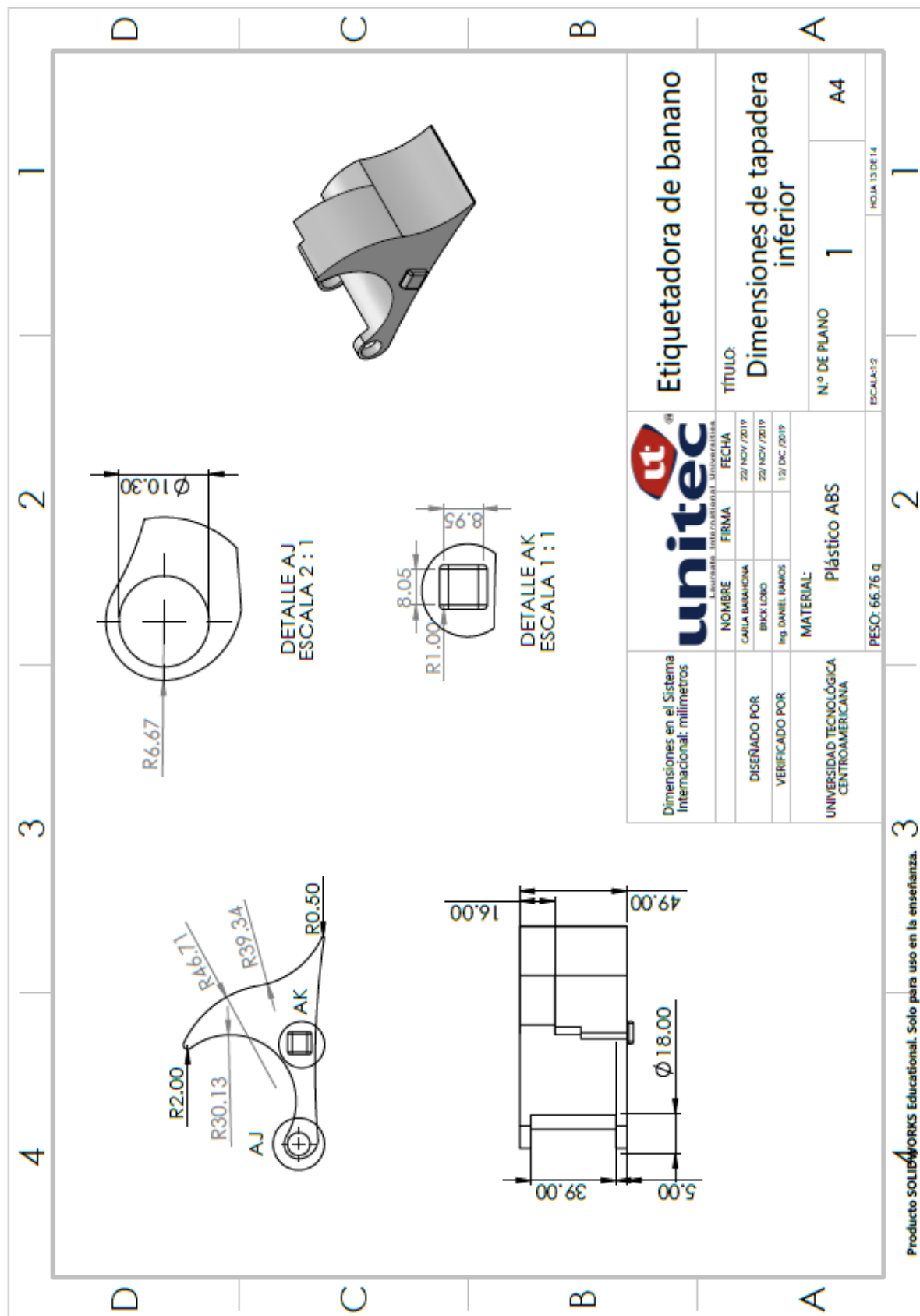
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 19 – Dimensiones de la tapadera superior



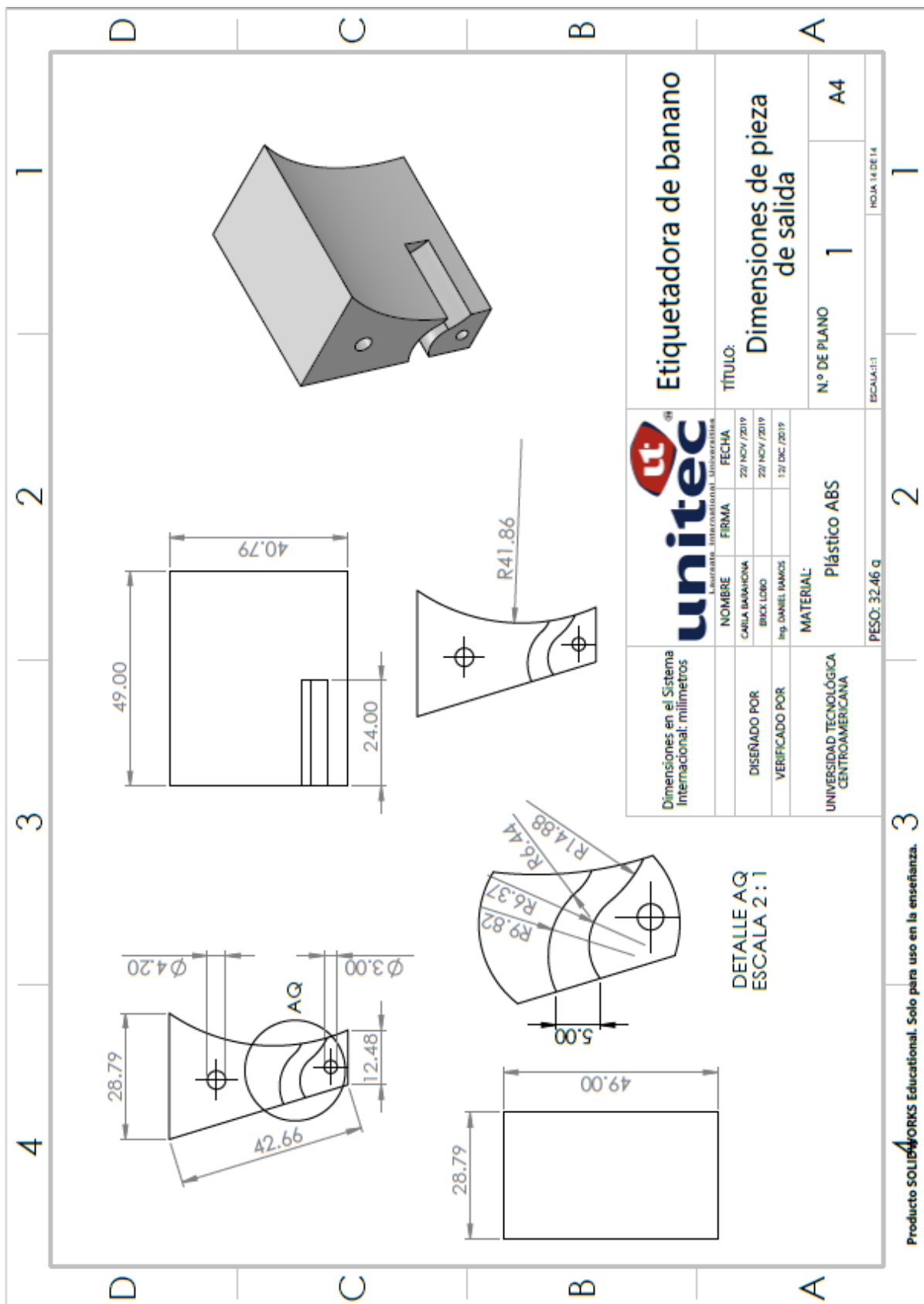
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 20 – Dimensiones de tapadera inferior



Fuente: elaborado por los autores

Anexo 21 – Dimensiones de la pieza de salida de papel



Fuente: elaborado por los autores

Anexo 22 – Vista isométrica del soporte externo

4	3	2	1
D	C	B	A
Dimensiones en el Sistema Internacional: milímetros		 <small>LABORATORIO INTERACTIVO DE INGENIERERÍA</small>	
DISEÑADO POR	NOMBRE	FIRMA	FECHA
VERIFICADO POR	CARLA BARRACHINA		22/ NOV /2019
	ERICK LOBO		22/ NOV /2019
	Ing. DANIEL RAMOS		12/ DIC /2019
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA	MATERIAL:		
	Tubo rectangular estructural		
	Tubo de hierro galvanizado		
	PESO: 9071.78 g		
		ESCALA: 1:15	
		NOJA 1 DE 6	
		Soporte de etiquetas	
		TÍTULO:	
		Vista isométrica	
		N.º DE PLANO	
		1	
		A4	
		ESCALA: 1:15	
		NOJA 1 DE 6	
		2	
		3	
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.			

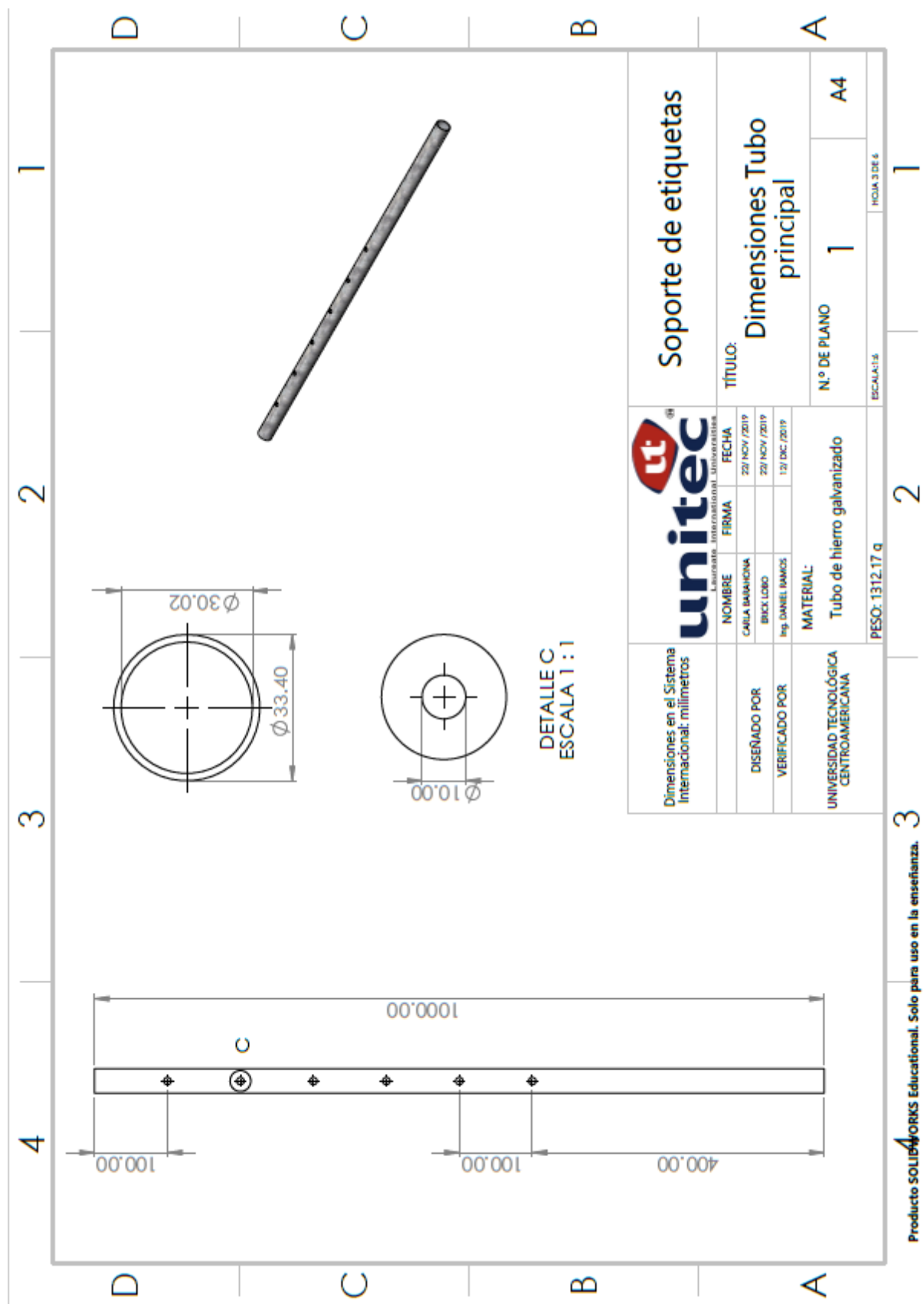
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 23 – Plano de materiales del soporte externo

4				3		2		1	
D				C		B		A	
11				10		9		8	
7				6		5		4	
3				2		1			
D				C		B		A	
				N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		CANTIDAD	
1				fopesequero				1	
2				SoporteCarre				1	
3				pin_BLPF6-30				1	
4				tuboC				1	
5				tubodeI				1	
6				tuboacoplado				1	
7				base				1	
8				Flange_CSTEM30				1	
9				B18.2.3.4M - Hex flange screw, M6 x 1.0 x 35 --18N				16	
10				Ruedas_CLGS50-R				4	
11				B18.2.3.4M - Hex flange screw, M8 x 1.25 x 45 --22N				4	
12				codo				1	
13				AFBMA 12.2 - 1.0625 - 1.3125 - 0.1562 - 40,SI,NC,40				2	
14				B18.22M - Plain washer, 6 mm, narrow				16	
15				B18.22M - Plain washer, 8 mm, narrow				4	
16				B18.2.4.1M - Hex nut, Style 1, M6 x 1 --D-N				16	
17				B18.2.4.1M - Hex nut, Style 1, M8 x 1.25 -D-N				4	
<p>Dimensiones en el Sistema Internacional: milímetros</p>						Soporte de etiquetas			
<p>DISEÑADO POR</p>				<p>NOMBRE: CARLA BARAHONA</p>		<p>TÍTULO:</p>			
<p>VERIFICADO POR</p>				<p>FECHA: 22/NOV/2019</p>		<p>Materiales</p>			
<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA</p>				<p>FECHA: 22/NOV/2019</p>		<p>N.º DE PLANO</p>		A4	
<p>PESO: 9071.78 g</p>				<p>FECHA: 12/DEC/2019</p>		<p>1</p>			
<p>3</p>				<p>2</p>		<p>1</p>		<p>ESCALA: 1:10</p>	
<p>Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.</p>				<p>2</p>		<p>1</p>		<p>NOMA 2 DE 6</p>	

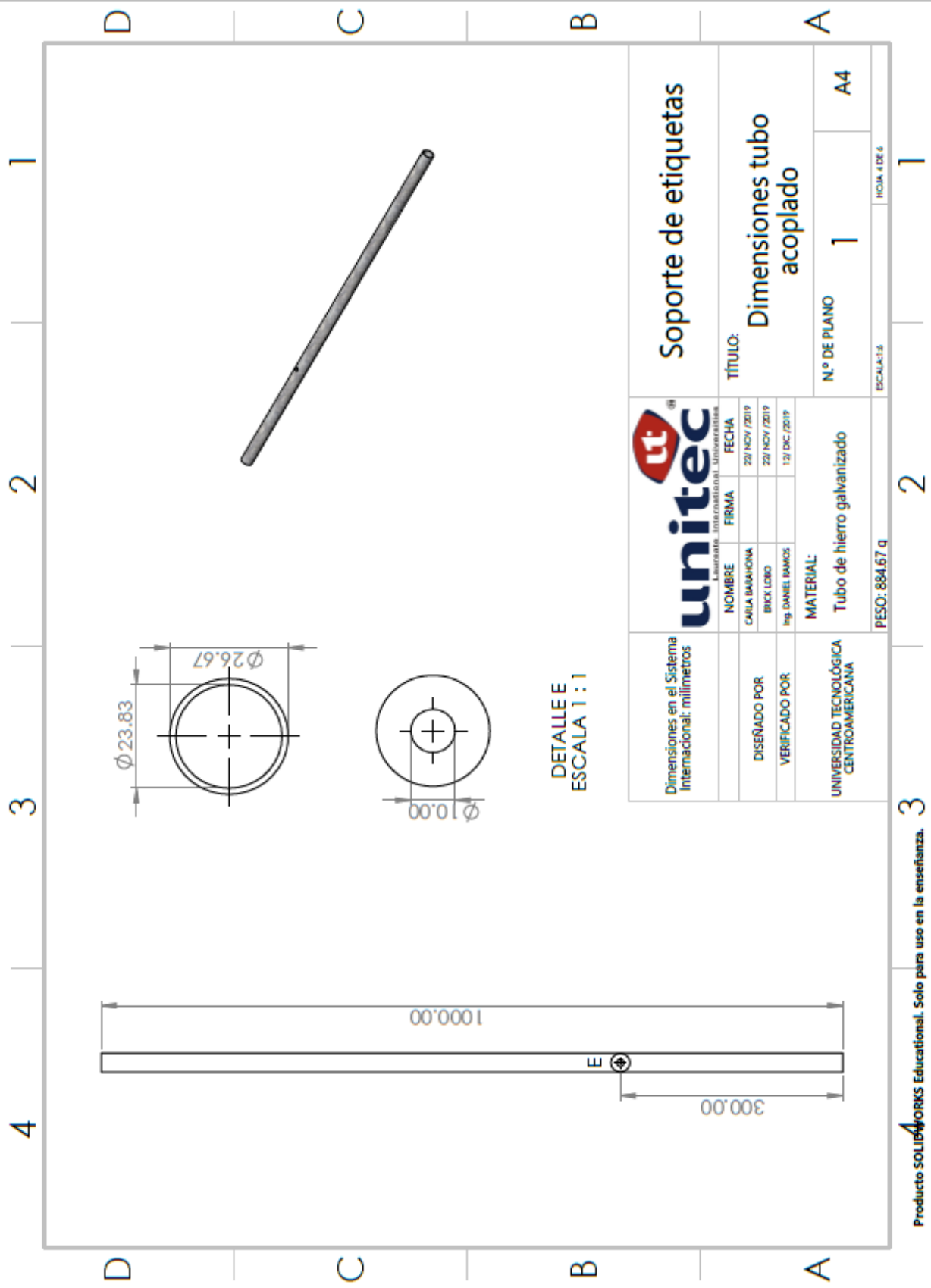
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 24 – Dimensiones del tubo principal del soporte



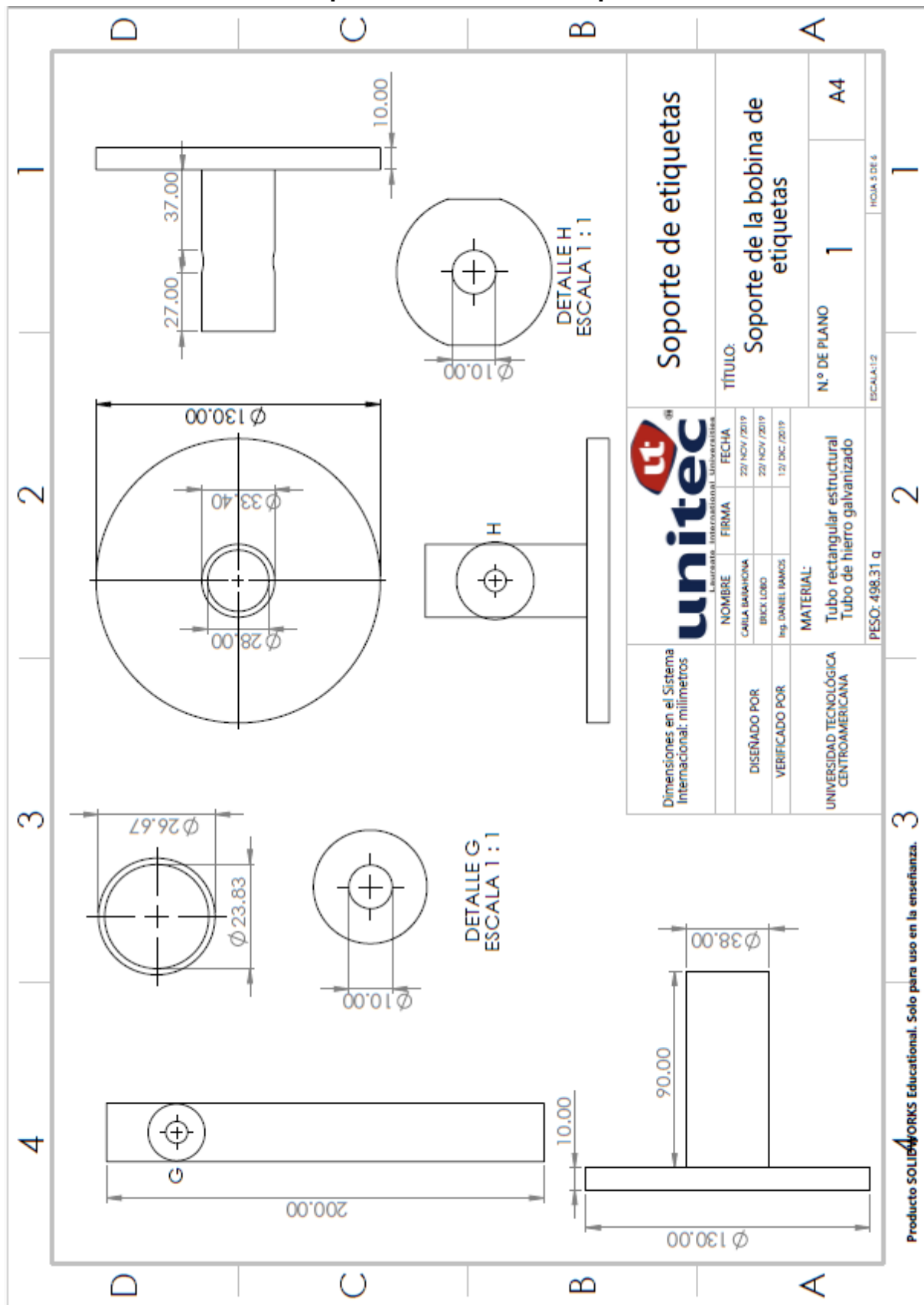
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 25 – Dimensiones de tubo acoplado



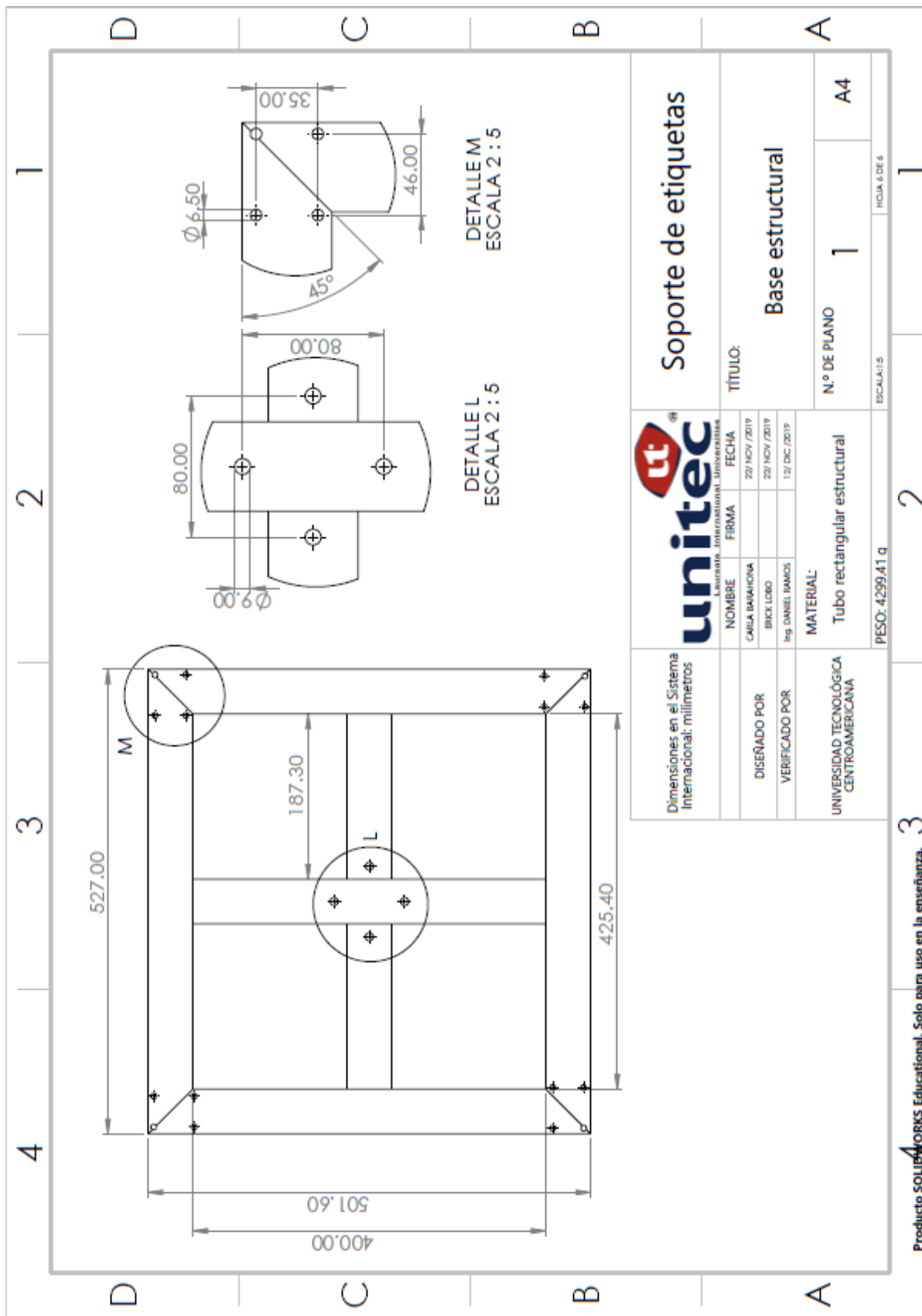
Fuente: elaborado por los autores

Anexo 26 – Dimensiones del soporte de la bobina de etiquetas



Fuente: elaborado por los autores

Anexo 27 – Dimensiones de la base de la estructura



Fuente: elaborado por los autores