

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL

TEMA:

“DISEÑO DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE UVILLA PARA EL AUMENTO DE
LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA TERRAFERTIL S.A”

AUTOR: Catucuamba Necpas Luis Alex

DIRECTOR: Ing. Víctor Alfonso Erazo Arteaga, MSc.

IBARRA-ECUADOR

2025



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1727469296		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Catucuamba Necpas Luis Alex		
DIRECCIÓN:	CAYAMBE-AYORA		
EMAIL:	lacatucuanban@utn.edu.ec / luis.catucuamba@outlook.es		
TELÉFONO FIJO:	-	TELÉF. MÓVIL:	0998798033

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE UVILLA PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA TERRAFERTIL S.A.
AUTOR (ES):	CATUCUAMBA NECPAS LUIS ALEX
FECHA: DD/MM/AAAA	04 /02/02025
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Industrial.
DIRECTOR:	Ing. Víctor Alfonso Erazo Arteaga, MSc

1.1. CONSTANCIA

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 04 días del mes de febrero de 2025

EL AUTOR:

Firma.....

Nombre: **Catucamba Necpas Luis Alex**

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRBAJO DE INTEGRACION
CURRICULAR**

Ibarra, 04 de febrero de 2025

Ing. Víctor Alfonso Erazo Arteaga. MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica Norte, en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f).....
Ing. Víctor Alfonso Erazo Arteaga. MSc
C.C. 18629.....



APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular “Diseño del sistema de clasificación de uvilla para el aumento de la productividad en la empresa TERRAFERTIL S.A.”, elaborado por Catucuamba Necpas Luis Alex, previo a la obtención del título de ingeniero industrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte.

(f) 
Ing. Victor Alfonso Estro Arteaga. MSc
C.C. 171910004



(f) 
PhD. Robert Mauricio Valencia Chapi
C.C. 1003134870

DEDICATORIA

Dedico el trabajo a mis padres quien supieron comprender todas las etapas de mi vida, y gracias a ello el logro aquí reflejado, por consecuente también a toda mi familia hermanos y sobrinas por estar siempre presente en cada momento duro de mi vida, la familia en Jesús siempre será unida y bendecida.

A mis amigos, quienes han estado a mi lado en cada paso de mi trayectoria universitaria, su compañía, ánimo y los momentos buenos y malos han sido un soporte invaluable como J.

A mi tutor, opositor y docente, quienes, con su conocimiento, paciencia, y dedicación han guiado y motivado para alcanzar mis metas académicas.

Luis Catucuamba

AGRADECIMIENTO

La perseverancia siempre vence al talento, existen personas que llegan al mundo solo a brillar y uno de ellos son mis padres quien me vieron comenzar y terminar este camino hacia el logro académico, este agradecimiento es para ello, Sr. Alejandro Catucuamba T. y Olimpia Necpas N. quien fueron el pilar fundamental en mi vida.

A mis hermanos Nancy C. y Klever C. quienes me brindaron sus consejos y su apoyo en toda esta trayectoria educativa,

A mis amigos, a quienes conocí durante toda esta trayectoria, con quienes viví buenos y malos momentos, compartí conocimientos y experiencias, les expreso un profundo agradecimiento por su compañía y hacer de esta etapa sea una experiencia inolvidable, M, S, E, G, K, T y J, gracias.!

Agradezco de igual manera a mi tutor, Ing. Vítor Erazo, MSc, por su guía y generosidad con la que compartió sus conocimientos siendo esenciales durante la ejecución de este trabajo de titulación. Su apoyo constante y sus valiosos consejos me han permitido superar los desafíos y completar este proyecto con éxito.

Luis Catucuamba

RESUMEN EJECUTIVO

El relativo auge de la producción de uvilla y el aumento de oportunidades de comercialización se ligan principalmente a las características de calidad de la fruta, a las condiciones agroclimáticas favorables que dispone el país para el cultivo lo que conlleva al interés de varios países por incorporar y aumentar su consumo, por lo cual se considera implementar automatización en el clasificado de la uvilla, ya que la uvilla clasificada ayuda al incremento del precio en el mercado.

Mediate este antecedente se propuso el diseño de un sistema clasificador de uvilla para el aumento de la productividad en la empresa procesadoras de alimentos. Para lo cual se levantó recolección de datos y análisis en base a la, investigación de campo e investigación cuantitativa, utilizando como técnicas revisión y recolección de datos documentados. Los datos se obtuvieron de ingenieros encargados de planta que es el cliente, el usuario y el ingeniero, dando a conocer sus necesidades y requerimientos para el proyecto propuesto.

En el presente trabajo se diseñó un sistema de clasificación de uvilla para el aumento de la productividad, mediante la estandarización de los tamaños de la uvilla en tres niveles, grande (22mm), media (18 – 22 mm) y pequeña. (18mm) de diámetro.

Como resultado se muestra el diseño de la maquina clasificadora de uvilla con la presentación de sus diferentes análisis, resultados y modelados 3d.

Palabra clave: Diseño, Clasificación, Golden Berry, Simulación,

LISTADO DE SIGLAS

ASME: Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos

INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización

QFD: Despliegue de la Función de la calidad

MEF: Método de Elementos Finitos

RPM: Revoluciones Por Minuto

AISI: Instituto Americano de Hierro y Acero

ABSTRACT

The relative rise in goldenberry production and the increase in commercialization opportunities are mainly linked to the fruit's quality characteristics and the favorable agro-climatic conditions the country offers for its cultivation. This has led to the interest of several countries in incorporating and increasing its consumption. Therefore, it is considered to implement automation in goldenberry classification, as classified goldenberries help increase market prices.

Given this background, the design of a goldenberry classification system was proposed to increase productivity in the food processing company. Data collection and analysis were conducted based on field research and quantitative research, using techniques such as reviewing and collecting documented data. The data were obtained from plant engineers, who are the clients, users, and engineers, revealing their needs and requirements for the proposed project.

In this study, a goldenberry classification system was designed to increase productivity by standardizing goldenberry sizes into three levels: large (22mm), medium (18-22mm), and small (18mm) in diameter. The result is the design of a goldenberry classification machine, presenting its various analyses, results, and 3D models.

Keyword: Design, Classification, Golden Berry, Simulation,

LIST OF ACRONYMS

ASME: American Society of Mechanical Engineers

INEN: Ecuadorian Standardization Service

QFD: Quality Function Deployment

FEM: Finite Element Method

RPM: Revolutions Per Minute

AISI: American Iron and Steel Institute

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA:.....	1
1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	2
<i>DEDICATORIA</i>	6
<i>AGRADECIMIENTO</i>	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
ABSTRACT	9
ÍNDICE DE CONTENIDO	10
ÍNDICE DE TABLAS.....	14
ÍNDICE DE FIGURA	16
INDICE DE ECUACIONES	19
INDICE DE ANEXOS	20
CAPITULO I.....	21
1.1. GENERALIDADES	21
1.2. Problemática	21
1.3. Objetivos.....	22
1.3.1. Objetivo General.....	22
1.3.2. Objetivo Específicos.....	22
1.4. Alcance	23
1.5. Justificación	23
2. CPITULO II Marco teórico	25
2.1. Capacidad de Producción.....	25
2.1.1. Productividad.....	25
2.1.2. Efectividad.....	26
2.2. Uvilla (<i>Physalis peruviana</i> L)	26
2.2.1. Zonas productoras de uvilla en Ecuador	27

2.2.2.	Caracterización de la uvilla	28
2.3.	Clasificación de uvilla	29
2.3.1.	Etapas del clasificado de uvilla	29
2.3.2.	Fase de recepción de materia prima	29
2.3.3.	Fase de lavado de uvilla.....	29
2.3.4.	Fase de entrada de la uvilla.....	29
2.3.5.	Fase de clasificado.....	29
2.3.6.	Fase de salida.....	29
2.4.	Tipos de máquinas clasificadoras	29
2.5.	Etapas para el diseño.....	30
2.6.	Marco legal y normativa aplicable.....	32
2.6.1.	Ordenamiento de legislación	32
2.6.2.	Instrumentos aplicables al diseño de equipos alimenticios	32
3.	CAPITULO III Marco Metodología.....	35
3.1.	Tipo de investigación.....	35
3.1.2.	Método de Investigación	35
3.1.3.	Técnica de Investigación.	36
3.1.4.	Instrumentos	36
3.2.	Actividad de investigación.....	36
3.3.	Diagrama QFD.....	37
3.4.	Fase funcional del diseño mediante módulos	37
3.5.	Proceso DFMA	37
3.6.	Diseño mecánico	37
4.	CAPITULO IV Análisis y resultados.....	38
4.1.	Diagnóstico situacional inicial.....	38
4.1.1.	Caracterización General de la Empresa.....	38

4.1.2.	Productividad inicial de la uvilla	43
4.1.3.	Ensayo de producto clasificado	45
4.2.	Análisis	47
4.3.	Análisis QFD	47
4.3.1.	Requerimiento del usuario.....	47
4.3.2.	Voz del cliente	47
4.3.3.	Voz del Ingeniero	48
4.3.4.	Especificaciones técnicas	48
4.4.	Fase funcional del diseño.....	48
4.4.1.	Diagramas de funciones.....	48
4.4.2.	Análisis modular.....	51
4.5.	Diseño para la fabricación y montaje prototipo modelado en 3D	79
4.6.	Cálculos para el Diseño Mecánico Propuesto.....	82
4.6.1.	Masas de la uvilla en el cilindro clasificador	82
4.6.2.	Diseño de cilindro clasificador	84
4.6.3.	Inercia total	87
4.6.4.	Velocidad o aceleración angular RPM	87
4.6.5.	Fabricación del eje.....	89
4.6.6.	Sistema de potencia	96
4.7.	Análisis de elementos finitos (MEF)	99
4.8.	Costo previsto de manufactura.....	102
4.9.	Discusión	104
5.	CONCLUSIONES.....	106
6.	RECOMENDACIONES	108
7.	BIBLIOGRAFIA	109
8.	ANEXOS	118

9.	Planos de diseño	127
----	------------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I ZONIFICACIÓN DE LA UVILLA.....	27
TABLA II DATOS GENERALES TERRAFERTIL S.A.....	39
TABLA III PROVEEDORES DE UVILLA Y SU TIPO DE PRODUCTO	43
TABLA IV ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	48
TABLA V VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL TRANSPORTADOR.....	51
TABLA VI VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE DESCARGA MANUAL	52
TABLA VII VENTAJAS Y DESVENTAJAS TOLVA.....	53
TABLA VIII VENTAS Y DESVENTAJES TOLVA TRAPEZOIDAL.....	54
TABLA IX VENTAJAS Y DESVENTAJES TOLVA RECTANGULAR.....	54
TABLA X PROPUESTA DE SOLUCION EN MÓDULO 1.....	54
TABLA XI VALORACION CRITERIOS MODULO 1	55
TABLA XII VALORACION DE CRITERIO “COSTO” MODULO 1.....	56
TABLA XIII VALORACION DE CRITERIO “HIGIENE” MODULO 1	56
TABLA XIV VALORACION DE CRITERIO “SEGURIDAD” MODULO 1	56
TABLA XV VALORACION DE CRITERIO “MANTENIMIENTO” MODULO 1.....	56
TABLA XVI VALORACION DE CRITERIO “INGRESO” MODULO 1	57
TABLA XVII SOLUCION PARA EL MODULO 1	57
TABLA XVIII VENTAJES Y DESVENTAJAS CONTROLADORES INTERRUPTORES.....	58
TABLA XIX VENTAJAS Y DESVENTAJAS LOGO SIEMENS.....	59
TABLA XX VENTAJAS Y DESVENTAJAS VARIADOR DE FRECUENCIA.....	59
TABLA XXI VENTAJAS Y DESVENTAJAS MOTOR TRIFASICO.....	60
TABLA XXII VENTAJAS Y DESVENTAJAS MOTOREDUCTOR	61

TABLA XXIII PROPUESTA DE SOLUCION EN MODULO 2.....	61
TABLA XXIV VALORACION DE CRITERIOS EN MODULO 2	62
TABLA XXV VALORACION DE CRITERIO “COSTO” MODULO 2.....	63
TABLA XXVI VALORACION DE CRITERIO “CONTROL” MODULO 2.....	63
TABLA XXVII VALORACION DE CRITERIO “VELOCIDAD DE GIRO” MODULO 2.....	63
TABLA XXVIII VALORACION DE CRITERIO “MANTENIMIENTO” MODULO 2	63
TABLA XXIX SOLUCION PARA EL MODULO 2.....	64
TABLA XXX VENTAJAS Y DESVENTAJAS TRANSMISION POR CADENA ..	65
TABLA XXXI VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE TRANSMISION POR CORREA	65
TABLA XXXII MECANISMOS DE CLASIFICADO	66
TABLA XXXIII MECANISMO DE CLASIFICADO AUMATICO	66
TABLA XXXIV VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CILINDRO.....	67
TABLA XXXV VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CLASIFICADO POR PESO MEDIANTE AROS.....	68
TABLA XXXVI VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE RODILLOS	69
TABLA XXXVII PROPUESTA DE SOLUCION MODULO 3.....	69
TABLA XXXVIII VALORACION DE CRITERIOS MODULO 3	70
TABLA XXXIX VALORACION DE CRITERIO “COSTO” MODULO 3	70
TABLA XL VALORACION DE CRITERIO “INSTALACION” MODULO 3	70
TABLA XLI VALORACION DE CRITERIO “MANTENIMIENTO” MODULO 3	71
TABLA XLII VALORACION DE CRITERIO “SEGURIDAD” MODULO 3	71
TABLA XLIII VALORACION DE CRITERIO “HIGIENE” MODULO 3	71
TABLA XLIV VALORACION DE CRITERIO “CONTROL” MODULO 3	71

TABLA XLV SOLUCION MODULO 3	72
TABLA XLVI GAVETAS PLASTICAS	73
TABLA XLVII VENTAJAS Y DESVENTAJAS BANDEJA METALICA	74
TABLA XLVIII PROPUESTA DE SOLUCION MODULO 4.....	74
TABLA XLIX VALORACION DE CRITERIOS MODULO 4	76
TABLA L	76
TABLA LI VALORACION DE CRITERIO “COSTO” MODULO 4.....	76
TABLA LII VALORACION DE CRITERIO “HIGIENE” MODULO 4	76
TABLA LIII VALORACION DE CRITERIO “SEGURIDAD” MODULO 4.....	77
TABLA LIV SOLUCION DE CRITERIOS MODULO 4	77
TABLA LV FACTOR DE SERVICIO SEGUN LA FUENTE DE ENERGIA	96
TABLA LVI. COSTOS DE MATERIALES NECESARIOS EN EL PROCESO DE MANUFACTURA	102
TABLA LVII . MATERIASLES NESESARIOS PARA EL SISTEMA ELECTRICO	103

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Planta de Uvilla Physalis peruviana.....	27
Figura 2. Logotipo TERRAFERTIL S.A.	39
Figura 3. Ubicación geográfica	40
Figura 4. TERRAFERTIL S.A. estructura organizacional.....	41
Figura 5. Flujo grama de deshidratado de uvilla	42
Figura 6. Datos de uvilla inicial y final con su respectivo porcentaje de salida de producto Tipo A y Tipo B	44

Figura 7. Producto inicial y producto final Tipo A y Tipo B	44
Figura 8. Uvilla clasificada.....	45
Figura 9. Procesamiento de uvilla deshidratada	46
Figura 10. Diagrama de funcional Nivel 0	49
Figura 11. Diagrama de flujo Nivel.....	49
Figura 12. Diagrama de flujo Nivel 2.....	50
Figura 13. Transportadora de rodillos automatizados	51
Figura 14. Levantamiento de Cargas [30].	52
Figura 15. Tolva Piramidal.....	53
Figura 16. Tolva trapezoidal.....	53
Figura 17. Tolva rectangular	54
Figura 18. Sistema de arranque directo, controladores etc.....	58
Figura 19. Siemens LOGO	58
Figura 20. Variador de frecuencia	59
Figura 21. Motor trifásico.....	60
Figura 22. reductor de frecuencia mecánica	60
Figura 23. Transmisión por cadena	64
Figura 24. Bandas y Poleas.....	65
Figura 25. Cilindro	67
Figura 26. Clasificador de frutos por peso con PLC utilizado aros.....	68
Figura 27. Clasificado mediante rodillos.....	68
Figura 28. Tolva de salida	72
Figura 29. Montacargas manual	73
Figura 30. Gavetas plásticas	73
Figura 31. Bandeja metálica	74
Figura 32. Resultado del estudio al Análisis Modular.....	78

Figura 33. Cilindro clasificador.....	79
Figura 34. Niveles de diámetro de uvilla.....	79
Figura 35. Eje central.....	80
Figura 36. Estructura del sistema de clasificado	80
Figura 37. Sistema de transmisión de potencia	81
Figura 38. Tolva Ingreso	81
Figura 39. Tolva Salida	81
Figura 40. Ensamble de Maquina clasificadora.....	82
Figura 41 Diagrama cuerpo libre eje principal.....	89
Figura 42 Parametro de Marin Surface Modification [48, p. 283].....	91
Figura 43. Factor de tamaño [53, p. 283]	92
Figura 44. Factor de Carga	92
Figura 45. Diseño de eje S.W	93
Figura 46. Factor de fatiga Kt [53].	93
Figura 47. Factor de esfuerzo en relación con radios	95
Figura 48. Diámetro y longitudes de bandas trapezoides [55] [56].	98
Figura 49. Fuerzas, peso y momentos de Inercia aplicados al eje de transmisión	100
Figura 50. Total deformation.....	100
Figura 51. Equivalent stress.....	101
Figura 52. Safety Factor	102

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Productividad.....	25
Ecuación 2 Efectividad.....	26
Ecuación 3. Capacidad de producción [44]......	82
Ecuación 4. Sumatorias de masa aplicadas al cilindro	83
Ecuación 5. Peso y fuerza gravitatoria [45, p. 3].....	83
Ecuación 6. Diámetro o Radio de un Círculo Dada la Circunferencia [46]......	84
Ecuación 7. Momento de inercia de un sólido [47]......	84
Ecuación 8. Inercia de cilindro sólido [47]......	85
Ecuación 9 Inercia de un cilindro [47].	85
Ecuación 10 Inercia de cilindro [47].	85
Ecuación 11 Sumatoria de inercias de cilindro [45]......	86
Ecuación 12. Inercia de uvilla esférica [48].	86
Ecuación 13. Capacidad de producción [44]......	86
Ecuación 14. sumatoria de Inercias W [45]......	87
Ecuación 15. Velocidad y aceleración angular [49, p. 1.4].....	87
Ecuación 16. Aceleración angular [49, p. 1.4].	87
Ecuación 17.Momento de fuerza [50].	88
Ecuación 18. Potencia en el momento rotacional [45, p. 10.8]......	88
Ecuación 19.Potencia [45, p. 7.4].....	88
Ecuación 20. Tención max admisible [52]	89
Ecuación 21. Peso eje central [45, p. 3].....	90
Ecuación 22.Punto torción en eje [45, p. 2.3]	90
Ecuación 23. Fuerza aplicada al punto n [45, p. 10.6]	91
Ecuación 24. Endurance limit and critical location [53, p. 282].....	91
Ecuación 25. Factor de condición superficial.....	91

Ecuación 26. Ecuación Modificación de tamaño	92
Ecuación 27. Specimen endurance limit (límite de fatiga A.).....	93
Ecuación 28. Relación esfuerzos entre radios Polea y Motor	93
Ecuación 29. Esfuerzo en el hombro del eje	94
Ecuación 30. Inercia de circulo [47].....	94
Ecuación 31. Máxima tensión normal [54] [55].....	94
Ecuación 32. Maxima tensión Tangencial en hombro del eje [54]	95
Ecuación 33. Factor de seguridad [53]	96
Ecuación 34 Relación en potencia del diseño [56] [54].	97
Ecuación 35. Relación de transmisión entre radios	97
Ecuación 36. Relación de transmisión [55] [56].	98
Ecuación 37. Diámetro polea	98

INDICE DE ANEXOS

Anexo. 1 Encuesta cliente	118
Anexo. 2 Encuesta dirigido al Operario de Planta.....	119
Anexo. 3. Datos de proveedores analizados Minas y Azama.....	120
Anexo. 4. Instructiva elaboración de uvilla	122
Anexo. 5 Casa de la calidad QFD.....	123
Anexo. 6 Datos obtenidos del ensayo.....	124
Anexo. 7 Ensayo de uvilla deshidratada clasificada.....	125
Anexo. 8 Estudio de porcentaje de humedad	126

CAPITULO I

1.1. GENERALIDADES

1.2. Problemática

En todas las economías, la productividad juega un papel importante de diferentes maneras, especialmente en las economías latinoamericanas, donde existen sectores de baja productividad, relacionados principalmente con sectores manufactureros tradicionales atrasados y de bajo avance tecnológico

En los presentes años, la producción de frutos en la Sierra Ecuatoriana, la cual se a mantenido mayormente tradicional, siendo casi inexistente el implemento de tecnología en esta área, en contraste de esta situación tenemos a países Colombia, Peru y Chile han modernizado fruticultura, logrando una mayor producción por hectárea cultivada, siendo que Ecuador es un país con gran potencial agrícola no se aprovecha completamente su entorno [1].

Durante años, el comercio de la uvilla como otros frutos, han estado dominados por intermediarios, lo que perjudica a los productores, para cambiar esta realidad, programa de Desarrollo Rural impulsado por el Ministerio de Inclusión Económica y Social, impulsa que los agricultores vendan directamente sus productos, beneficiando a los propios productores [2].

Actualmente la uvilla a logrado expandirse a 43 mercados internacionales, siendo así que en el 2018 las exportaciones alcanzaron 150 mil dólares, teniendo como destino Francia, Canadá y Países Bajos. El Bando Central mostro que entre enero y septiembre del 2019 se apreció un crecimiento del 10 % en sus exportaciones [3].

Como parte de estas exportaciones alrededor de 3.5 toneladas de uvilla serían enviadas a Nueva York, Los Ángeles y Miami. Siendo impulsado por la empresa “TERRAFERTIL”, que se caracteriza por ser productor y procesador de frutas andinas y tropicales, ubicado en Pichincha-Tabacundo [3].

Los productores y exportadores de uvilla buscan fortalecer su cadena productiva, fomentar la creación de empleo en áreas rurales, aumentar las divisas para la economía y

contribuir a la protección del medio ambiente a través de sistemas de producción sostenible con certificaciones de calidad rigurosas. En la actualidad, el proceso de clasificación de uvilla se realiza de forma manual utilizando técnicas o metodologías que resultan tediosas, cansadas y agotadoras para las personas encargadas de esta actividad [3].

Dado este contexto es fundamental analizar cuál será la problemática en procesos productivos de la uvilla identificando los problemas dentro de su cadena de producción, dando soluciones para superar estas limitaciones, mediante los cual ayudaría al incremento de la calidad en las exportaciones hacia mercado Internacionales el cual va incrementando la demanda en productos frescos o sus derivados [4].

Frente a este aspecto, la presente investigación propone el modelo de un sistema clasificador de Uvilla, que impulsara al desarrollo en el sector frutícola de los productores de la provincia de Pichincha e Imbabura.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseño del sistema de clasificación de uvilla para el aumento de la productividad en la empresa “TERRAFERTIL S.A.” ubicada en la provincia de Pichincha-Ecuador.

1.3.2. Objetivo Específicos

- Establecer los requerimientos para el clasificado en base a sus parámetros principales de separación y manejo del fruto, mediante la revisión de bases teóricas y científicas.
- Conocer la situación actual de la empresa “TERRAFERTIL S.A.” aplicando la herramienta de análisis, para identificar operaciones en donde se elimina desperdicios en el proceso de clasificación de uvilla.
- Diseñar el sistema clasificador de uvilla con el fin del incremento de la productividad y alcanzar la efectividad de los recursos en la empresa “TERRAFERTIL S.A”.

1.4. Alcance

El presente trabajo de grado propone el diseño de una máquina semiautomática para el clasificado de uvilla, buscando que soporte el peso de la uvilla. Además, cuente con precisión en el método de separación. Para ello, se determinan los principales parámetros del diseño para el mecanismo de clasificado, que se llevará a cabo utilizando software de modelado 3D. Como resultado del diseño se adjuntará los planos de partes y ensamble, de la misma forma, se incluirá los resultados del estudio de simulación.

1.5. Justificación

TERRAFERTIL S.A. es una empresa dedicada a importación y exportación de bebidas vegetales, healthy snacks de frutos secos, frutas deshidratadas y nueces, téis funcionales e infusiones, agua de coco, superfoods, baby food, crema para café, semillas gourmet. Se ubica en la provincia de pichincha, cantón Tabacundo. Inicia sus operaciones en el año del 2010 con 2 de trabajadores y 3 inversionistas, David, Raúl y Daniel, tres hermanos de Ecuador, se inicia con la producción de frutos secos y deshidratados como goldenberry, plátano, fresas y mango. Estos diferentes productos actual mente mantienen las ideas sobre este presente proyecto que busca el incremento de la productividad de la empresa. TERRAFERTIL S.A. consta de dos áreas de producción, bebidas vegetales, healthy snacks de frutos secos y nueces [5].

- Área de Nacional: aquí se lleva a cabo la producción de bebidas vegetales, healthy snacks de frutos secos, nueces, chocolates y demás.

- Área de Exportación: se lleva a cabo la producción de frutos deshidratados generalmente va destinado a la exportación al exterior, es en este punto donde se pretende implementando la automatización ya que en esta área se lleva a cabo el deshidratado de goldenberry, un fruto reconocido por ser multivitamínico natural de los Andes, ya que contiene K del plátano, fibra que la ciruela y He que la espinaca. Este producto consta de una alta productividad, pero tiene una problemática en el proceso de deshidratado aumentando el costo de producción.

Se visibiliza un incremento de zonas productivas de uvilla esto debido a las condiciones agroclimáticas favorables del país y vinculado a la excelente calidad de fruto otorgan oportunidades para los productores en la comercialización, mostrando un interés en varios mercados internacionales, debido a esto se lleva la siguiente investigación enfocado en el procesamiento de la misma. [6]

La uvilla ecuatoriana se distingue por su alto contenido de azúcares acompañado de su color vibrante e intenso en comparación de otros productores como Kenia y Sudáfrica. Esto debido a su temperatura estable en todo año con un prolongado periodo de luz en toda la zona ecuatorial favoreciendo al incremento de almidón en las frutas y reduciendo su acidez, su consumo se ve incrementado por sus nivel nutricional y medicinal, como la vitamina C (43 mg), He (1.7 mg) y P (38 mg), ayuda a combatir la diabetes, en la regeneración del nervio óptico y purificación de la sangre. [7].

La industria productiva de nuestro país utiliza métodos manuales para clasificar productos. En los distintos climas del Ecuador, las condiciones geográficas y climáticas son propicias para el cultivo de la uvilla, ya que esta fruta se adapta bien a diferentes entornos. Su producción se concentra en los valles bajos de la cordillera de los Andes en Sudamérica. El propósito de este proyecto se centra en la etapa posterior a la cosecha, conocida como postcosecha [8].

Este proyecto busca diseñar un maquina clasificadora de uvilla que cumpla con los objetivos planteados, yendo de la mano con las necesidades del cliente.

Aunque existan diversas máquinas clasificadoras de productos agrícolas las cuales emplean varios criterios como eso y tamaño e incluso más avanzadas que consideran el color, forma o su condición, abarcaría un costo adicional al desarrollo de la misma, pero como va dirigido a una zona específica que es el procesamiento de la uvilla en la empresa TERRAFETIL el proyecto sigue siendo de importancia.

2. CPITULO II

Marco teórico

2.1. Capacidad de Producción

También denominada planificación de capacidad, esta determina cuanta producción es necesaria para satisfacer la demanda de un x producto, yendo de la mano con la capacidad disponible y la capacidad requerida para un proceso adecuado [9].

Los factores claves en la planificación son: Tipo de proceso, Volumen de producción, aumento de capacidad enfocados así la reducción de la demanda.

Con estos puntos, las empresas pueden optimizar su producción diaria, semana o mensual, en esencia la capacidad de producción es la tasa máxima que una organización puede alcanzar en todos sus procesos [10].

2.1.1. *Productividad*

Se evalúa la productividad considerando los resultados alcanzados en relación a los recursos empleados. Se pueden evaluar los resultados en función de las unidades producidas, las piezas vendidas o las ganancias, y los recursos se pueden cuantificar mediante el número de trabajadores, el tiempo total invertido y las horas de máquina utilizadas [11].

Es común analizar la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. La eficiencia se define como la proporción entre el logro de un objetivo y los recursos utilizados, en tanto que la eficacia se relaciona con el cumplimiento de las actividades planificadas y la consecución de los resultados deseados. Entonces, la búsqueda de eficiencia implica maximizar el uso de recursos y minimizar el desperdicio, mientras que la eficacia consiste en utilizar los recursos para lograr los objetivos establecidos (cumplir con lo planificado) [11].

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Tiempo\ total}$$

Ecuación 1. Productividad

2.1.2. Efectividad

Alcanzar los resultados programados implica lograrlos dentro del plazo establecido y con los costos más razonables posibles. Realizando las acciones con gran precisión y sin desperdiciar tiempo ni dinero. La eficacia se define como la relación entre los resultados obtenidos y los resultados esperados (SO/SE), mientras que la eficiencia se define como la relación entre los resultados obtenidos y los insumos utilizados (SO/IU) [12] [13].

$$Efectividad = Eficiencia \times Eficacia$$

Ecuación 2 Efectividad

Eficacia se toma como el alcance de un objetivo sin tomar en cuenta los recursos utilizados en dicho proceso, y eficiencia en el cumplimiento de dichos objetivos, pero con él un menor uso de recurso utilizados [14].

2.2. Uvilla (*Physalis peruviana* L)

La uvilla también conocida como (*Physalis peruana* L) posee numerosas propiedades medicinales y vitamínicas, tanto el fruto como las hojas son utilizadas en la industria química y farmacéutica, esto sumado a su alto contenido de pectina la hace una fruta ideal para la producción de alimenticia y medicinal [15].

La uvilla es poseedora de gran cantidad de vitaminas, pectinas y antioxidantes, el aumento del consumo en otros países ha llevado a la modernización de los cultivos y los intentos de mejorar la producción y el comercio en el mercado interno, especialmente en el mercado de la UE. Los frutos son redondos, en forma de huevo, del tamaño de uvas grandes, la piel es lisa, cerosa y brillante. Según la variedad, es de color amarillo, dorado, naranja o verde. Tiene una pulpa jugosa llena de pequeñas semillas de color amarillo suave que son comestibles. Cuando la flor cae, el cáliz se hincha para formar una tapa muy delgada que cubre el fruto. Las frutas dulces maduras están listas para comer [16].

La uvilla, también conocida como “Uva de Monte”, es un fruto que sigue en crecimiento en el sector agrícola ecuatoriano. Las historias dicen que era originaria de Perú llegando a Ecuador en apariencia de planta silvestre. Se desarrolla en climas templados a temperaturas

entre 8 y 20 grados centígrados y en altitudes entre 1.000 y 3.500 metros. Su reproducción se lleva mediante semillas tratadas, curadas y sembradas en cajas de propagación hasta que tengan un cierto tamaño, para luego ser trans plantadas a huertos o camas previstas para su actividad productiva [17].

Las regiones ideales para el cultivo de uvilla se encuentran en los valles del callejón interandino de la Sierra Ecuatoria debió a estas condiciones agroclimáticas favorables, la provincia de Cotopaxi fue pionera en la producción de uvilla con el paso del tiempo se expandió a las provincias de Pichincha y Tungurahua, en el año presente la provincia de Imbabura tomo protagonismo con plantaciones tanto como en Atuntaqui y Urcuquí [17].



Figura 1. Planta de Uvilla *Physalis peruviana*

2.2.1. Zonas productoras de uvilla en Ecuador

Zonificación del cultivo de uvilla en el Ecuador visualizado en la siguiente tabla.

TABLA I

ZONIFICACIÓN DE LA UVILLA

Categoría de potencialidad	Descripción	Superficie y % del total Nacional	Superficie y % provincial por categoría de potencialidad		
			Provincia	(ha)	%
Alta	Conjuga áreas donde existen zonas agroecológicamente óptimas	23,555.16 Ha 0,23 %	Imbabura	10,009.68	0,10
			Pichincha	8,778.27	0,09
			Bolívar	2,869.90	0,03
			Loja	1,897.31	0,02
Media	Muestra zonas agroecológicamente óptimas con restringida accesibilidad a	68,293.67 ha 0,68 %	Loja	28,427.55	0,28
			Pichincha	25,848.65	0,26
			Imbabura	2,869.90	0,03
			Chimborazo	11,147.57	0,11

	servicios e infraestructura.					
Baja	Zonas agroecológicas moderadas con restringido acceso a servicios e infraestructura.	148,040.76 ha 1,47 %		Pichincha Imbabura Tungurahua Azuay	41,750.86 37,454.06 35,050.37 33,785.47	0,42 0,37 0,35 0,34
Sin	Zonas agroecológicas marginales y no aptas con restringida o nula accesibilidad.	9,646.042 ha 95,92 %		El oriente ecuatoriano		
Total, de Área Agrícola en Ecuador continental		10,056,588 100%	ha	-		

2.2.2. Caracterización de la uvilla

Es un arbusto cuya altura puede llegar hasta 1,6 metros, con ramas extendidas; no obstante, mediante la aplicación de estacas, poda y cuidados adecuados, es posible que alcance los 2 metros de altura. Sus hojas, de forma ovalada y puntiaguda, son verdes y tienen una estructura semejante a un corazón. Las flores, de naturaleza hermafrodita, presentan una forma campanulada y colgante, con un ancho de 15 a 20 mm, de color amarillo con manchas de tonalidad marrón púrpura en su interior. Estas flores son propensas a la polinización tanto por insectos como por el viento. El fruto resultante es una baya globulosa de color naranja amarillento, con un diámetro que oscila entre 1,26 y 2 cm, envuelta por una vesícula costillada de color verde que se origina a partir del cáliz. Puede ser consumida de manera individual, en almíbar, en la elaboración de postres o en combinación con otras frutas dulces. Su estructura interna es análoga a la de un tomate Cherry [18].

TABLA II
CARACTERÍSTICAS DE LA UVILLA POR SU TAMAÑO

Tipología	Diámetro (mm)	Masa promedio (g)
Grande	>22	> 2.8
Mediana	18-22	2.8
Pequeña	<18	< 1.8

2.3. Clasificación de uvilla

2.3.1. *Etapas del clasificado de uvilla*

La clasificación de la uvilla es un paso importante para el proceso de deshidratado ya que al estandarizar los diferentes tamaños de uvilla ayuda a que no exista desperdicio que sería las uvillas carbonizadas u otras uvillas que no se han deshidratado por su mayor tamaño.

2.3.2. *Fase de recepción de materia prima*

Recepción de las gavetas plásticas de los diferentes proveedores de uvillas implementando un código de trazabilidad el cual nos indica el tipo de uvilla, semana, lote y dueño.

2.3.3. *Fase de lavado de uvilla*

Se realiza el lavado de la uvilla y se coloca en gavetas.

2.3.4. *Fase de entrada de la uvilla*

Se colocan las gavetas de uvilla en la tolva para consecuentemente que las uvillas pasen al cilindro de clasificar.

2.3.5. *Fase de clasificado*

En esta fase la uvilla pasa por el cilindro, el cual se encarga de clasificar por su tamaño, yendo de 18mm a 22mm, como se identifica en la tabla 3.

2.3.6. *Fase de salida*

En esta fase final sale la uvilla del cilindro, clasificada por sus diferentes tamaños y subsiguiente son receptadas en las gavetas colocadas en la parte del costado del clasificador.

2.4. Tipos de máquinas clasificadoras

Las máquinas industriales diseñadas principalmente para reducir los tiempos de separación, clasificación y embalaje de frutas y verduras han sido diseñadas para funcionar en

entornos de alta producción y emplean diversos métodos de clasificación adaptados a necesidades específicas. Estas máquinas funcionan clasificando de diferente manera, en cinta transportadora, ya sea de rodillos, tornillo helicoidal, vibración (malla) o peonza [19].

En el proceso de clasificación de la uvilla no existen máquinas que sea estrictamente para este producto lo cual se hace una compilación de otros productos que se asemejen a la forma del clasificado de la uvilla tales como:

2.4.1.1. Clasificador de ajo

Una máquina diseñada para clasificar y separar dientes de ajo u otros productos vegetales según su tamaño de manera automática. Está creada para manejar productos que no sean sensibles a los pequeños golpes causados por la vibración [20].

2.4.1.2. Clasificador de alcaparras

Una máquina con dos mallas en un solo chasis para separar alcaparras por tamaño. Esto hace posible llevar a cabo dos procesos de calibración en la misma máquina, sin la necesidad de emplear múltiples máquinas de separación en serie [21].

2.4.1.3. Clasificador de patatas

Mientras las patatas se desplazan en un flujo continuo, monitoreado por un láser, el procedimiento de clasificación detecta y separa los productos no deseados [22].

2.4.1.4. Clasificador de frutos y hortalizas portátil

Diseñada para clasificar pequeñas cantidades de productos, fácilmente transportable y de dimensiones reducidas que considera el peso, tamaño y color [23].

2.5. Etapas para el diseño

2.5.1.1.Decisión y definición.

El origen del producto es diverso se debe basar a las especificaciones del cliente, también el rediseño de un producto existente propuesto por el propio cliente, basándose en un reconocimiento por parte el área de ventas sobre nuevas necesidades o nuevas oportunidades en el mercado [24].

- a. Antes de hacer el diseño de un nuevo producto se debe hacer las siguientes preguntas ¿Clientes potenciales para asumir los costos de diseño y desarrollo?, ¿La empresa tiene capacidad para costear el proyecto?, entre otras [24].
- b. Según [24], “para la creación de un proyecto tiene varios aciertos y desaciertos en lo que se hace las preguntas: ¿satisface o no una necesidad del mercado?; ¿la definición del proyecto hace fácilmente fabricable y a bajo costo?;¿presenta seguridad en su utilización?; ¿da lugar a un manejo adecuado y comprensible?”.

2.5.1.2.Diseño del producto

Las características de los productos y sus servicios aseguran que se otorgue respuesta a las necesidades de sus usuarios, como facilitar el mantenimiento o que su impacto ambiental sea mínimo. En este punto existe nuevos aspectos de reconocer la ingeniería de diseño con el desarrollo de nuevos productos brindando servicio a nivel mundial [25] [24].

- La ingeniería de diseño es el responsable de garantizar que el producto tenga las características y beneficios para los que fue diseñado [25].
- La coordinación entre el diseño y su desarrollo incluyen elementos para optimización en los procesos de fabricación y marketing de una empresa y hacerlos lo más rentables posible, y estos aspectos contribuyen en última instancia al impacto positivo del producto entre el costo con su calidad.
- Punto de vista del producto según [24] nos dice que primero “se toma en consideración el tipo de producto a fabricar y la gama de funcionamiento que ofrece a la empresa, tales como la etapa de vida del producto y los costes que van asociados al producto”.
- El punto de vista del recurso humano: en este punto se toma de mayor relevancia para la petición o que es lo que el cliente busca del producto la colaboración profesional tanto como empresas, la academia y centros tecnológicos

- Y por último el punto de vista de recurso materiales: el punto más importante ya que incurre en las nuevas herramientas para el diseño de modelado en software de diferentes tipos que ayudan a eliminar el coste de fabricación con el riesgo de un desperfecto.

2.6. Marco legal y normativa aplicable

2.6.1. Ordenamiento de legislación

El artículo 25 de la Constitución ecuatoriana establece el orden jerárquico de aplicación de las normas, organizados de la siguiente manera: Constitución, tratados y convenios Internacionales, leyes orgánicas, las leyes ordinarias, las regionales, los decretos y reglamento, las ordenes, los acuerdos y soluciones. [26] [27]

La regulación también considera el principio de competencia, especialmente en el referente a las atribuciones exclusivas de los gobiernos autónomos descentralizados [26].

Artículo 3, numeral 1, de la Constitución de la república del Ecuador establece que uno de los deberes fundamentales del estado es garantizar, sin discriminación en pleno derecho consagrado en la Constitución sumado los instrumentos internacionales, especialmente en ámbitos como educación, salud, alimentación, seguridad y acceso al agua como servicios básicos [27].

2.6.2. Instrumentos aplicables al diseño de equipos alimenticios

2.6.2.1. Normativas legales del diseño de equipos mecánicos

TABLA III

NORMATIVAS LEGALES PARA EL DISEÑO DE EQUIPOS MECÁNICOS EN ALIMENTOS.

Instrumentos aplicables al diseño de equipo mecánico de alimentos		
1	RESOLUCIÓN ARCSA- DE-2022-016-AKRG	NORMATIVA TÉCNICA SANITARIA PARA ALIMENTOS PROCESADOS, 2023
2	RTE INEN 222	FRUTAS Y VEGETALES
3	NORMA TÉCNICA ISO/ TS 22002-1: 2009	PROGRAMAS PRE-REQUISITOS PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

4	NTE 22000:2006	INEN-ISO	SISTEMAS DE GESTION DE LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS-REQUISITOS PARA CUALQUIER ORGANIZACIÓN EN LA CADENA ALIMENTARIA
5	NTE INEN-EN 1672-2 2017-09		MAQUINARIA PARA PROCESADO DE ALIMENTOS. CONCEPTOS BÁSICOS. PARTE 2: REQUISITOS DE HIGIENE (EN 1672-2:2005+A1:2009, IDT)
6	ISO 12100-2:2014		Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño.
7	NTE INEN 1529-1:2013		CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVOS
8	ISO/TS 22002-4: 2015		PROGRAMAS DE PRERREQUISITOS DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS — PARTE 4: FABRICACIÓN DE ENVASES Y EMBALAJES ALIMENTARIOS
9	DECRETO EJECUTIVO 3253	PARA	REGLAMENTO DE BUENAS PRACTICAS ALIMENTOS PROCESADOS
10	Resolución de la ARCSA 67	ALIMENTOS	NORMATIVA TECNICA SANITARIA PARA PROCESADOS
11	UNE-EN ISO 6887-1	inicial y	Microbiología de la cadena alimentaria Preparación de las muestras de ensayo, suspensión diluciones decimales para examen microbiológico
12	DIRECTIVA 2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO	MIEMBROS SOBRE	RELATIVA A LA APROXIMACIÓN DE LAS LEGISLACIONES DE LOS ESTADOS MÁQUINAS
13	ASME		PARAMETROS PARA EL DISEÑO Y MONTAJE DE MAUINAS Y ESTRUCTURAS

2.6.2.2. Patentes de acuerdo al presente proyecto

TABLA IV

PATENTES DE DISEÑO DE EQUIPOS MECÁNICOS CLASIFICADORES DE ALIMENTOS.

Instrumentos aplicables al diseño de equipo mecánico de alimentos		
1	TOMRA Romeinsestraat 20 3001 Hever lee, BE	Procedimiento de clasificación de productos de la patata y aparato de clasificación de productos de la patata
2	ASTILLEROS Y VARADEROS LAGO-ABEIJÓN, S.L. O FREIXO, S/N 15288 OUTES-A CORUÑA, ES	MÁQUINA CLASIFICADORA DE PESCADO
3	VEOLIA PROPRETE	Procedimiento para la clasificación selectiva secuencial de flujos de desperdicios e instalación para

	163-169 avenue Georges Clemenceau 92000 Nanterre, FR	su realización.
4	MULTISCAN TECHNOLOGIES, S.L. (100.0%) C/ La Safor, 2 - Pol. Ind. Els Algars 03820 COCENTAINA (Alicante) ES	MÁQUINA PARA LA INSPECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE FRUTOS Y MÉTODO PARA INSPECCIONAR Y CLASIFICAR FRUTOS QUE UTILIZA DICHA MÁQUINA.
5	Victor Fuk-Pong Man, St. Paul, MN (US); Joshua Paul Magnuson, St. Paul, MN (US)	METHODS FOR WASHING AND PROCESSING FRUITS, VEGETABLES, AND OTHER PRODUCE WITH MEDIUM CHAIN PEROXYCARBOXYLCACD COMPOSITIONS
6	CADIA INGENIERÍA, S.L. Cámara de Comercio Avda. Cabo de Gata, 29 04007 Almería, ES	Máquina clasificadora de frutas y hortalizas portátil.
7	CNH INDUSTRIAL FRANCE (100.0%) 16-18, rue des Rochettes 91150 Morigny-Champigny, FR	Dispositivo para clasificar un flujo de frutas en racimos cosechadas y sistema de separación que integra además un dispositivo de despallado
8	SERAFIN ESPINOSA SAMPER MARIN MENU N. 27, 3 A 30880 AGUILAS, Murcia, ES	CRIBA O CLASIFICADOR DE ALCAPARRAS POR TAMAÑO, SECAS O MOJADAS CON SALMUERA.
9	MAQUINARIA ZOCAPI, S.L.U. Ctra. Madrid-Alicante, Km. 163 16660 Las Pedroñeras, Cuenca, ES	Máquina clasificadora por vibración de dientes de ajo o productos similares.
10	MULTISCAN TECHNOLOGIES, S.L. (100.0%) C/ La Safor, 2 - Pol. Ind. Els Algars 03820 Cocentaina (Alicante) ES	Máquina y método para la inspección y clasificación de frutos
11	PELLENC (100.0%) Quartier Notre Dame 84120 Pertuis, FR	Mesa de clasificación de frutas con criba adaptable
12	DSM IP ASSETS B.V. (100.0%) Het Overloon 1 6411 TE Heerlen, NL	Composición para el tratamiento de semillas

3. CAPITULO III

Marco Metodología

3.1. Tipo de investigación

3.1.1.1. Investigación cuantitativa

El aspecto de la investigación puede tener diversos propósitos, como resolver problemas específicos identificando problemas sociales, nuevos componentes mediante datos fiables de forma organizada reflejando en lo posible la realidad actual.

3.1.1.2. Investigación de campo

Se realizó una investigación de campo en el área de exportación, en donde se conllevó a la recopilación de información de forma presencial otorgando veracidad de los datos obtenidos en la investigación del proyecto.

3.1.2. Método de Investigación

3.1.2.1. Diseño experimental.

Se utilizó esta metodología para planificar, estructurar y analizar de forma controlada, estableciendo relaciones de causa y efecto entre variables dando confiabilidad en los resultados obtenidos.

3.1.2.2. Diseño cuasi experimental.

Este punto se dirige a la relación de causa efecto asignados al estudio de la uvilla deshidratada ya que nos basamos solo en simulaciones de clasificado.

3.1.3. Técnica de Investigación.

3.1.3.1. Encuesta

Mediante la técnica de la encuesta se realizó la investigación cuantitativa de mayor uso en este proceso de estudio por lo cual se aplicó técnicas concretas con el objetivo de recoger, procesar y analizar características que se mediante un cierto grupo de datos en campo.

3.1.3.2. Revisión de datos y documentos de campo

También se abordó análisis con la revisión de datos existentes recopilados en el área de exportación.

3.1.3.3. Observación de campo

información actualizada de los eventos que se encuentran sucediendo en la empresa, específicamente en su proceso productivo del deshidratado de la uvilla.

3.1.4. Instrumentos

- Encuesta
- Recopilación de datos
- Revisión de datos documentados
- Software Solid Works
- Software ANSYS

3.2. Actividad de investigación

La investigación está enfocada en el clasificador de uvilla procesando los 3 tipos que son orgánica, transición y convencional, estos diferentes caracteres se les otorga a los proveedores dependiendo de su forma de tratamiento de cultivo, ya sea con estos dos tipos:

- Compuestos orgánicos naturales
- Compuestos químicos sintéticos o artificiales

3.3. Diagrama QFD

Un sistema completo que transforma las necesidades y preferencias del cliente en requisitos de diseño para productos o servicios también transmite las características que deben ser integradas en el proceso de desarrollo de los productos [28].

3.4. Fase funcional del diseño mediante módulos

Se lleva a cabo un análisis funcional del clasificador, identificando los siguientes módulos: Módulo 1: El ingreso de la uvilla sin clasificar, Módulo 2: Control de clasificación, Módulo 3: Sistema de clasificación y Módulo 4: Salida de la uvilla clasificada. Se consideran diferentes alternativas para cada una de estas funciones específicas, para lo cual se hace un estudio de criterios mediante su orden de importancia obteniendo la mejor solución para el desarrollo de la máquina.

3.5. Proceso DFMA

Para la elaboración de la propuesta primero se toma en consideración aspectos de diseño para la fabricación y montaje con base a la disponibilidad del mercado aspectos, tipo y formas para desarrollo de la máquina clasificadora. Se empieza por el prototipo de una máquina clasificadora. De este modo se logra obtener el diseño conceptual del clasificador, las tolvas, la estructura de soporte y el sistema de transmisión de fuerza.

3.6. Diseño mecánico

Nos habla que, [24] *“el diseño incluye actividades encaminadas a diseñar un producto cumpliendo especificaciones del cliente e implementarlo con todas las regulaciones y parámetros que permitan su fabricación”*.

El presente trabajo se empieza con la recopilación de datos sobre la clasificación de frutos o granos y su fuerza de trabajo de la máquina. Mediante la DFMA se realiza la elección de transmisión de potencia y mecanismo de clasificado para lo cual se obtiene un diagrama de cuerpo libre.

Se seleccionan los elementos de la máquina para su estudio mediante análisis de elementos finitos, y se verifican a través de cálculos analíticos. También, se realiza una simulación dinámica del clasificador para calcular la deformación en el eje principal,

determinar el esfuerzo requerido para girar el cilindro de clasificado. Además, se realizan estudios de los demás componentes para obtener el diseño del prototipo de la máquina clasificadora, dando la lista de materiales y los planos correspondientes.

4. CAPITULO IV

Análisis y resultados

4.1. Diagnóstico situacional inicial

4.1.1. Caracterización General de la Empresa

4.1.1.1.1. Reseña histórica

TERRAFERTIL fue establecida en el año 2005 bajo la iniciativa de David Bermeo, Jonathan Berg, Raúl Bermeo y Daniel Bermeo en su inicio fue en la deshidratación de alimentos y su posterior comercialización de con un enfoque en la goldenberry o uvilla, posteriormente ampliaron su catálogo con productos derivados de los deshidratados a esto se suma el procesamiento de frutos secos [5].

Su objetivo primordial es proporcionar al mercado una amplia variedad de productos con alta calidad y precios accesibles ofreciendo beneficios en la nutrición, siendo seleccionados meticulosamente desde su origen, proceso y distribución. [5].

Actualmente, se distribuye productos a más de 20 países a lo largo de todo el mundo, yendo de la mano con normativas locales e Internacionales incorporadas en sus plantas cumpliendo con calidad, inocuidad alimentaria, medio ambiente, seguridad ocupacional y una cadena de suministro eficaz [18].

4.1.1.1.2. Descripción de la organización

A lo largo de su trayectoria, ha adaptado su producción y procesamiento de productos para adaptarse a las necesidades de los nuevos mercados nacionales como internacionales comenzando como deshidratadora de frutos como la uvilla hasta la creación de productos envasados herméticamente [5].



Figura 2. Logotipo TERRAFERTIL S.A.

TABLA II

DATOS GENERALES TERRAFERTIL S.A.

TERRAFERTIL S.A.	
Razón social	TERRAFERTIL S.A.
Ubicación	Principal s/n Vía a Laguna de Mojanda
Ruc	1791993020001
Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU REV. 4.0):	C107 Elaboración de otros productos alimenticios
Gerente General	Ing. Juan Carlos Andrade Barahona

Fuente: descripción de empresa TERRAFERTIL [18].

4.1.1.1.3. *Ubicación geográfica*



Figura 3. *Ubicación geográfica*

Misión

Según [5], sostiene su misión en facilitar el estilo de vida mediante productos naturales, saludables, innovadores y sabor único.

4.1.1.1.4. *Visión*

Según [5], prioriza una visión de central una empresa líder a nivel nacional e internacional, presentando un compromiso en las sostenibilidad, innovación y desarrollo de soluciones nutritivas hacia la comunidad.

4.1.1.1.6. Layout Planta de exportación

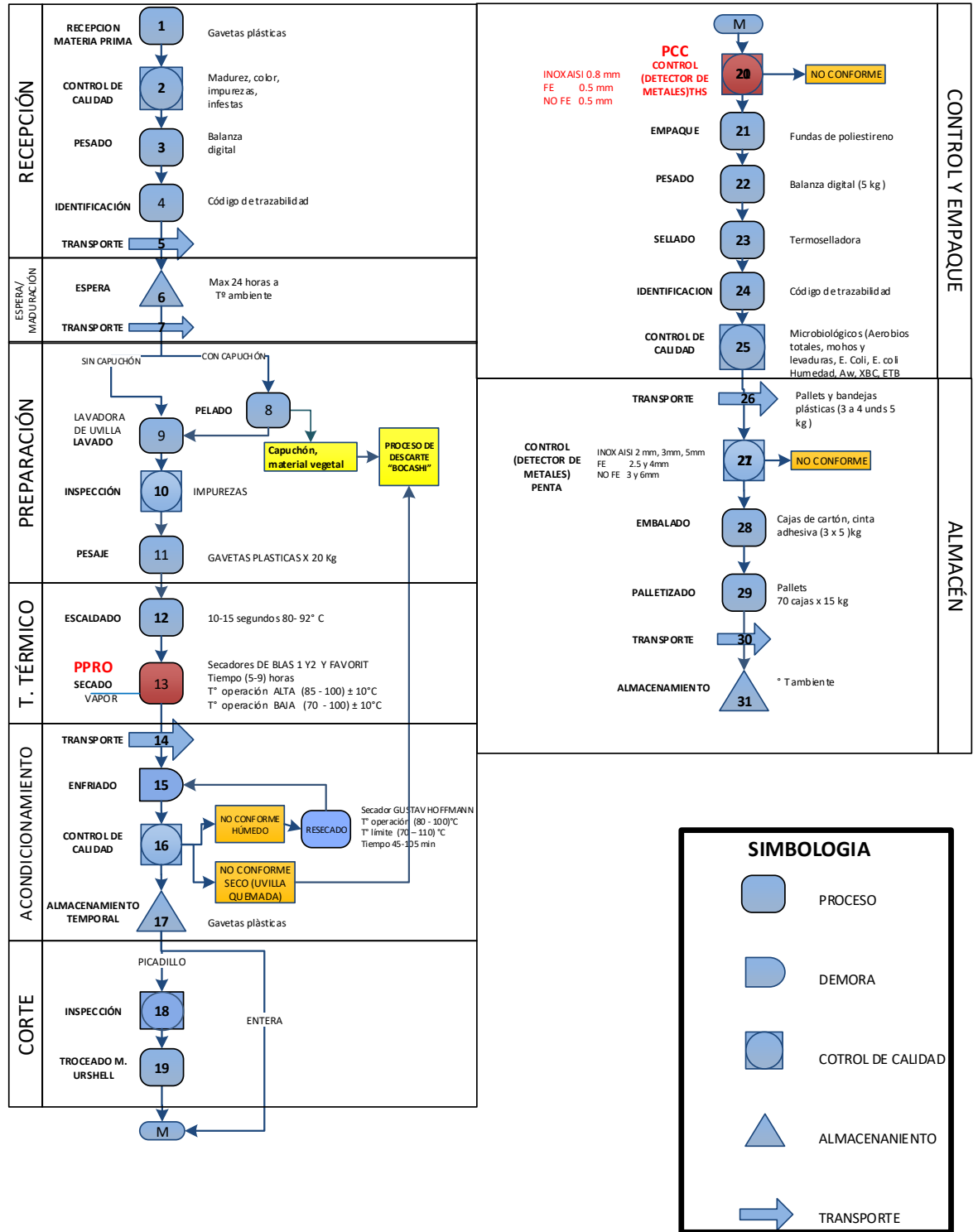


Figura 5. Flujo grama de deshidratado de uvilla

TABLA III


PROVEEDORES DE UVILLA Y SU TIPO DE PRODUCTO

PROVEEDORES	TIPO DE UVILLA
CUMBAS	Transición
AZAMA	Orgánica
CUZUBAMBA	Transición
CUMBAS	Orgánica
CALUQUI	Transición
ASOPROHORMAN	Orgánica
QUIMBIAMBA	Transición
QUILUMBA	Transición
GRANDA	Transición
CHAFUELAN	Transición
BOADA	Transición
BENITEZ	Transición
MONTENEGRO	Transición
MANZANO	Orgánica
UQUILLAS	Transición
MINAS	Transición
AGITRA	Transición
MINAS	Orgánica
ALBUJA	Transición
NIÑO JESUS	Transición
PAJUÑA	Convencional
COPUKA	Convencional
GUACHINGUERO	Convencional
ALCASIGA	Transición
PUJILI	Transición
BUENOS AIRES	Transición

4.1.2. Productividad inicial de la uvilla

Para el estudio de la productividad en la uvilla se realiza la muestra en un lote de producción de producción de en base a los proveedores de uvilla como se ve en el Anexo 3, donde se muestra la cantidad de uvilla que se ingresa a la planta de deshidratado. Para el respectivo análisis se hace una, investigación de campo e investigación cuantitativa, utilizando revisión y recolección de datos documentados.

Para comenzar con el estudio de uvilla deshidratada se toma una muestra un lote de 360kg siendo el ingreso de uvilla fresca inicial en el Horno Blasy 1 y Blasy 2, lo cual se puede ver en la figura 6



		Desperdicio de materia orgánica kg			
		PRUBAS: 15/08/2023			
		H. BLASY 1	H. BLASY 2	TIPO B- BLASY 1	TIPO B- BLASY 2
Turno 1	Ingreso (kg)	120	120		
	Salida (kg)	87	92	8	11
Turno 2	Ingreso (kg)	120	120		
	Salida (kg)	92	89	16	10
Turno 3	Ingreso (kg)	120	120		
	Salida (kg)	79	83	19	15
TOTAL kg		360,00	360,00	43,00	36,00

Figura 6. Datos de uvilla inicial y final con su respectivo porcentaje de salida de producto Tipo A y Tipo B

En el instructivo del deshidratado, (Anexo 4), muestra el proceso que debe llevar la uvilla como: el tipo de tratamiento que debe llevar la uvilla antes de llevar a los hornos de deshidratado, el tiempo que tarda en los hornos y como paso final de estudio en el área de mallas se clasifica la uvilla en Tipo A y Tipo B.

En este caso se realizó el seguimiento estudio en donde se recolecto los siguientes datos, dando el total de producto inicial de 720 kg y producto final de 258 kg en el H. Blasy 1 y H. Blasy 2 de 264 kg.

	H. BLASY 1	H. BLASY 2	TIPO B- BLASY 1	TIPO B- BLASY 2
TOTAL kg	360,00	360,00	43,00	36,00
TOTAL PDT. FINALkg	258,00	264,00		
PROMEDIO kg	86,00	88,00	14,33	12,00
TOTAL UVILLA TIPO A Kg	522,00			
TOTAL UVILLA TIPO B Kg	79,00			
PERDIDA	15%			
PROMEDIO TOTAL	26,33			

Figura 7. Producto inicial y producto final Tipo A y Tipo B

En el producto final tipo B da un total de 43 kg en el H. Blasy 1 y H. Blasy 2 de 36 kg, teniendo así un total de **79 kg** de uvilla tipos B con un promedio de **26.33 %** de desperdicios en la muestra de un lote producción, dando una pérdida de 15% de uvilla en una jornada de producción y un solo lote estudiado.

Hay que saber que el Tipo B de uvilla abarca: uvilla no deshidrata con un porcentaje de humedad mayor al 30%, uvilla reseca la cual tiene una humedad inferior al 10%, y por último

la uvilla quemada. Por lo general estos desfaces de humedad y quemados se da por la variación de tamaño en la uvilla.

4.1.3. Ensayo de producto clasificado

En este punto se da a conocer un ensayo realizado en donde se realiza el proceso de deshidratado de la uvilla, pero en este caso se hace un pre clasificado manual de un lote de uvilla, el clasificado se realizó mediante un parámetro que son el diámetro de la fruta y el estado físico de la misma.

Los factores del proceso de deshidratado de la fruta se verían afectados por la temperatura, velocidad, el corte de la fruta, el tiempo de operación y estado físico de la fruta por lo cual se da a conocer que en proceso de deshidratado se debe resolver todos estos parámetros que de alguna manera pueden afectar el producto final [29].

El ensayo se llevó a cabo utilizando la uvilla otorgada por los proveedores siendo mencionado en el anexo 3, durante algunas semanas se realizó la clasificación de la materia prima, de esta muestra se recolecta 720kg en donde se realizó el clasificado manual, este clasificado consta de diferentes medidas las cuales son mostradas en la tabla II siendo grande, mediana y pequeña.



Figura 8. *Uvilla clasificada*

La materia prima es clasificada y se coloca en una la bandeja del horno como se muestra en la figura 9, comenzando con el tiempo de proceso de 7 horas con una temperatura que varía entre de 85°C y 100°C como se muestras en el proceso visualizado en la figura 5.



Figura 9.*Procesamiento de uvilla deshidratada*

En todos los ensayos realizados se tomaron muestras de humedad inicial y final de la fruta estudiada, posteriormente se levantó una base de datos en donde se muestra una variación de humedad según el rango de uvilla que ha sido posteriormente deshidratada.

En el Anexo 6 se muestran los datos obtenidos en el ensayo del deshidratado de la uvilla mediante un clasificado manual. Los datos muestran un rango de humedad final dependiendo del diámetro de la uvilla, conociendo así que mientras mayor es el diámetro de la uvilla mayor será la humedad final después del deshidratado.

Mediante el análisis de estos datos experimentales obtenidos podemos concluir que, si estandarizamos los diámetros de la uvilla para el proceso de deshidratado, se reducirá los tiempos en la actividad de REPROCESO teniendo una mejora en la productividad al eliminar el tiempo de reproceso el cual genera un costo adicional en uso de tiempo y material utilizado, siendo así más eficiente este proceso de deshidratado.

4.2. Análisis

En el capítulo presente, se analiza el QDF y las funciones para determinar la mejor solución y alternativa en el desarrollo del diseño mecánico para la propuesta presentada. Se contrastan los resultados logrados a través de simulaciones y cálculos.

4.3. Análisis QFD

4.3.1. *Requerimiento del usuario*

La recopilación de requerimientos del usuario se obtuvo mediante una investigación de campo para lo cual se utilizó la herramienta de encuesta al personal involucrado en el desarrollo del proyecto, ver (Anexo 1).

- La máquina debe tener una capacidad de carga de 120 a 240kg/h
- El ingreso de las bandejas con uvilla para clasificar deberá ser secuencialmente una después de otra.
- El descargue de la uvilla debe ser de forma Manual de preferencia para abaratar costos.
- El diseño de la salida del producto clasificado puede ser lateral.
- El acceso para el mantenimiento de la máquina debe ser fácil ya que se debe lavar por cada variedad de uvilla que se clasifique.
- El material empleado en la fabricación debe ser de acero inoxidable, por el proceso de lavado con agua caliente para el clasificado de cada variedad de uvilla procesada.

4.3.2. *Voz del cliente*

Se entrelaza con las necesidades, deseos, expectativas, características expresadas por el cliente sobre un producto o servicio.

4.3.3. *Voz del Ingeniero*

En este paso se conjugan los requerimientos del usuario con la voz del ingeniero utilizando Despliegue de Función de Calidad (QFD) obteniendo ponderaciones para los requisitos de diseño dándonos especificaciones técnicas según el orden de prioridad.

4.3.4. *Especificaciones técnicas*

TABLA IV
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Cliente: Productores de Uvilla		Proyecto: Clasificador de Uvilla		Fecha de inicio: 27/04/2024	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
Concepto	Fecha	Propone	R/D	Descripción	
Bajo Costo	27/04/2024	C	R	Delimitado a la capacidad de la empresa de adquisición material.	
Capacidad de producción 120 a 240kg	27/04/2024	C	R	Capacidad del cilindro clasificador	
Higiene	27/04/2024	C+I	R	El material debe ser de acero inoxidable	
Fácil capacitación	27/04/2024	C	R	Control de ON/OFF de indicado por colores	
Riesgos	27/04/2024	C+I	R	Cubrir las transmisiones de potencia que se encuentran en movimiento	
Mantenimiento	27/04/2024	C	R	Disponibilidad de materiales y herramientas en el mercado para montaje y desmontaje	
Energía	27/04/2024	I	R	Alimentación de corriente eléctrica y potencia de motor	
Salida	27/04/2024	C	D	Tolva de salida	
Propone	C=Cliente	I=Ingeniero /	Parámetro	R=Requerimiento	D=Deseo

4.4. Fase funcional del diseño

4.4.1. *Diagramas de funciones*

El siguiente método determina la selección de las funciones de cada parte del proyecto mediante un diagrama de flujo, para lo cual se obtiene el nivel 0,1 y 2 [30].

El nivel 0 se ilustra el nivel más básico de proceso, comenzando con el accionamiento de una energía, señal e incorporación de uvilla sin clasificar pasa por la clasificación y finalmente obtenida uvilla clasificada, ver figura 6

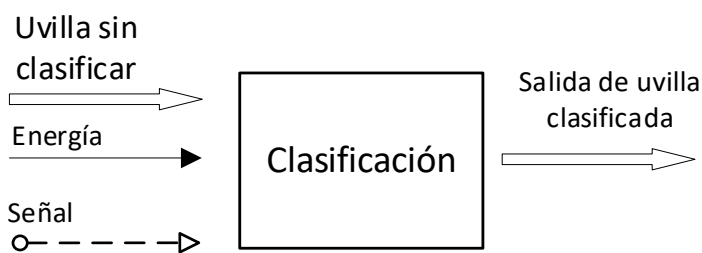


Figura 10. Diagrama de funcional Nivel 0

El nivel 1 se asume el encendido del sistema motriz y forma de ingreso de la uvilla, consecuentemente dando la clasificación, y así obteniendo en la salida uvilla clasificada.

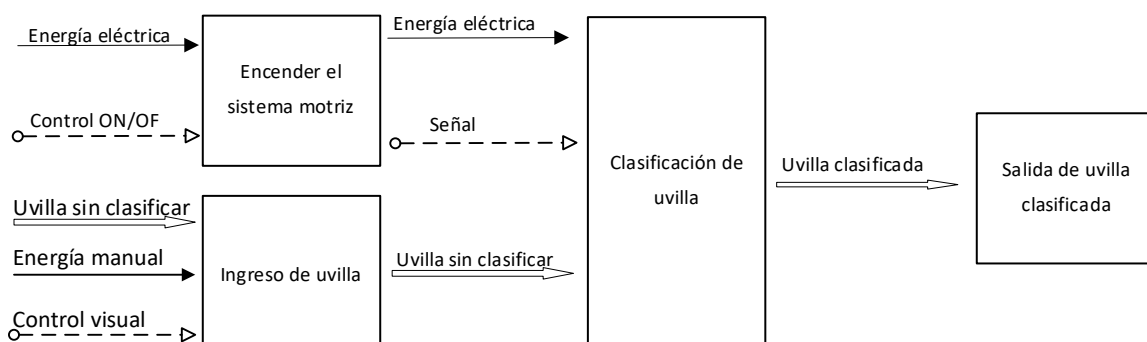


Figura 11. Diagrama de flujo Nivel

Para el nivel 2 se analiza el diagrama funcional del Nivel 1 para conocer todos los procesos que se implican en el clasificado de uvilla. Comenzando con el control de clasificado el cual da una señal eléctrica de 120v al motor trifásico generando la fuerza en la transmisión de potencia pasando al mecanismo de clasificado, consecuentemente se realiza el ingreso de la uvilla sin clasificar, el cual consta de energía manual provocando el descenso de la uvilla al mecanismo de clasificado de uvilla, dando así el paso final de salida con uvilla clasificada.

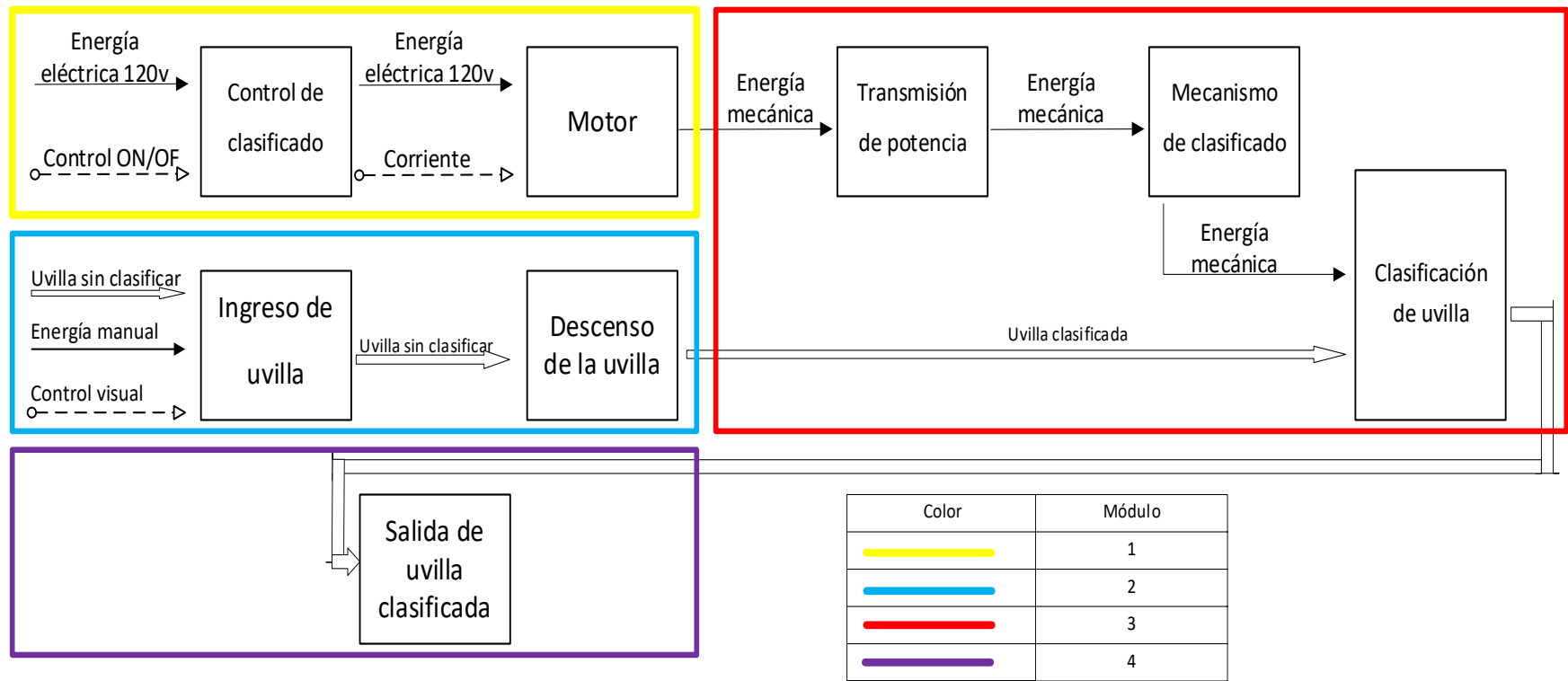


Figura 12. Diagrama de flujo Nivel 2

4.4.2. *Análisis modular*

Como punto de partida tenemos que enfocarnos en el diagrama funciones nivel 2, en donde se analiza los diferentes módulos siendo Módulo 1: ingreso de uvilla, Módulo 2: Sistema de control, Módulo 3: Clasificador y Módulo 4: Salida de Uvilla Clasificada.

4.4.2.1. **Modulo 1: Ingreso de Uvilla**

Se da a conocer la función de a) Ingreso de Uvilla y b) Descenso de Uvilla.

4.4.2.1.1. *Funciones del Módulo 1*

a) *Ingreso de la Uvilla*

- *Automática:*

Las gavetas de uvillas son trasladadas mediante una banda transportadora de rodillos metálicos acondicionados por gravedad, con segmentos funcionamientos automatizados, ver figura 9.

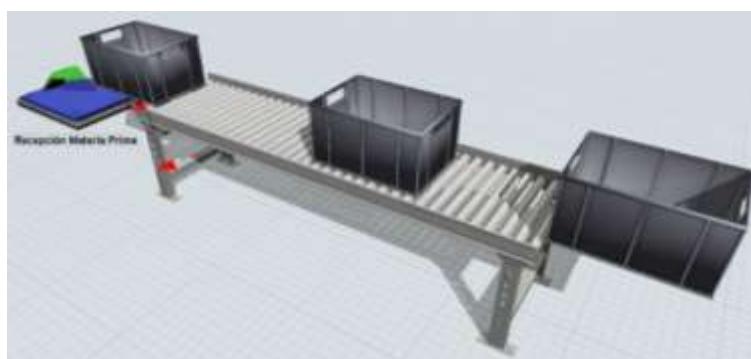


Figura 13. Transportadora de rodillos automatizados

TABLA V

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL TRANSPORTADOR

Ventajas	Desventajas
Equipos manipulables	Costo de implemento
Embarque inmediato	
No consume energía eléctrica	

- *Manual*

El ingreso de las gavetas de las gavetas en la tolva se hace mediante operario como se observa en la fig. 14.

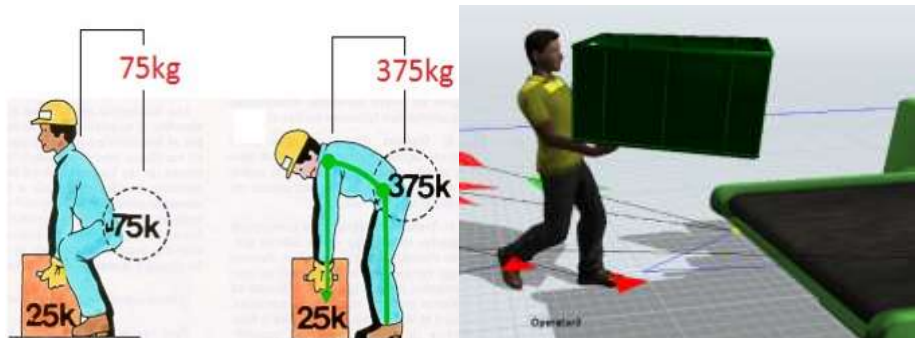


Figura 14. Levantamiento de Cargas [30].

TABLA VI

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE DESCARGA MANUAL

Ventajas	Desventajas
Bajo costo	Riesgo ergonómico
Manipulación directa	

b) Descenso de la uvilla

Para el descenso de la uvilla tenemos en cuenta que se realiza el ingreso por una tolva para esto debemos saber que existen diferentes formas de tolvas para alimentos, por ejemplo, una “Tolva Piramidal-Rectangular”, una “Tolva Trapezoidal -Triangular” y una “Tolva Rectangular”.

- Tolva Piramidal – Rectangular

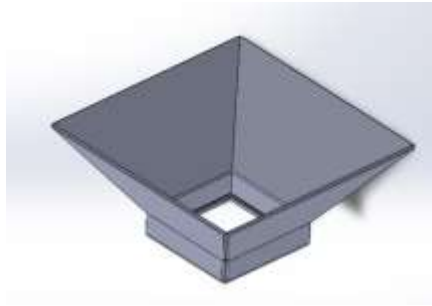


Figura 15. Tolva Piramidal

Este tipo de tolva es mixta una parte forma piramidal y la salida de forma rectangular o cuadrangular como se ve en la figura 15 y sus criterios de aprobación en la tabla VII.

TABLA VII

VENTAJAS Y DESVENTAJAS TOLVA

Ventajas	Desventajas
Evita que el material salga durante el descenso	Costo de fabricación
	Tiempo de mantenimiento

- Tolva Trapezoidal -Triangular

Esta tolva una formade triangulo rectángulo semi trapezoidal acoplando de mejor manera en la entrada la clasificadora como muestra en la figura 12, y sus criterios de aprobación en la tabla VIII.

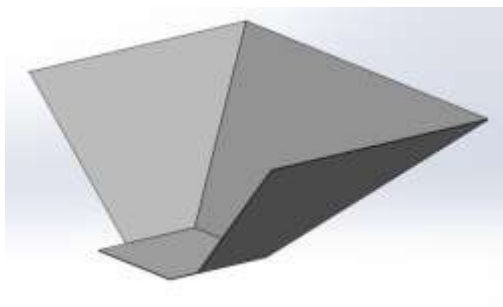


Figura 16. Tolva trapezoidal

TABLA VIII

VENTAS Y DESVENTAJES TOLVA TRAPEZOIDAL

Ventajas	Desventajas
Acoplamiento directo en la entrada de la clasificadora	Costo de fabricación
Evita derrame del producto	

- Tolva Rectangular

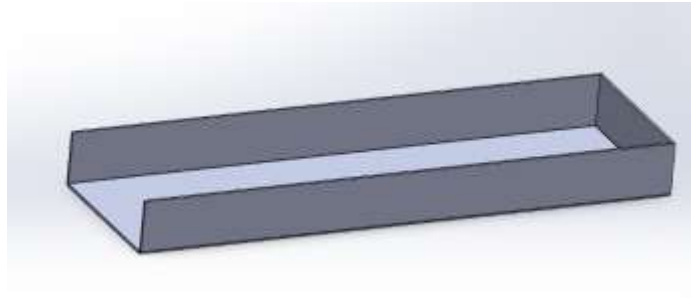


Figura 17. Tolva rectangular

La forma rectangular alargada dependiendo de la forma de entrada en su acople, como se ve en la figura 13, y criterios de aprobación en la tabla IX.

TABLA IX

VENTAJAS Y DESVENTAJES TOLVA RECTANGULAR

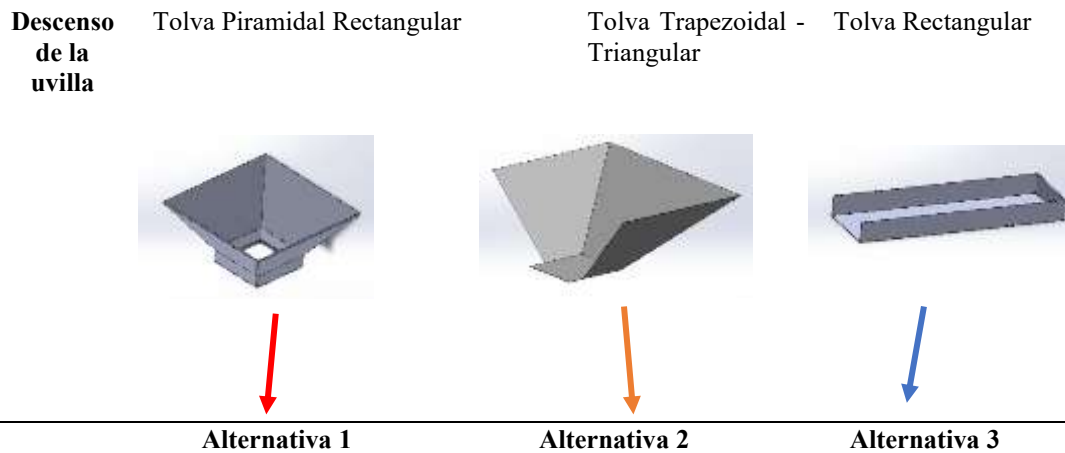
Ventajas	Desventajas
Fácil construcción	Riesgo de derrame del producto
Fácil mantenimiento	Mayor costo de material

4.4.2.1.2. Estudio de Solución en el Módulo 1

TABLA X

PROPUESTA DE SOLUCION EN MÓDULO 1

Función	Componentes
Ingreso de la uvilla	Banda transportadora
	Carga Manual



4.4.2.1.3. Prueba de Alternativas del Módulo 1

En la selección se realiza una evaluación dependiendo a los criterios tratados en la tabla de Especificaciones Técnicas del usuario, cliente e ingeniero en donde se realiza una evaluación a dichas ponderación, considerando cuales son las más importantes para el Módulo 1 que son:

- Costo: los materiales de fabricación deber ser adquiridos en el mercado local para la reducción costo de fabricación.
- Higiene se debe tener una fabricación con materiales inoxidables.
- Seguridad se enfoca en evitar los riesgos ergonómicos.
- El montaje y acoplamiento de piezas para el mantenimiento debe ser fácil.
- Ingreso debe haber un descenso de una gaveta de 120kg a la vez.

En el presente punto de la tabla XI se conoce la valoración y evaluación de módulo 1.

TABLA XI
VALORACION CRITERIOS MODULO 1

	Costo	Higiene	Seguridad	Mantenimiento	Ingreso	$\Sigma+1$	Ponderación
Costo		1	1	1	1	5,00	0,33
Higiene	0		1	1	1	4,00	0,27
Seguridad	0	0		1	1	3,00	0,20
Mantenimiento	0	0	0		1	2,00	0,13
Ingreso	0	0	0	0		1,00	0,07
				Total		15,00	1,00

Costo > Higiene > Seguridad > Mtt > Ingreso

En las siguientes tablas, las cuales muestran las alternativas y las diferentes soluciones en Costo, Higiene, Seguridad, Mantenimiento e Ingreso.

TABLA XII

VALORACION DE CRITERIO "COSTO" MODULO 1

Costo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0	1,00	0,17
Alternativa 2	1		0	2,00	0,33
Alternativa 3	1	1		3,00	0,50
			Total	6,00	1,00
Alternativa 3 > Alternativa 2 > Alternativa 1					

TABLA XIII

VALORACION DE CRITERIO "HIGIENE" MODULO 1

Higiene	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0	1,00	0,17
Alternativa 2	1		1	3,00	0,50
Alternativa 3	1	0		2,00	0,33
			Total	6,00	1,00
Alternativa 2 > Alternativa 3 > Alternativa 1					

TABLA XIV

VALORACION DE CRITERIO "SEGURIDAD" MODULO 1

Seguridad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	1	3,00	0,60
Alternativa 2	0		0	1,00	0,20
Alternativa 3	0	0		1,00	0,20
			Total	5,00	1,00
Alternativa 1 > Alternativa 2 = Alternativa 3					

TABLA XV

VALORACION DE CRITERIO "MANTENIMIENTO" MODULO 1

Mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0	1,00	0,17
Alternativa 2	1		1	3,00	0,50
Alternativa 3	1	0		2,00	0,33
			Total	6,00	1,00
Alternativa 2 > Alternativa 3 > Alternativa 1					

TABLA XVI
VALORACION DE CRITERIO “INGRESO” MODULO 1

Ingreso	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0,5	2,00	0,33
Alternativa 2	0,5		0,5	2,00	0,33
Alternativa 3	0,5	0,5		2,00	0,33
Total				6,00	1,00
Alternativa 1 = Alternativa 2 = Alternativa 3					

En la actual tabla XVII se da a conocer el resultado de enfocado al módulo 1, dando como conclusión que la mejor es la Alternativa 2.

TABLA XVII
SOLUCION PARA EL MODULO 1

	Costo	Higiene	Seguridad	Mantenimiento	Ingreso	$\Sigma+1$	Prioridad
Alternativa 1	0,056	0,044	0,120	0,022	0,022	1,21	2,00
Alternativa 2	0,111	0,133	0,040	0,067	0,022	1,26	1,00
Alternativa 3	0,167	0,089	0,040	0,044	0,022	1,20	3,00

4.4.2.2. Módulo 2: Sistema de Control de Clasificado

En este punto se encuentra A) Control de clasificado y B) Motor de potencia, y cuál será la función para la variación de frecuencia automático o manual.

4.4.2.2.1. Funciones del Módulo 2

a) Control de Clasificación

Se considera las siguientes opciones para el proceso de clasificado de la uvilla considerando los siguientes: “Controladores, Interruptor termomagnético tripolar Relé térmico, Variadores de frecuencia automático o manual, pulsadores e indicador piloto de advertencia”.

- Sistema de arranque directo

En este punto se toma en cuenta el arranque de motor directo por lo cual se utiliza las herramientas como interruptor termomagnético, Indicador piloto de advertencia pulsadores NC

y NO, para la parte de guarda motor se propone que es de mayo eficiencia un con una corriente nominal de 24 A ya que es un protector ideal para cortocircuitos en altas y bajas tenciones de corriente [31].

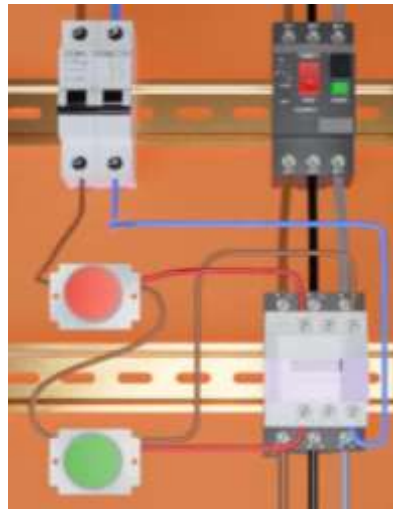


Figura 18. Sistema de arranque directo, controladores etc.

TABLA XVIII

VENTAJES Y DESVENTAJAS CONTROLADORES INTERRUPTORES

Ventajas	Desventajas
Fácil construcción	
Fácil mantenimiento	
Bajo costo	

- PLC

SIEMENS ha desarrollado el módulo lógico inteligente, Logo 8 se destaca por su sencillo ensamblaje, reducido cableado y configuración mediante el software adecuado [32].



Figura 19. Siemens LOGO

TABLA XIX

VENTAJAS Y DESVENTAJAS LOGO SIEMENS

Ventajas	Desventajas
Fácil implementación	Costo de adquisición
Fácil mantenimiento	
Soporte de altas temperaturas	

- Variador de frecuencia

El microprocesador de frecuencia ACS150 tiene como objetivo de poder ser instalado en diversas máquinas, como mezcladoras, cintas transportadoras, bombas o ventiladores, también se pueden utilizar en cualquier otra aplicación que requiera un motor de velocidad fija y necesite la flexibilidad de contar con un motor de velocidad variable [33].



Figura 20. Variador de frecuencia

TABLA XX

VENTAJAS Y DESVENTAJAS VARIADOR DE FRECUENCIA

Ventajas	Desventajas
Maneja entradas salidas analógicas y digitales	Costo de adquisición
Fácil programación	

- b) Motor de potencia
 - Motor trifásico

Un motor eléctrico es un dispositivo que transforma energía eléctrica en energía cinética. Es ampliamente utilizado en casi todas las industrias y aplicaciones. Existen dos tipos

de motores eléctricos: monofásica y trifásica. Mientras los motores monofásicos tienen un solo devanado y un hilo neutro, los motores trifásicos tienen tres devanados separados [34].



Figura 21. Motor trifásico

TABLA XXI

VENTAJAS Y DESVENTAJAS MOTOR TRIFASICO

Ventajas	Desventajas
Fácil adquisición en el mercado local.	Requiere instalación trifásica para su montaje
Fácil programación	
Fajo solido	
Costo bajo	

- Motorreductores

Un motorreductor es un dispositivo compacto que combina tanto un reductor de velocidad como un motor en una unidad única. Gracias a esta combinación, es posible lograr una disminución automática de la velocidad del equipo [35]



Figura 22. reductor de frecuencia mecánica

TABLA XXII

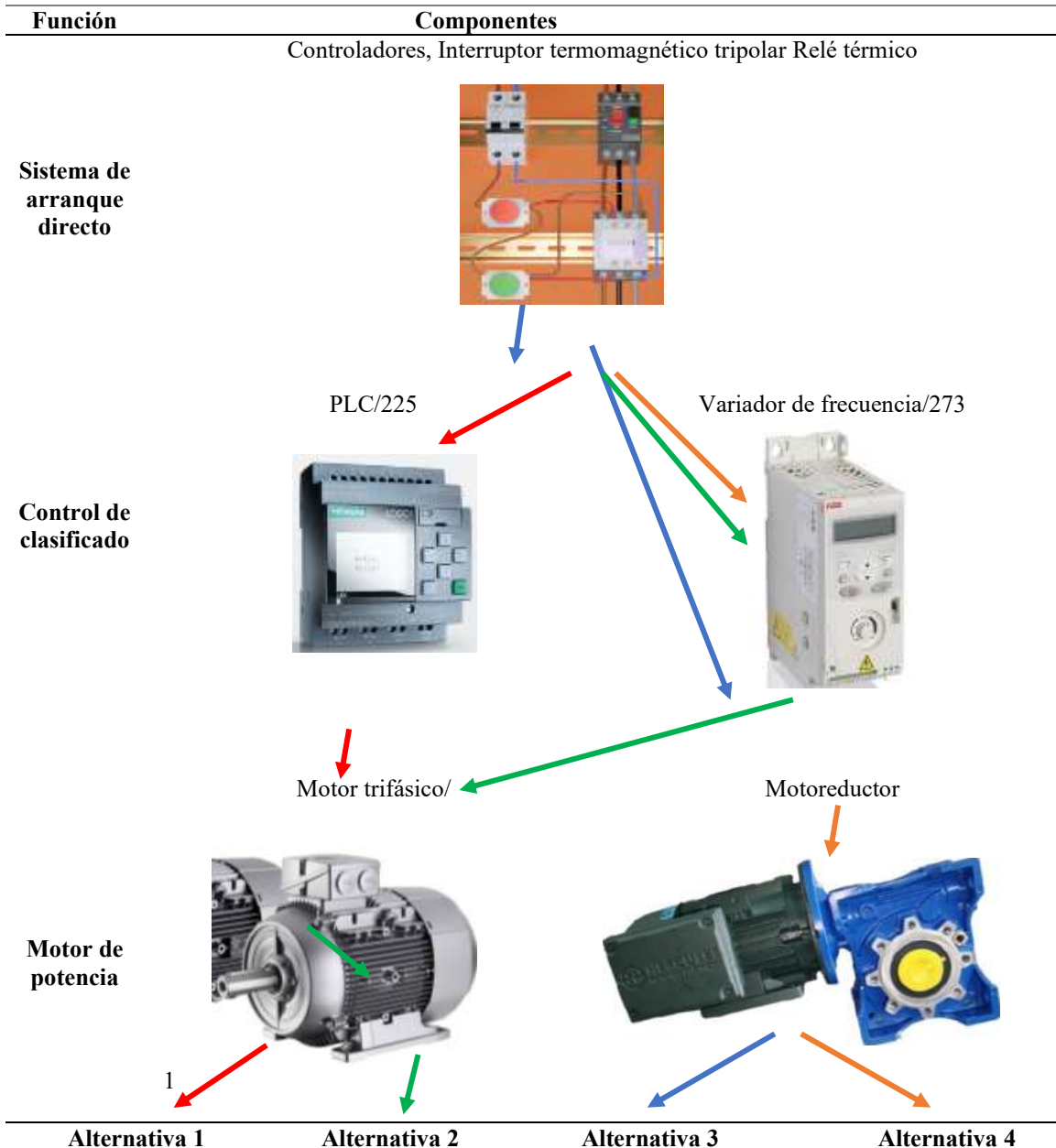
VENTAJAS Y DESVENTAJAS MOTOREDUCTOR

Ventajas	Desventajas
Fácil manejo	Costo de adquisición
Aumenta la fuerza	Poca adquisición en el mercado
Fácil implementación	
Fácil mantenimiento	

4.4.2.2.2. Estudio de Soluciones en el Módulo 2

TABLA XXIII

PROPUESTA DE SOLUCION EN MODULO 2



4.4.2.2.3. Prueba de Alternativas de Módulo 2

En las opciones del módulo 2 se realiza una evaluación dependiendo a los criterios tratados en la tabla de Especificaciones Técnicas, cliente e ingeniero en donde se realiza una evaluación a dichas ponderaciones, considerando cuales son las más importantes para el Módulo 2:

- Costo, el equipo implementado en el sistema de control y motor debe ser de bajo costo.
- Control, la implementación debe ser fácil, con manipulación y manejo lógico e intuitivo.
- Velocidad de giro, la cual debe constar con una velocidad constante.
- Mantenimiento, debe centrarse en fácil montaje e implementación de piezas para el control de clasificado.

En la siguiente tabla se visibiliza la valoración y evaluación de módulo 2.

TABLA XXIV

VALORACION DE CRITERIOS EN MODULO 2

	Costo	Control	Velocidad de Giro	Mantenimiento	$\Sigma+1$	Ponderación
Costo		1	1	1	4,00	0,40
Control	0		1	0,5	2,50	0,25
Velocidad de Giro	0	0		1	2,00	0,20
Mantenimiento	0	0,5	0		1,50	0,15
				Total	10,00	1,00
Costo >Control> Velocidad de Giro>Mantenimiento						

En las siguientes tablas XXV, XXVI, XXVII y XXVIII se da a conocer las especificaciones Costo, Control, Velocidad de Giro y Mantenimiento con sus respectivas ponderaciones y soluciones.

TABLA XXV

VALORACION DE CRITERIO "COSTO" MODULO 2

Costo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0	1	1,50	0,20
Alternativa 2	1		0	1	2,00	0,27
Alternativa 3	1	1		1	3,00	0,40
Alternativa 4	0	0	0		1,00	0,13
			Total		7,50	1,00

Alternativa 3>Alternativa 1=Alternativa 2>Alternativa 4

TABLA XXVI

VALORACION DE CRITERIO "CONTROL" MODULO 2

Control	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0	0	1,50	0,14
Alternativa 2	1		1	1	4,00	0,38
Alternativa 3	1	1		1	4,00	0,38
Alternativa 4	0	0	0		1,00	0,10
			Total		10,50	1,00

Alternativa 4=Alternativa 3>Alternativa 1=Alternativa 2

TABLA XXVII

VALORACION DE CRITERIO "VELOCIDAD DE GIRO" MODULO 2

Velocidad de Giro	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	1	0	2,50	0,25
Alternativa 2	0,5		1	0	2,50	0,25
Alternativa 3	0	0		0	1,00	0,10
Alternativa 4	1	1	1		4,00	0,40
			Total		10,00	1,00

Alternativa 4>Alternativa 1=Alternativa 2>Alternativa 3

TABLA XXVIII

VALORACION DE CRITERIO "MANTENIMIENTO" MODULO 2

Mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0,5	0,5	2,00	0,28
Alternativa 2	0,5		0,5	0,5	2,00	0,28
Alternativa 3	0,5	0,5		0,5	2,00	0,28
Alternativa 4	0,5	0	0,5		1,50	0,17
			Total		9,00	1,00

Alternativa 4>Alternativa 1=Alternativa 2=Alternativa 3

Después de realizar las ponderaciones nos da como resultado del análisis de criterios que la mejor alternativa para el Módulo 2 es la Alternativa 2, como se muestra en la tabla XXIX.

TABLA XXIX
SOLUCION PARA EL MODULO 2

	Costo	Control	Velocidad de Giro	Mantenimiento	$\Sigma+1$	Prioridad
Alternativa 1	0,080	0,036	0,050	0,042	1,13	3,00
Alternativa 2	0,107	0,095	0,050	0,042	1,19	1,00
Alternativa 3	0,160	0,095	0,020	0,042	1,16	2,00
Alternativa 4	0,053	0,024	0,080	0,025	1,13	4,00
Alternativa 2 > Alternativa 3 > Alternativa 1 = Alternativa 4						

4.4.2.3. Módulo 3: Sistema de Clasificado

En este respectivo punto se analiza dos puntos A) Transmisión de Potencia y B) Mecanismo de clasificado C) Sistema de Clasificado.

4.4.2.3.1. Funciones del Módulo 3

a) Transmisión de Potencia

En este punto de estudio se toma en cuenta dos alternativas como “transmisión de cadena” y “transmisión de polea”.

- Cadena

La transmisión de potencia por cadena permite transferir energía mecánica entre dos piñones con mayor resistencia. Existen diferentes materiales con los que se pueden fabricar las cadenas, como acero y aleaciones especiales, entre otros, para este trabajo se pone en consideración cadenas de rodillos y dos hileras siendo más reforzada [36].



Figura 23. Transmisión por cadena

TABLA XXX

VENTAJAS Y DESVENTAJAS TRANSMISION POR CADENA

Ventajas	Desventajas
Fácil cortar y conectar cadenas	Costo de adquisición
Mantiene la relación de transmisión constante	Sistema más ruidoso
Rendimiento mecánico de hasta un 98%. Transmisión con amplia gama de potencias	Requiere de lubricación

- Transmisión por Correa y poleas

Este método para transferir energía mecánica entre dos poleas, se utiliza mediante una correa. Esta solución es fácil de implementar y económica, empleándose en diversos ámbitos como motores pequeños, sistemas de ventilación y maquinaria liviana. Existen distintos materiales con los cuales se pueden fabricar las correas, como goma, poliuretano y otros [36].



Figura 24. Bandas y Poleas

TABLA XXXI

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE TRANSMISION POR CORREA

Ventajas	Desventajas
Funcionamiento silencioso	Deslizamiento de la banda
Permite absorber choques de la transmisión	Perdida de potencia
Permite transmitir potencia a distancias grandes	Fatiga en el eje principal
Fácil mantenimiento	
Bajo costo	

b) Mecanismo de Clasificado

Este punto se considera el mecanismo de clasificado mediante un cilindro el cual consta de tres niveles de agujeros con sus respectivas medidas y el otro seria rodillos y su color.

- Por su dimensión o diámetro de forma mecánica

Para realizar la clasificación por tamaño, existen varias opciones: utilizar bandas divergentes, rodillos giratorios para mover el producto y cilindros giratorios. La capacidad de operación puede ser diferente dependiendo de la longitud del calibrador y el número de calibres establecidos en la forma del clasificado [37].

TABLA XXXII
MECANISMOS DE CLASIFICADO

Ventajas	Desventajas
Mayor cantidad de clasificado	Mayor mano de obra
Bajo costo	
Fácil de manipular	
Bajo costo de mantenimiento	

- Por el color con un sistema automatizado

Calibración utilizando sistemas ópticos en donde los productos se mueven de forma individual, como en los sistemas de clasificación según su peso, mientras pasan por delante de cámaras equipadas con diferentes fuentes luminosas y automatizaciones con sensores aplicados con PLC. Mediante las imágenes adquiridas de cada fruta, es posible clasificarlas tomando en cuenta su densidad, color y posibles imperfecciones [37].

TABLA XXXIII
MECANISMO DE CLASIFICADO AUMATICO

Ventajas	Desventajas
Mayor exactitud en el proceso	Adquisición en el mercado local
Bajo costo de mano de obra	Alto costo de fabricación
Mayor tiempo de trabajo	Costo de mantenimiento

c) Sistema de clasificado

Se toma en cuenta varios tipos de sistemas de clasificado como ya sean automatizados con PLC o convencionales como los rodillos, cilindros y aros rotativos

- Cilindro

El clasificado mediante cilindro consta de tres niveles los cuales tiene grande, mediano y pequeño en el diámetro especificado de los frutos a clasificar, siendo apreciado en la figura 21.

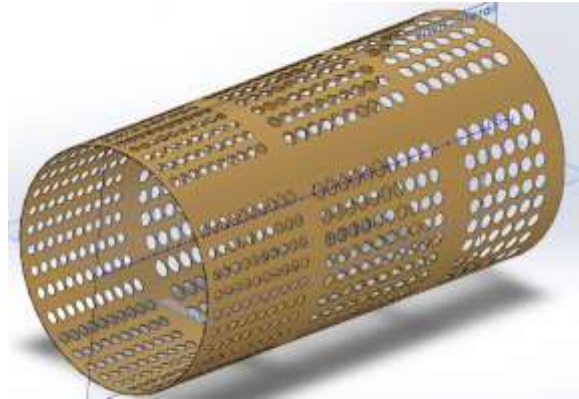


Figura 25. Cilindro

TABLA XXXIV

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CILINDRO

Ventajas	Desventajas
Bajo costo	Clasificación de un solo producto
Materiales de fácil adquisición	
Fácil mantenimiento	
Fácil manipulación	

- Aros

Un eje vertical sostiene una estructura circular que gira, la cual está equipada con componentes para clasificar los productos de manera individualizada. Esta estructura se compone de dos anillos. En cada una de las patas del chasis se coloca un sistema de rodillos que soporta el anillo principal, asegurándose que tenga dimensiones adecuadas. Además de tener dispositivos que permiten variar la velocidad de rotación [38], siendo apreciado en la siguiente figura 22.

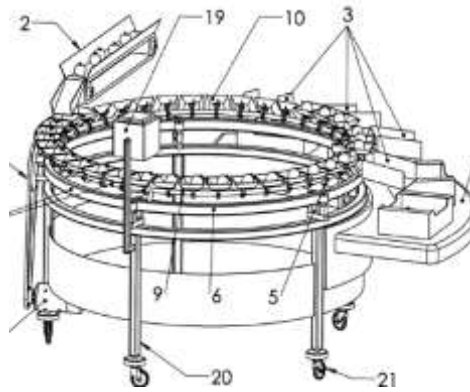


Figura 26. Clasificador de frutos por peso con PLC utilizado aros

TABLA XXXV

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CLASIFICADO POR PESO MEDIANTE AROS

Ventajas	Desventajas
Maquina portátil	Clasificación de un solo producto
Varios tipos de formas de clasificado	Alto costo de fabricación
Fácil manipulación	Mantenimiento

- Rodillos

La clasificación por rodillos emplea el giro de los rodamientos para impulsar los rodillos en la plataforma de clasificación, logrando que se vayan alejando progresivamente entre sí. De esta manera, el material puede ser clasificado por tamaño al dejarse caer a través del espacio entre los rodillos de la cinta transportadora de frutas [39].



Figura 27. Clasificado mediante rodillos

TABLA XXXVI

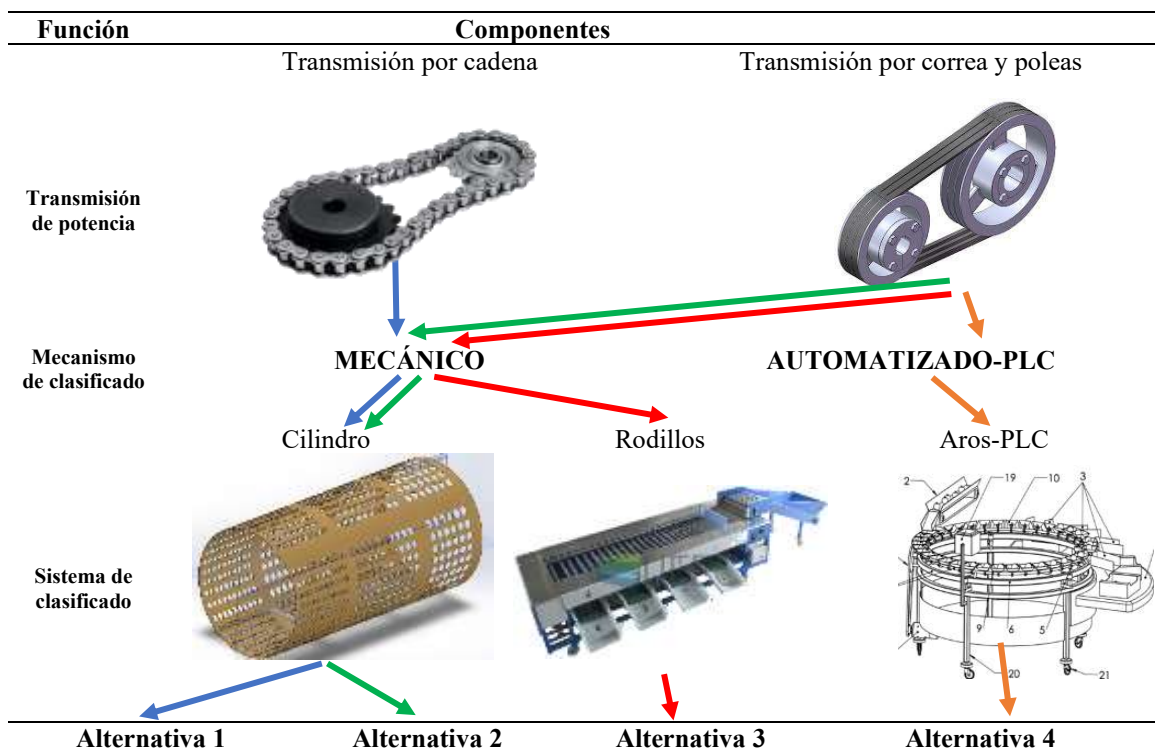
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE RODILLOS

Ventajas	Desventajas
Buena movilidad	Fabricación
Fácil manipulación	Alto costo de fabricación
	Mantenimiento

4.4.2.3.2. Estudio de Soluciones en el Módulo 3

TABLA XXXVII

PROPUESTA DE SOLUCION MODULO 3



4.4.2.3.3. Prueba de Alternativas del Módulo 3

Mediante las características analizadas, se considera para el módulo 3 los siguientes aspectos.

- Costo, lo cual se enfoca a adquisición de materiales en el mercado nacional.
- Instalación este debe de fácil montaje de desmontaje.
- Mantenimiento está centrado en fácil adquisición de repuestos.
- Seguridad, se enfoca en la seguridad ergonómica del operario.

- Higiene el cual se enfoca a la limpieza de la maquinaria por lo cual debe ser de materiales inoxidables debido a la producción de alimentos.
- Control, debe ser de fácil y de rápida operación.

La tabla siguiente se realiza la valoración de criterios enfocado al módulo 3.

TABLA XXXVIII
VALORACION DE CRITERIOS MODULO 3

	Costo	Instalación	Mtt	Seguridad	Higiene	Control	$\Sigma+1$	Ponderación
Costo		1	1	1	1	0,5	5,50	0,26
Instalación	0		0,5	0	0,5	0	2,00	0,10
Mtt	0	0,5		0	0	0	1,50	0,07
Seguridad	0	1	1		1	0	4,00	0,19
Higiene	0	0,5	1	0		0	2,50	0,12
Control	0,5	1	1	1	1		5,50	0,26
							21,00	1,00

Costo = Control > Seguridad > Higiene > Instalación

TABLA XXXIX
VALORACION DE CRITERIO "COSTO" MODULO 3

Costo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0	1	2,00	0,20
Alternativa 2	1		0,5	1	3,50	0,35
Alternativa 3	1	0,5		1	3,50	0,35
Alternativa 4	0	0	0		1,00	0,10
			Total			1,00
					10,00	

Alternativa 2 = Alternativas 3 > Alternativa 1 > Alternativa 4

TABLA XL
VALORACION DE CRITERIO "INSTALACION" MODULO 3

Instalación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	1	1	3,00	0,30
Alternativa 2	1		1	1	4,00	0,40
Alternativa 3	0	0		1	2,00	0,20
Alternativa 4	0	0	0		1,00	0,10
			Total			1,00
					10,00	

Alternativa 2 > Alternativas 1 > Alternativa 3 > Alternativa 4

TABLA XLI

VALORACION DE CRITERIO “MANTENIMIENTO” MODULO 3

Mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	1	1	3,50	0,35
Alternativa 2	0,5		1	1	3,50	0,35
Alternativa 3	0	0		1	2,00	0,20
Alternativa 4	0	0	0		1,00	0,10
Total					10,0	1,00

Alternativa 1 = Alternativas 2 > Alternativa 3 > Alternativa 4

TABLA XLII

VALORACION DE CRITERIO “SEGURIDAD” MODULO 3

Seguridad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0,5	0,5	2,50	0,25
Alternativa 2	0,5		0,5	0,5	2,50	0,25
Alternativa 3	0,5	0,5		0,5	2,50	0,25
Alternativa 4	0,5	0,5	0,5		2,50	0,25
Total					10,00	1,00

Alternativa 2 = Alternativas 3 = Alternativa 1 = Alternativa 4

TABLA XLIII

VALORACION DE CRITERIO “HIGIENE” MODULO 3

Higiene	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0,5	1	2,50	0,25
Alternativa 2	1		0,5	1	3,50	0,35
Alternativa 3	0,5	0,5		1	3,00	0,30
Alternativa 4	0	0	0		1,00	0,10
Total					10,00	1,00

Alternativa 2 = Alternativas 1 > Alternativa 3 > Alternativa 4

TABLA XLIV

VALORACION DE CRITERIO “CONTROL” MODULO 3

Control	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0,5	0	2,00	0,20
Alternativa 2	0,5		0,5	0	2,00	0,20
Alternativa 3	0,5	0,5		0	2,00	0,20
Alternativa 4	1	1	1		4,00	0,40
Total					10,00	1,00

Alternativa 4 > Alternativas 3 = Alternativa 1 = Alternativa 2

Al finalizar la ponderación de los datos del Módulo 3, tenemos como resultado la Alternativa 2, como se puede observare en la tabla.

TABLA XLV
SOLUCION MODULO 3

	Costo	Instalación	Mantenimiento	Seguridad	Higiene	Control	$\Sigma+1$
Alternativa 1	0,052	0,029	0,025	0,048	0,030	0,05	1,18
Alternativa 2	0,092	0,038	0,025	0,067	0,030	0,05	1,21
Alternativa 3	0,092	0,019	0,014	0,057	0,030	0,05	1,17
Alternativa 4	0,026	0,010	0,007	0,019	0,030	0,10	1,17

Alternativa 2

4.4.2.4. Módulo 4: Salida de la uvilla clasificada

Para finalizar este presente módulo se encuentra A) Salida de uvillas

4.4.2.4.1. Funciones del Módulo 4

a) Salida de uvilla

En este punto se analiza la recolección de la uvilla clasificada, en gavetas plásticas o bandejas de acero inoxidable, utilizando como movilizador un montacargas manual.

- Tolva

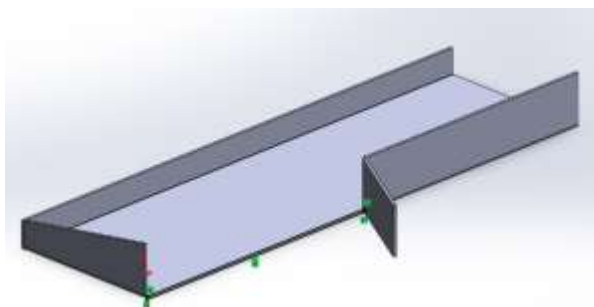


Figura 28. Tolva de salida

- Montacargas manual

Es una maquinaria ideal para el manejo en lugares con espacio reducido, ayudando al operario en el movimiento de cargas pesadas [40].



Figura 29. Montacargas manual

- Gaveta plástica

Las gavetas plásticas constan con una capacidad de 20kg y pueden ser colocadas una sobre otra para evitar el contacto con el suelo y no existe contaminación [41].



Figura 30. Gavetas plásticas

TABLA XLVI

GAVETAS PLASTICAS

Ventajas	Desventajas
Precio bajo	Tiempo de durabilidad
Fácil manejo	Limpieza
Bajo peso	
Fácil adquisición	

- Bandejas de metálicas

Bandejas de acero inoxidable con bordes inclinados a 45° que facilita el vaciado de productos y se debe evitar el uso de materiales cortantes para evitar el daño [42].



Figura 31. Bandeja metálica

TABLA XLVII


VENTAJAS Y DESVENTAJAS BANDEJA METALICA

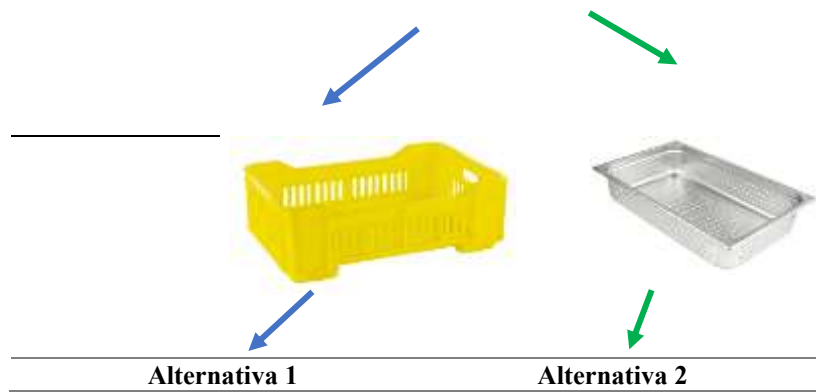
Ventajas	Desventajas
Buena limpieza	Alto costo
Fácil manejo	Peso
Tiempo de duración	

4.4.2.4.2. Estudio de Soluciones en el Módulo 4

TABLA XLVIII

PROPUESTA DE SOLUCION MODULO 4

Función	Componentes
	Montacargas manual
Salida de uvillas clasificada	
	Gavetas plásticas Bandeja metálica



4.4.2.4.3. Prueba de Alternativas del Módulo 4

En las alternativas del módulo 4 se realiza una evaluación dependiendo a los criterios tratados en la tabla de Especificaciones Técnicas

- Costo, se trata de la fácil adquisición del material en el mercado.
- Mantenimiento, debe centrarse en fácil montaje e implementación de piezas para el control de clasificado.
- Seguridad se enfoca en la seguridad ergonómica del operario
- Higiene, enfocado al fácil aseo.

Esta tabla XLIX se aprecia la valoración y evaluación de módulo 4.

TABLA XLIX
VALORACION DE CRITERIOS MODULO 4

	Costo	Higiene	Mantenimiento	Seguridad	$\Sigma+1$	Ponderación
Costo		1	1	1	4,00	0,40
Higiene	0		1	1	3,00	0,30
Mantenimiento	0	0		1	2,00	0,20
Seguridad	0	0	0		1,00	0,10
					10,00	1,00
Costo > Higiene > Mantenimiento > Seguridad						

TABLA L
VALORACION DE CRITERIO "COSTO" MODULO 4

Costo	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	2,00	0,67
Alternativa 2	0		1,00	0,33
			3,00	1,00
Alternativa 1 > Alternativa 2				

TABLA LI
VALORACION DE CRITERIO "COSTO" MODULO 4

Higiene	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	1,50	0,50
Alternativa 2	0,5		1,50	0,50
			3,00	1,00
Alternativa 1 = Alternativa 2				

TABLA LII
VALORACION DE CRITERIO "HIGIENE" MODULO 4

Mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	2,00	0,67

Alternativa 2	0	1,00	0,33
		3,00	1,00
Alternativa 1 > Alternativa 2			

TABLA LIII

VALORACION DE CRITERIO "SEGURIDAD" MODULO 4

Seguridad	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	2,00	0,67
Alternativa 2	0		1,00	0,33
			3,00	1,00
Alternativa 1 > Alternativa 2				

Como resultado de la ponderación de los datos del Módulo 4, tenemos que la Alternativa 2, es superior como se aprecie en la tabla LIV.

TABLA LIV

SOLUCION DE CRITERIOS MODULO 4

	Costo	Higiene	Mantenimiento	Seguridad	$\Sigma+1$	Prioridad
Alternativa 1	0,267	0,150	0,133	0,033	1,32	1,00
Alternativa 2	0,133	0,150	0,067	0,067	1,28	2,00
Alternativa 1						

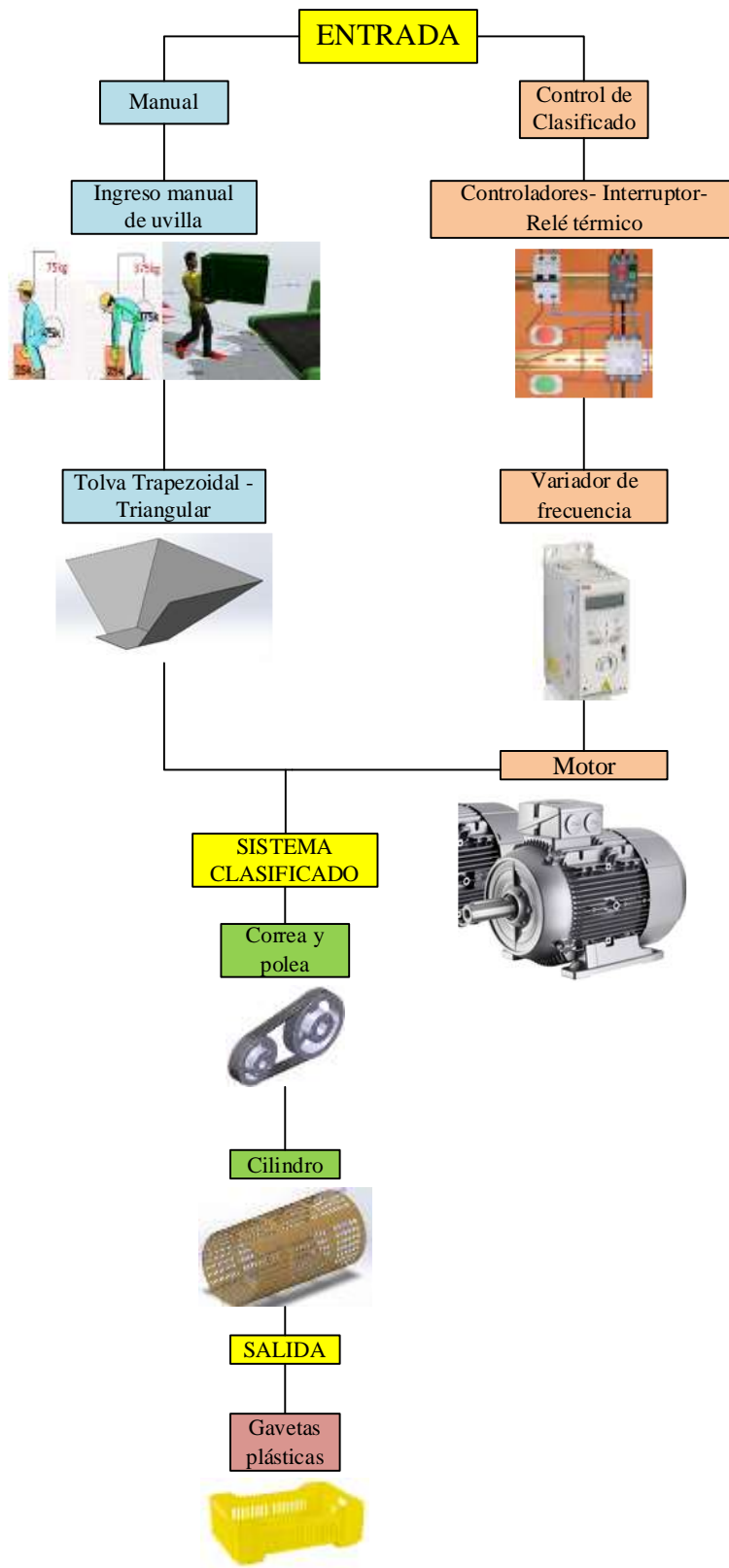


Figura 32. Resultado del estudio al Análisis Modular

4.5. Diseño para la fabricación y montaje prototipo modelado en 3D

Una vez terminado los análisis de cada uno de los módulos, nos da como resultado lo observado en la figura 32, el cual muestra el tipo de sistema para el clasificado mediante un cilindro giratorio mostrado en la figura 33. Este tipo de cilindro conta de 3 niveles de clasificado los cuales han sido mostrados en la tabla II.

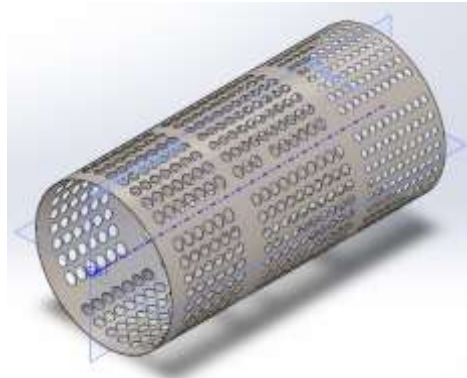


Figura 33. Cilindro clasificador

El tamaño de la los agujeros en cada uno de los noveles son ubicados desde el tamaño de la uvilla que son: pequeños, media y grande, estos niveles se ordenan comenzando desde la tolva de entrada, como se muestra en la figura 34.

Mediante las especificaciones técnicas obtenidas en la tabla IV, se procede a diseño CAD, en donde se implementa el soporte o eje central, siendo el soporte principal del cilindro incorporado mediante soldadura.

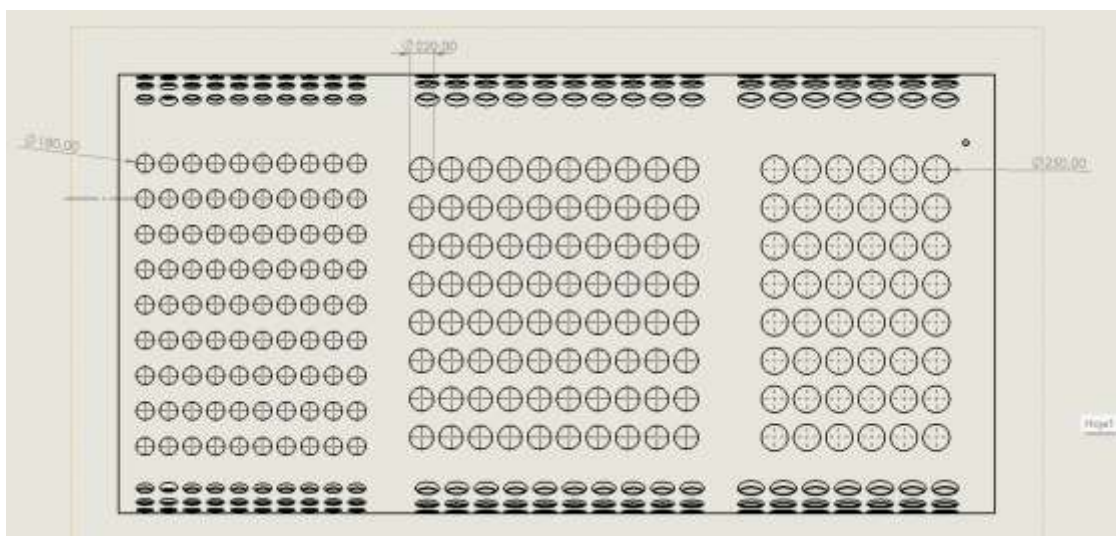


Figura 34. Niveles de diametro de uvilla

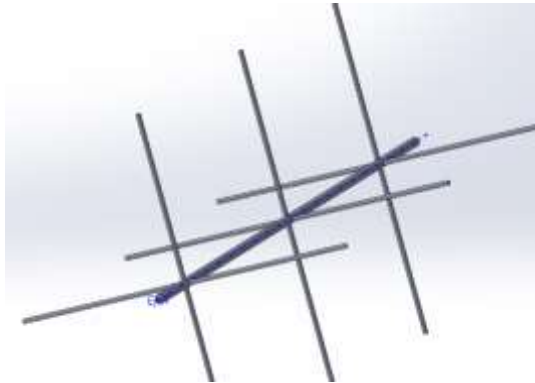


Figura 35. Eje central

Contemplando el diseño se considera la facilidad de ensamblaje y su disponibilidad en el mercado, esto estaría proporcionado mediante DIPAC [43], obteniendo la estructura observada en la figura 33.

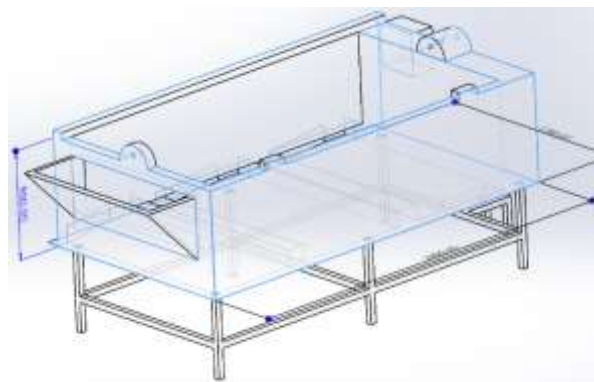


Figura 36. Estructura del sistema de clasificado

En la estructura se contempla también el espacio para el sistema de control de clasificado que consta de los controladores de arranque y el sistema de movimiento en este caso trata del motor eléctrico y la transmisión por poleas y bandas, esta parte será protegida con cubiertas para accidentes ergonómicos de los operarios, como se encuentra diseñado en la figura 40.

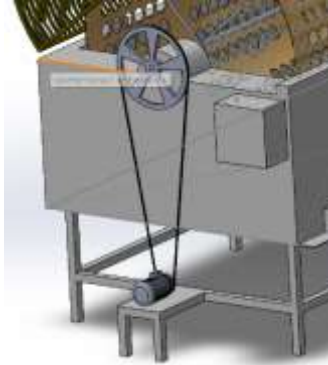


Figura 37. Sistema de transmisión de potencia

Como punto siguiente se realiza el diseño CAD siendo la tolva de ingreso y tolva de salida, se debe toma en cuenta que debe ingresar 20kg de uvilla para ser clasificada. En cuanto a la tolva se salida se diseña una tolva igual para los 3 niveles.

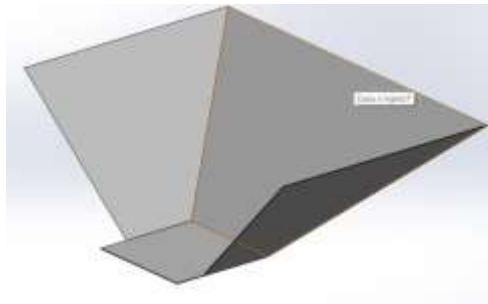


Figura 38. Tolva Ingreso

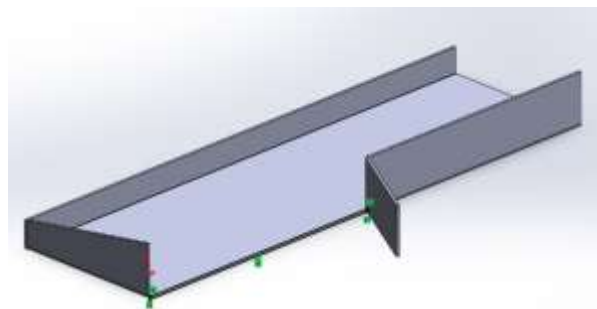


Figura 39. Tolva Salida

Hay que tomar en constancia que las dimensiones del diseño CAD dado a conocer este sujeto a cambios en sus dimensiones, según los cálculos y simulaciones de cada una de sus piezas.

Para su ensamble se puede ver en la figura 40 en donde se incorporan todos los materiales en su implementación como pernos, chumaceras, tubos de acero galvanizado e inoxidable, láminas de acero inoxidable en su estructura, también controladores reguladores de frecuencia y pulsadores en su sistema de arranque, continuando también con su sistema de transmisión constando de motor eléctrico, poleas, bandas y eje central.



Figura 40. Ensamble de Maquina clasificadora

4.6. Cálculos para el Diseño Mecánico Propuesto

4.6.1. Masas de la uvilla en el cilindro clasificador

4.6.1.1. Capacidad de flujo de la uvilla

Para comenzar con el diseño se debe conocer cuál va ser la capacidad que debe procesar la clasificadora en base a las encuestas realizadas mediante la voz del cliente o usuario, viniendo a ser la capacidad requerida.

$$C. requerida \frac{Kg}{h} = 500 \frac{Kg}{h}$$

Ecuación 3. Capacidad de producción [44].

$$C. requerida \text{ lb}/\text{min} = 18.38 \text{ lb}/\text{min}$$

Dando una base de procesamiento de 18.38 lb/min o 8.33 kg/min de uvilla clasificada viendo asi que una gaveta de uvilla de 25kg puede ser procesada en 3 minutos hipotéticamente.

4.6.1.2.Masa del cilindro clasificador

En el diseño del cilindro clasificador se toma la decisión de dividir en 3 partes, las cuales van a ser dependiendo el tamaño visto en la tabla II donde se muestra las dimensiones propuestas para la clasificación.

Masa. parte 1 = 1er nivel de clasificado pequeño = 18.09kg

Masa. parte 2 = 2do nivel de clasificado mediano = 16.19kg

Masa. parte 3 = 3er nivel de clasificado grande = 10.87kg

Masa soportes interno = 13kg

$Masas\ Cilindro = Masa\ P.\ 1 + Masa\ P.\ 2 + Masa\ P.\ 3$

Ecuación 4. Sumatorias de masa aplicadas al cilindro

$Masa\ de\ producto\ maximo = 120Kg$

$Masa\ Total = M.\ Cilindro + Masa\ P.\ Mx$

$Masa\ Total = 178.15kg$

Se calcula la masa total en donde se toma en cuenta la masa del cilindro y la masa máxima de uvilla en su interior de 120 kg, dándonos una total de 178.15kg

4.6.1.3.Capacidad de carga sobre el eje

Para saber el peso total sobre el eje principal se calcula la masa total por la gravedad que es 9.807 m/s² siendo la constante gravitatoria de la tierra dando el resultado en Newton.

$$Peso\ Total = M.Total * 9.807 \frac{m}{s^2}$$

Ecuación 5. *Peso y fuerza gravitatoria [45, p. 3].*

$$Peso\ Total = 178.15kg * 9.807 \frac{m}{s^2}$$

$$Peso\ Total = 1747.12\ N$$

Entonces la carga presente de. W=1747.12 N actuará en 4 componentes, dados a conocer en el diagrama de cuerpo libre observados en la figura 41.

4.6.2. *Diseño de cilindro clasificador*

El diseño del cilindro clasificador consta de una estructura de tool galvanizado o plancha de acero inoxidable AISI 304, con el tamaño de 1m x 2m y espesor de 1.5 mm en este caso se utilizará 2 m para la circunferencia calculando su diámetro de.

Circunferencia de 2 m.

$$Diametro (\varnothing) = \left(\frac{Circunferencia}{\pi} \right)$$

Ecuación 6. Diámetro o Radio de un Círculo Dada la Circunferencia [46].

$$Diametro (\varnothing) = \left(\frac{2m}{\pi} \right)$$

$$Diametro (\varnothing) = 0.65m$$

4.6.2.1. **Inercia del cilindro clasificador**

La inercia ayuda a la selección de motor que debería utilizar para que exista un funcionamiento correcto de la clasificadora. Siendo un cilindro hueco para la cual la inercia se debe calcular de esta forma.

m= M cilindro =, do=0.65, di= 0.647

$$I = \frac{m}{8} * (d_o^2 + d_i^2)$$

Ecuación 7. Momento de inercia de un sólido [47].

$$I = \frac{58.15Kg}{8} * (0.65 m^2 + 0.647 m^2)$$

$$I = 6.11kg/m^2$$

4.6.2.2. Inercia del eje

Para la elección del material se aplica el AISI 1020, siendo seleccionado por su alta dureza y resistencia, este eje central se divide en 3 secciones, con una medida de $d = 1 \frac{3}{4}$ pulgadas o = 44.45 mm, para lo cual se calcula la inercia de cilindro sólido.

La primera parte consta del eje de entrada de la fuerza de transmisión en donde se encuentra la polea que va conectada mediante bandas al motor de fuerza.

$$I = \frac{m * d^2}{8}$$

Ecuación 8. Inercia de cilindro sólido [47].

$$I_{eje 1} = \frac{1.85 \text{ Kg} * (0.0445\text{m})^2}{8}$$

$$I_{eje 1} = 0.00046 \text{ Kg.m}^2$$

4.6.2.2.1. Inercia del eje central

El eje central es la parte que soporta la estructura principal del cilindro clasificador.

$$I = \frac{m}{8} * (d_{o2} + d_{i2})$$

Ecuación 9 Inercia de un cilindro [47].

$$I_{eje 2} = \frac{10.16\text{Kg}}{8} * ((0.0445 \text{ m})^2 + (0.038 \text{ m})^2)$$

$$I_{eje 2} = 0.0043\text{Kg.m}^2$$

4.6.2.2.2. Inercia del eje de transmisión de salida

La última parte consta del eje de soporte de transmisión.

$$I = \frac{m * d^2}{8}$$

Ecuación 10 Inercia de cilindro [47].

$$I_{eje 1} = \frac{1.85 \text{ Kg} * (0.0445\text{m})^2}{8}$$

$$I_{eje 1} = 0.00046 \text{ Kg.m}^2$$

Para finalizar se hace una sumatoria de las 3 inercias siendo las 3 secciones del eje de transmisión el cual sostienen a todo el cilindro clasificador.

$$I_{Total\ eje} = I_{eje\ 1} + I_{eje\ 2} + I_{eje\ 3}$$

Ecuación 11 Sumatoria de inercias de cilindro [45].

$$I_{Total\ eje} = 0.00046\ Kg.m^2 + 0.0041\ Kg.m^2 + 0.00046\ Kg.m^2$$

$$I_{Total\ eje} = 0.00526\ Kg.m^2$$

4.6.2.3. Inercia de la uvilla

Según los estudios realizados se sabe que las dimensiones de la uvilla son 1.8 a 2.8 gramos esto dependiendo de cada calibre de uvilla en este caso son 3 los calibres de la uvilla para lo cual también se estandariza un diámetro de 1.8 cm a 2.5 cm. Se estandariza la masa del fruto de 2.8 gr = 0.0028kg y un radio de 1.25 cm, para lo cual aplica la siguiente formula de inercia.

$$I_{uvilla} = \frac{2}{5} * m * r^2$$

Ecuación 12. Inercia de uvilla esférica [48].

$$0.0125m\ m = M_{uvilla} = 0.0028\ Kg,$$

$$r = 0.01\ m$$

$$I_{uvilla} = \frac{2}{5} * 0.0028\ Kg * 0.0125\ m^2$$

$$I_{uvilla} = 0.000000175\ Kg.m^2$$

Este cálculo representa para una sola uvilla, a esto se debe tomar en cuenta su capacidad máxima de 120 Kg que fue considerada en base a las observaciones del cliente, calculando así la masa total, dando así una inercia de capacidad máxima de la uvilla.

$$Cantidad\ de\ uvilla = \frac{Capacidad\ máxima}{Masa\ de\ un\ uvilla}$$

Ecuación 13. Capacidad de producción [44].

$$Cantidad\ de\ uvilla = \frac{120Kg}{0.0028} Kg$$

$$Cantidad\ de\ uvilla = 48000$$

$$I.\ Cap.\ max\ uvilla = 0.0000175\ Kg.m^2 * 48000$$

$$I.\ Cap.\ max\ uvilla = 0.0075\ Kg.m^2$$

4.6.3. Inercia total

Se suman todas las inercias aplicadas teniendo como resultado una inercia total aplicable.

$$\Sigma.I.Total = I.Cilindro + I.Total eje + I.Capacidad de uvilla$$

Ecuación 14. sumatoria de Inercias W [45].

$$\Sigma.I.Total = 6.11kg/m^2 + 0.00526 Kg.m^2 + 0.0075 Kg.m^2$$

$$\Sigma.I.Total = 6.126Kg.m^2$$

4.6.4. Velocidad o aceleración angular RPM

En este punto se toma en consideración la velocidad angular ejercida por el motor así el eje principal de transmisión giratorio con un RPM de 34.

$$\omega = V * \frac{2\pi \text{radianes}}{1 \text{revolución}} * \frac{1 \text{minuto}}{60 \text{segundos}}$$

Ecuación 15. Velocidad y aceleración angular [49, p. 1.4]

$$\text{velocidad, } \omega = 3.56. \text{rad/ s}$$

En la velocidad angular nos da un resultado de 3.56rad/s y se considera un tiempo de 0.5 segundos siendo este el tiempo que el sistema necesita para pasar del reposo a la velocidad angular de trabajo deseada dependiendo del diseño y eficiencia del motor, dando una aceleración angular de =7.12 rad/s.

$$\alpha = \frac{\omega}{t}$$

Ecuación 16. Aceleración angular [49, p. 1.4].

$$\alpha = 3.56 \frac{\text{rad /s}}{0.5s}$$

$$\alpha = 7.12 \text{rad /s}^2$$

4.6.4.1. Torque con respecto a la inercia

El resultado obtenido ayudará a la selección del torque mínimo para que el motor seleccionado rompa el punto de inercia, con el cálculo del torque.

$$T = I * \alpha$$

Ecuación 17. Momento de fuerza [50].

$$T = 6.126 \text{ Kg. m}^2 * 3.56 \text{ rad/s}^2$$

$$\text{Torque. R. I} = 43.63 \text{ Nm}$$

4.6.4.2. Capacidad mínima operativa del motor

Se calcula la potencia mínima requerida en el movimiento de este objeto teniendo como datos

$$T=43.63 \text{ Nm y } n= \omega = 3.56 \text{ rad/s}$$

$$P = T * n$$

Ecuación 18. Potencia en el momento rotacional [45, p. 10.8].

$$P = 43.63 \text{ Nm} * \frac{3.56 \text{ rad}}{\text{s}}$$

$$P = 155.33 \text{ watts}$$

Entonces la potencia necesaria en Hp será.

$$P_{HP} = P \frac{\text{watt}}{745.7}$$

Ecuación 19. Potencia [45, p. 7.4]

$$P_{HP} = \frac{155.3 \text{ watt}}{745.7}$$

$$P \text{ hp} = 0.21 \text{ Hp}$$

Como resultado se obtiene que es necesario un motor de 0.25 Hp para exista un buen desempeño en el trabajo a realizar.

4.6.4.2.1. Torque real aplicado

Consideramos el análisis de rendimiento y fricción, para lo que se seleccionará un motorreductor con una potencia de P=200w, entregando una velocidad final de n=34 rpm [51].

$$200 \text{ w} = T * 34 \frac{\text{revoluciones}}{\text{minuto}} * \frac{2\pi}{1 \text{ revolución}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}}$$

$$T = 56.17 \text{ N. m}$$

Mediante este cálculo final podemos concluir que la fuerza de torsión para superar la inercia es de 43.63 N. m es < al torque real aplicado de 56.17 N. m. viendo así que el motor trabajara sin problemas, concluyendo que sería necesario un motorreductor de 200w con una salida de 34rpm.

4.6.5. Fabricación del eje

En el eje central tomamos como referencia al Acero AISI 1020 que tiene en su estructura un límite de rotura de S_u (Ultimate Strength) = 393 MPa (57 Kpsi) constando con un límite elástico de S_y (Yield Strength) = 293.20 MPa (42.5Kpsi).

Mediante el apoyo del código ASME, la normativa de ultimate strength es el 30% y de la tensión de elástico o fluencia es el 18% de yield strength, para lo cual se escoge el valor menor de 52.74 MPa [52, p. VIII].

$$\sigma_{adm 1} = 0.30 * 393 \text{ MPa}$$

Ecuación 20. Tención máx. admisible [52]

$$\sigma_{adm 1} = 117.9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{adm 2} = 0.18 * 293 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{adm 2} = 52.74 \text{ MPa}$$

4.6.5.1. Diagrama de cuerpo libre

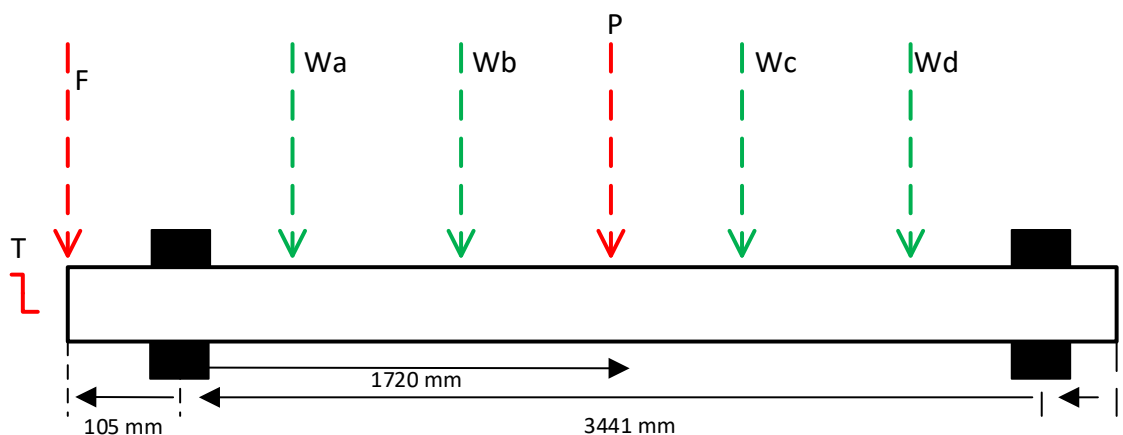


Figura 41 Diagrama cuerpo libre eje principal

F= Fuerza producida por el motor transportada por la banda

Wa-Wd= Peso total del cilindro distribuido en sus 4 soportes internos

P= peso del eje conformado de su masa dado por sus dimensiones y su material

T =momento de torción en el eje.

4.6.5.2.Peso y momentos ejercidos hacia el eje

4.6.5.2.1. *Peso eje central*

Se calcula el peso total aplicad dependiendo el material utilizado mediante la norma AISI 1020 en donde nos da la densidad =7900kg/m³, masa=43.27, diámetro = 445mm y una longitud =3571 mm, estas dimensiones son ayudamos de las características de materiales que nos da el software de modelado.

$$P = m * g$$

Ecuación 21. Peso eje central [45, p. 3]

$$P = 43.27kg * 9.81 \frac{m}{s}$$

$$P = 424.5 N$$

Este peso es aplicado en el punto central del eje de transmisión.

4.6.5.2.2. *Momento de punto torción polea y motor*

Se calcula el momento de torción al punto del motor con respecto a la polea del eje de entrada de clasificación dando como resultado W= 3.56 rad/s; R motor =40; R polea= 70, dando como resultado momento de torción en polea y motor de 98.30 Nm.

$$T_{tm} = \frac{R_{motor}}{R_{polea}} * \omega$$

Ecuación 22.Punto torción en eje [45, p. 2.3]

$$T_{tp} = \frac{40mm}{70mm} * 3.56 \text{ rad/s}$$

$$T_{tp \text{ momento}} = 98.30 Nm$$

4.6.5.2.3. Fuerza de en el eje

Se calcula la fuerza producida por el motor transmitida por la banda hacia la polea ubicada en el eje de transmisión para la clasificación, dando como resultado una $F=1404.31$ N.

$$T = F \cdot r_{polea} \cdot R_{polea}$$

$$F = \frac{T \cdot tp}{R_{polea}}$$

Ecuación 23. Fuerza aplicada al punto n [45, p. 10.6]

$$F = \frac{98.30 N \cdot m}{70 \text{ mm}}$$

$$F = 1404.31 \text{ N}$$

4.6.5.2.4. Límite de fatiga

Para la resistencia de la fatiga y su concentración de esfuerzo se realizan los siguientes cálculos.

$$S_e = K_a \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_d \cdot K_e \cdot K_f \cdot S'_e$$

Ecuación 24. Endurance limit and critical location [53, p. 282]

Ka, factor de condición superficial

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{UT} kpsi	S_{UT} MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o estirado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

Figura 42 Parametro de Marin Surface Modification [48, p. 283].

$$K_a = a \cdot S^{b_u}$$

Ecuación 25. Factor de condición superficial

$$K_a = 4.51 \cdot (393 \text{ Mpa})^{-0.265}$$

$$K_a = 0.93$$

En el cálculo de ajuste de fatiga se escoge la opción de Maquinado o estirado en frío con Factor $a=4.51$ $b=-0.265$ y con el límite fatiga estructural dado por el material que es 393 Mpa, dando como resultado $K_a=0.93$ [54].

Kb: factor de modificación de tamaño

Para el presente cálculo se cuenta con siguientes datos, D (diámetro)= 4.45 cm, posteriormente tomando la fila 3 en donde obtenemos la siguiente formula, dando como resultado Kb=0.83.

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

Figura 43. Factor de tamaño [53, p. 283]

$$Kb = \left(\frac{d}{7.62}\right)^{0.107}$$

Ecuación 26. Ecuación Modificación de tamaño

$$Kb = \left(\frac{44.5}{7.62}\right)^{0.107}$$

$$Kb = 0.83$$

Kc: factor de capacidad de carga

Según la teoría si el eje se encuentra expuesto a torsión y flexión simultáneamente el valor incorporado es iguala a 1.

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión}^{17} \end{cases}$$

Figura 44. Factor de Carga

Como consecuente para la los valores factor de temperatura(kd), factor de confiabilidad (ke) y factor de efector (kf) se toma el valor del factor de carga(kc) que es 1 dispuesto por el maquinado de componentes [53].

$$Kc = Kd = Ke = Kf = 1$$

Continuamente ya obtenido los valores se procede a calcular el límite de fatiga con el material AISI 1020 que consta de 57 Kpsi, luego se hace el remplazo en la Se dando como resultado de 21.85kpsi.

$$S'e = 0.5 * Su$$

Ecuación 27. Specimen endurance limit (límite de fatiga A.)

$$S'e = 0.5 * 57 \text{ Kpsi}$$

$$S'e = 28.5 \text{ Kpsi}$$

$$Se = Ka * Kb * Kc * Kd * Ke * Kf * S'e$$

$$Se = 0.93 * 0.83 * 1 * 1 * 1 * 1 * 28.5 \text{ Kpsi}$$

$$Se = 21.85 \text{ kpsi}$$

Coefficiente de concentración de esfuerzos

Se encuentra la concentración de en las relaciones de esfuerzo con (radio de entalle) $r=$

3 mm , $dm=38 \text{ mm}$ $Dp=44.5 \text{ mm}$

$$\frac{r}{d} = \frac{3}{38} \text{ mm} = 0.08$$

Ecuación 28. Relación esfuerzos entre radios Polea y Motor

$$\frac{D}{d} = \frac{44.5 \text{ mm}}{38 \text{ mm}} = 1.17$$

La figura proporciona la relación de radio de entalle y diámetro hacia el factor de fatiga aplicada al momento: K_t dando como $K_t= 1.61$ [53].

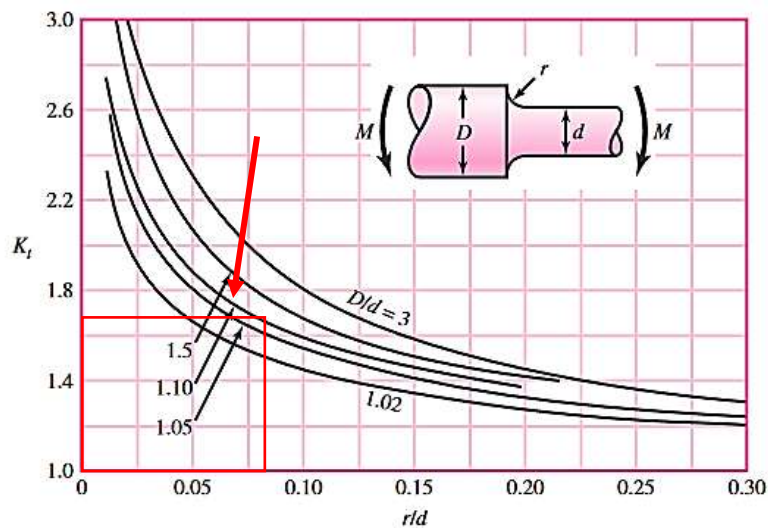


Figura 46. Factor de fatiga K_t [53].

Figura 45. Diseño de eje S.W

$$\sigma_{max} = kt \frac{(M * C)}{I}$$

Ecuación 29. Esfuerzo en el hombro del eje

Inercia circular del eje

Propiedad inercial en el eje con sus características para evaluar el factor de seguridad tomando como momento $M=870.02$ y sus diferentes diámetros

$$I = \pi * \frac{(D^4 - d^4)}{64}$$

Ecuación 30. Inercia de círculo [47]

$$M=870.02 \text{ lb. in}$$

$$D=1.75 \text{ in.}$$

$$C = \frac{d}{2}$$

$$\sigma_{max} = 1.61 * \frac{870.02 \text{ lb. in} * \frac{d}{2}}{\pi * \frac{D^4 - d^4}{64}}$$

$$\sigma_{max} = 1.61 * \frac{870.02 \text{ lb. in} * \frac{1.75 \text{ in}}{2}}{\pi * \frac{1.75 \text{ in}^4 - 1.49 \text{ in}^4}{64}}$$

Ecuación 31. Máxima tensión normal [54] [55]

$$\sigma_{max} = 5610.82 \text{ psi}$$

Torsión

Bases teóricas para la obtención de incremento del esfuerzo en K ts. [53].

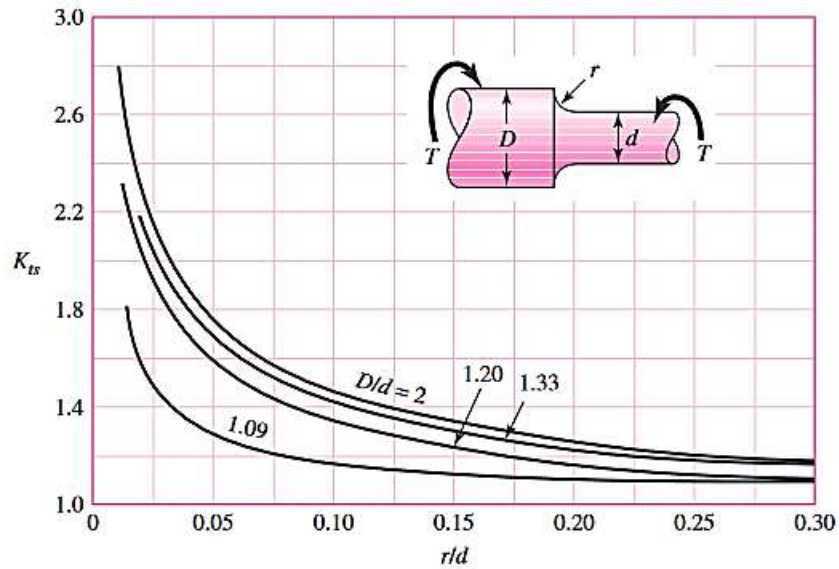


Figura 47. Factor de esfuerzo en relación con radios

$$K_{ts} = 1.33$$

$$\tau_{\max} = K_t * \left(\frac{T * C}{I} \right)$$

Ecuación 32. Maxima tensión Tangencial en hombro del eje [54]

Por último, se encuentra la inercia en el eje con los resultados encontrados anteriormente como $T=M=870.02$; $D=1.75$ in; $d=1.49$ in y $K_{ts}= 1.33$

$$I = \pi * \frac{D^4 - d^4}{32}$$

$$T_{max} = 1.33 * \frac{(870.02 \text{ lb. in} \cdot \frac{d}{2})}{(\pi * \frac{(D)^4 - (d)^4}{32})}$$

$$T_{max} = 1.33 * \frac{(870.02 \text{ lb. in} \cdot \frac{1.751 \text{ in}}{2})}{(\frac{\pi * (1.751 \text{ in})^4 - (1.49 \text{ in})^4}{32})}$$

$$T_{max} = 2317.51 \text{ psi}$$

4.6.5.2.5. Factor de seguridad

Como resultado de la teoría de safety factor establecido por la recta de GOODMAN con formula.

$$1/n = \frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_u}$$

Ecuación 33. Factor de seguridad [53]

$$\frac{1}{n} = \left[\frac{\sqrt{\sigma_a^2 + 3\tau_a^2}}{S_e} + \frac{\sqrt{\sigma_m^2 + 3\tau_m^2}}{S_u} \right]$$

$$\frac{1}{n} = \left[\frac{\sqrt{5610.82 \text{ psi} + 3 * 0}}{21853 \text{ psi}} + \frac{\sqrt{0^2 + 2317.51 \text{ psi}^2}}{57000 \text{ psi}} \right]$$

$$n = 3.05$$

Este resultado de $n= 3.05$ significa que el eje diseñado es más del triple en la resistencia necesaria para soportar las condiciones de carga impuestos en el proyecto, garantizando una operación confiable y duradera, esto en concordancia al diseño considerado seguro del $n=1.5$.

4.6.6. Sistema de potencia

4.6.6.1. Potencia del transmisión KA

En este punto como se tiene pensado en utilizar un motor trifásico y bajo podemos escoger el KA= de 1.1 y teniendo en cuenta que es 0.2 kw.

TABLA LV

FACTOR DE SERVICIO SEGUN LA FUENTE DE ENERGIA

Fuentes de energía		Máquinas impulsadas			
		Agitadores, transportadores ligeros, compresores centrífugos	Herramientas mecánicas, bomba de engranajes, mezcladores	Compresores recíprocos, transportadores altamente resistentes	Máquinas de minería, máquinas pesadas
Uniforme	Motor eléctrico, turbinas a gas y vapor de velocidad uniforme y bajo torque	1.00~1.10	1.25~1.35	1.50~1.60	≥1.75
Impacto ligero	Motor eléctrico, turbinas a gas,	1.10~1.25	1.35~1.50	1.60~1.75	≥1.85
Impacto moderado	Motores de Combustión interna	1.25~1.50	1.50~1.75	1.75~2.00	≥2.00
Fuerte impacto	Motores de combustión	≥1.50	≥1.75	≥2.00	≥2.00

interna de un
cilindro

Fuente: Ayuda a la comparación de factores diversos mediante la máquina utilizada y la fuente de energía [55] [54].

$$P_{CA} = K_A * P$$

Ecuación 34 Relación en potencia del diseño [56] [54].

$$P = 1.1 * 0.2 \text{ kw}$$

$$p = 0.22$$

4.6.6.2. Relación de transmisión

$$i = \frac{N}{n} = \frac{D2}{D1}$$

Ecuación 35. Relación de transmisión entre radios

I: relación de transmisión.

n: (rpm) de la p Polea menor.

N: (rpm) de la p Polea mayor.

D2: diámetro de la p Polea mayor.

D1: diámetro de la p Polea menor.

$$i = \frac{34}{13} = 2.6$$

Ecuación 36. Relación de transmisión [55] [56].

Tipo de Banda	Diámetro de referencia, D	Longitudes de referencia de la correa trapezoidal estándar, Ld
A	70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 106,	630, 700, 790, 880, 990, 1100,
	112, 118, 125, 132, 140, 150, 160,	1250, 1430, 1550, 1640, 1750,
	180, 200, 224, 250, 280, 315, 355,	1940, 2050, 2200, 2300, 2480,
	400, 450, 500, 560, 630, 710, 800	2700
B	125, 132, 140, 150, 160, 170, 180,	930, 1000, 1100, 1210, 1370, 1560,
	200, 224, 250, 280, 315, 355, 400,	1760, 1950, 2180, 2300, 2500,
	450, 500, 560, 600, 630, 710, 750,	2700, 2870, 3200, 3600, 4050,
	800, 900, 1000, 1120	4430, 4820, 5370, 6070
C	200, 212, 224, 236, 250, 265, 280,	1565, 1760, 1950, 2195, 2420,
	300, 315, 335, 355, 400, 450, 500,	2715, 2880, 3080, 3520, 4060,
	560, 600, 630, 710, 750, 800, 900,	4600, 5380, 6100, 6815, 7600,
	1000, 1120, 1250, 1400, 1600,	9100, 10700
	2000	

Figura 48. Diámetro y longitudes de bandas trapezoides [55] [56].

En este punto se toma en consideración el valor de deslizamiento de $e = 1.5\%$, para lo cual se calcula

$$D = i(1 - e)D_1$$

Ecuación 37. Diámetro polea

$$D = 2.6(1 - 0.015) * 60m$$

$$D = 153.66$$

Dando así una relación de $D = 150$ o 155 mm la cual se puede dar a escoger en la tabla de tipo de bandas dando B-150.

4.7. Análisis de elementos finitos (MEF)

4.7.1.1. Análisis MEF eje central de soporte y transmisión

En el eje central está distribuido en primera secciones, comenzando en la entra de la fuerza de transmisión dado del motor pasando por la banda hacia la polea de, la segunda sección consta de la parte central del eje el cual consta de la parte donde se encuentra sostenido el cilindro clasificador en 4 puntos de sujeción y la tercera sección en donde se encuentra el eje sostenido siendo esta la parte de ingreso de la uvilla para la clasificación, el eje se encuentra constituido por el siguiente material.

AISI 1020: Yield Strength (resistencia a la fluencia): 293.50 MPa, Ultimate Strength (resistencia ultima): 393 MPa con una masa de 43.27 kg, un diámetro de 44.5mm y una longitud = 3571mm.

La primera fuerza ejércia de 1404.3N se encuentra en la primera parte esta dad por la fuerza de la polea ocasionada por el motor en donde también se aplica el momento de torción de 98.30 N y en la segunda parte que es el eje central se aplica un peso de $W= 1747.12$ N el cual es dividido para las 4 partes de sujeción por último en la parte central del eje se dispone del peso de todo el eje $P=424.5$ N.

Punto A=Fixed Support

Punto B: Torque o momento en el punto de 98.30 N

Punto C: Fuerza o fatiga 1404.3 N

Fuerza punto E: $F_y= -436.78$ N

Fuerza punto F: $F_y= -436.78$ N

Fuerza punto G: $F_y= -436.78$ N

Fuerza punto H: $F_y= -436.78$ N

Fuerza punto D: $P= 424.5$ N

Primera parte se aprecia la distribución de las fuerzas y cargas aplicadas al eje de transmisión.

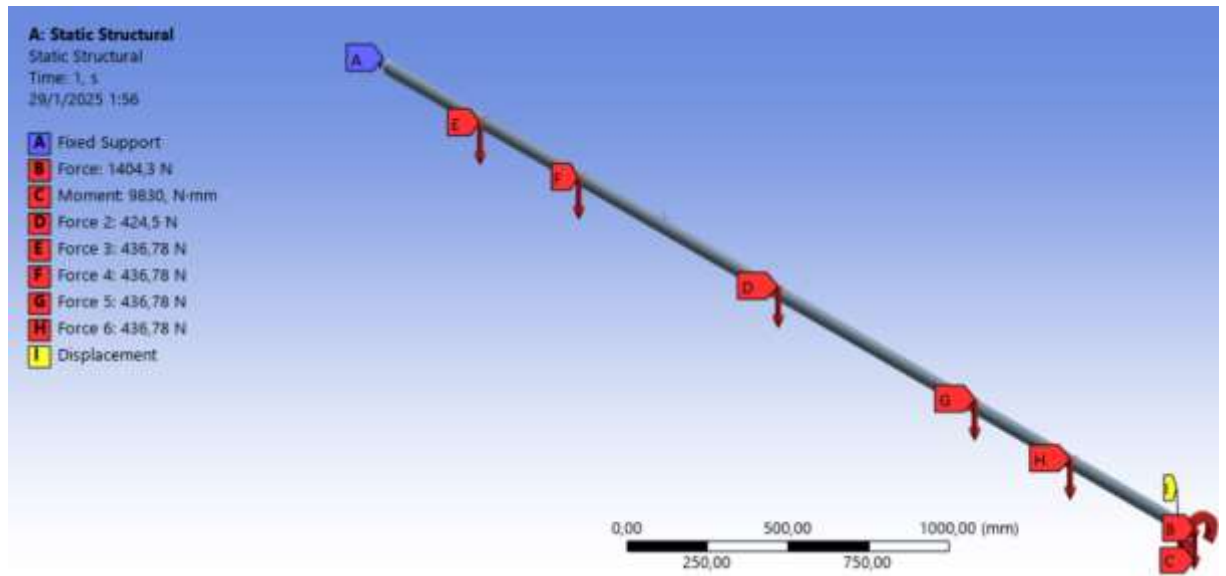


Figura 49. Fuerzas, peso y momentos de Inercia aplicados al eje de transmisión

Total deformation

Se visualiza la deformación total ubicándonos en el punto del eje y, dando un resultado de 5.28 mm en comparación al largo del diseño de 3571mm, teniendo un poco desplazamiento siendo así que no existiría fallas en su diseño.

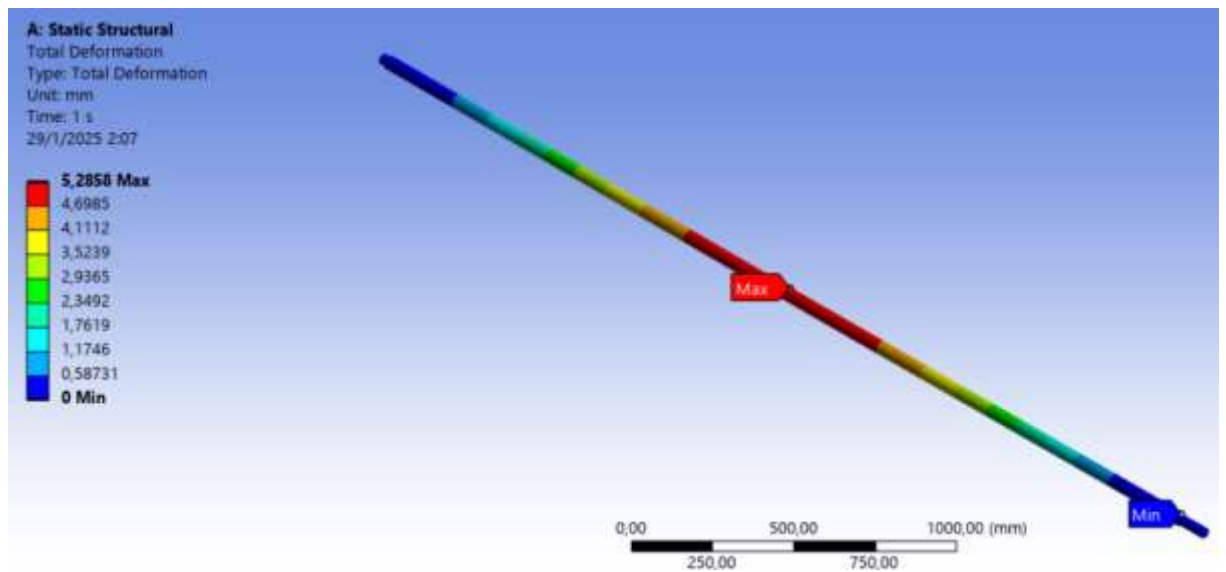


Figura 50. Total deformation

Equivalent stress

Esta prueba nos ayuda a conocer la σ , llegando a la conclusión que no sufrirá una deformación.

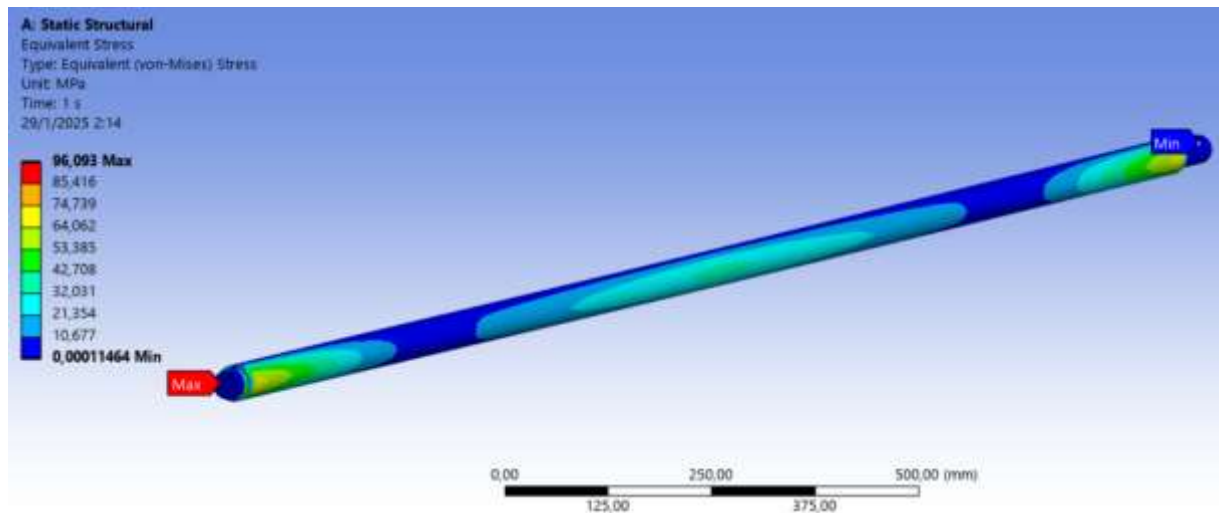


Figura 51. Equivalent stress

Safety factor

Como último punto se analiza el factor de seguridad el cual nos da un valor de mínimo de 3.05 llegando así a la conclusión que es un valor adecuado en el desarrollo del proyecto, sabiendo que el valor es superior a 1.5 siendo el valor de resistencias a las cargas que se encuentra sometida.

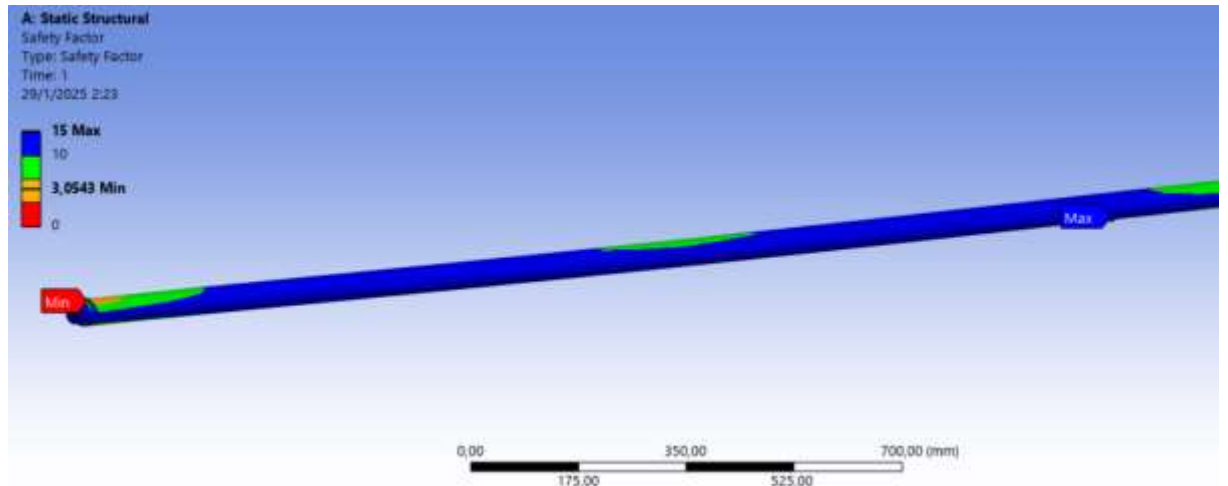


Figura 52.Safety Factor

4.8. Costo previsto de manufactura

TABLA LVI.

COSTOS DE MATERIALES NECESARIOS EN EL PROCESO DE MANUFACTURA

Descripción	Costo Unitario (USD)
Eje de transmisión AISI 1020, 4", e=400mm	135
Angulo AL40x4 ASTM A36	18
Tubo cuadrado 75x75x3, ASTM A36	177,6
Plancha ACERO ASTM-36 (1220x2440mm, e=4mm)	90
Plancha ASTM A36 e=1,5mm	55
UCP-208-24 38.1mm CHUMACERA AA DE PISO	55
Arandela simple	0,05
Arandela simple	0,07
Tuerca hexagonal	0,2
Polea Ø 400mm, Tipo A, 2 canales, Eje Ø35	41
Plancha de acero inoxidable AISI 304	22.80
Polea Ø 60mm, Tipo A, 1 Canal Eje Ø 15 mm	13.90
Mano de obra	300

TABLA LVII**. MATERIAS LES NESESARIOS PARA EL SISTEMA ELECTRICO**

Descripción	Unidades	
PLC Siemens Logo 12/24RC	unidad	201,6
Botón de paro de emergencia	unidad	5
Luz piloto led verde AC/DC	unidad	1,70
Luz piloto led amarilla AC/DC	unidad	1,70
Luz piloto led roja AC/DC	unidad	1,70
Interruptor selector Schneider Electric	unidad	5,6
Contactador CHINT NXC-18	unidad	12,08
Guardamotor DZ518-M21	unidad	42,14
Breaker RGS DZ47-20.	unidad	60
cable	metros	0,4
gabinete eléctrico 40x40x200mm	unidad	59,50
chapa para gabinete eléctrico	unidad	8
Motorreductor	unidad	490
SIMENS sinamics V20 variador de frecuencia	unidad	290
Motor	Unidad	300
Mano de obra		200

4.9. Discusión

La creación de una nueva máquina en este caso un clasificador de uvilla puede conllevar algunos desafíos entre ellos un estudio de factibilidad para la misma, lo cual nos puede ayudar a comprar entre otros competidos en el mercado como puede ser una maquina clasificador de tomate diseñada en la ESPE con el tema de “Diseño e Implementación de un Sistema Clasificador de Tomate de Riñón (*Lycopersicum Esculentum*) Aplicable a la Fundación “AYLLU APU FFA” de la Provincia de Cotopaxi-Ecuador para Impulsar el Sector Microempresarial y Emprendimientos.” [56], la cual se centra en una necesidad específica como es el clasificado de tomate llegando a tener un buen desempeño ya que fue creada y puesta a prueba en el campo, a diferencia el sistema propuesto que solo es presentado un modelado 3D, pero teniendo en cuenta el costo de estudio ya que un prototipo simulado ayuda en el costo de investigación y siendo más moldeable y programable, ya que puede existir algunos cambios en el proceso de diseño y fabricación.

En otro caso podemos citar una maquina clasificadora de arándanos producida por [57] la cual se basa en tecnología clasificadora por IA llevando a un incremento de productividad en el proceso de clasificado, a diferencia de la maquina propuesta en esta investigación que nos basamos en el clasificado solo por tamaño centrándonos así en una sola característica de fruto, una ventaja de nuestro sistema propuesto es el bajo costo de implementación fabricación, montaje y mantenimiento siendo ya que nos centramos en que el sistema de clasificado sea asequible rentable para la fábrica y también para pequeños productores de frutos y no solo se quede en las industrias sino también logrando una automatización en sectores agrícolas los cuales son los más olvidados en el país.

Aun que el proceso de producción de clasificado de la uvilla fue estandarizado en 500 kg por hora, a comparación de [58], el cual es un clasificador y contador de tomate de árbol que procesa 7200 tomates por hora, su costo de fabricación y mantenimiento es mayor al sistema

propuesto en esta investigación, siendo una desventaja al momento de poder implementar en un nicho en específico.

Para la sustentación del sistema clasificador de uvilla, primero se realizó un estudio de la producción inicial en la empresa en donde se realiza análisis el proceso de deshidratado de la uvilla sin clasificar, tomando datos del total de uvilla ingresada y cuál es el total de uvilla tipo B la cual es uvilla con un mayor nivel de humedad o uvilla quemada y tipo A siendo la uvilla con una humedad menor al 13% a 15% de humedad. Como segundo punto se realizó un ensayo en donde se hace un clasificado manual de la uvilla de un lote de 720 kg y la misma siendo sometida al mismo proceso de deshidratado dando como resultado que existe un diferente nivel de humedad esto dependiendo del tamaño de uvilla el cual se puede ver en el anexo 6.

5. CONCLUSIONES.

Con esta investigación e implementación de la ingeniería de diseño que contribuyo al desarrollo del clasificador de uvilla teniendo un diseño para la fabricación e implementación en su entorno requerido por el cliente, en donde se considera las necesidades y características del prototipo ayudando así al incremento de la productividad de al sector que va dirigido el proyecto y evitando el cansancio, fatiga o desperdicio de recurso como el tiempo en la clasificación manual del fruto, aportando directamente en el ahorro de recursos mano de obra en la empresa y en otro punto también podría ayudar a productores de uvilla si fuera implementada en un centro de acopio dando un valor agregado a su producto.

En el presente trabajo se diseñó un sistema de clasificación de uvilla en la empresa “TERRAFERTIL S.A.” ubicada en la provincia de Pichincha-Ecuador, mediante el cual ayuda a estandarizar los tamaños de la uvilla en tres tipos, grande (22mm), media (18 – 22 mm) y pequeña. (18mm) de diámetro.

Con la presente investigación se realizó análisis de diseño mecánico, comenzando con la investigación de campo como encuestas donde se conoció la voz del cliente, usuario e ingeniero, dando paso a la creación de diagramas de cuerpo libre, flujogramas de proceso y diseños mediante software de simulación en 3D utilizando SolidWork y Ansys Academic.

También se realizó un estudio de productividad inicial en donde se analizaron diferentes muestras de uvilla deshidratada sin clasificar con un producto inicial de 720 kg de uvilla sin clasificar y después del proceso de deshidratación dando como resultado un producto final tipo B de **79 kg** con un promedio de **26.33 %** de desperdicios en la muestra de un lote producción, dando una pérdida de 15% de uvilla en una jornada. Para lo cual se realizó un ensayo de uvilla clasificada manualmente en un lote de 500gr en donde se pudo ver la diferencia de niveles de humedad en cada tamaño de uvilla por lo cual se pudo concluir que, si se estandariza los tamaños de la uvilla al momento de deshidratar, se reducirá los tiempos en la actividad de REPROCESO teniendo una mejora en la productividad al eliminar el tiempo de

reproceso el cual genera un costo adicional en uso de tiempo y material utilizado, siendo así más eficiente este proceso de deshidratado.

Se estudiaron los elementos más críticos mediante una simulación siendo este el eje transmisión en cual soporta la fuerza proporcionada por el motor, el peso del cilindro clasificador y el peso de la materia prima. Los resultados de esta simulación se realizaron mediante el software nos ayuda a conocer, Total deformation: se ubicas en el punto del eje y dando 5.28 mm. Equivalent Stress: en donde se conoce el esfuerzo máximo ocasionado por las cargas dando un valor de 96.09 Mpa siendo este menor al límite elástico dado por el material 393Mpa AISI 1020 y Safty factor: el cual nos da un valor de mínimo de 3.05 llegando así a la conclusión que de que es un valor adecuado en la elaboración del proyecto, sabiendo que el valor es superior a 1.5 siendo la resistencia a las cargas se encuentras sometida.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda la incorporación de instructivos para el proceso de clasificado de uvilla mediante maquina clasificadora esto ayudara a evitar riesgos ergonómicos y mecánicos de los operarios en el uso de la misma.

Para la implementación de la propuesta de debe realizar charlas y capacitaciones al personal de planta dispuesto al manejo de la máquina, estas capacitaciones deberán contar con instructivos y pruebas del uso de las misma, su funcionamiento, su mantenimiento, su limpieza, montaje y desmontaje de la misma.

Implementar un plan de prevención sobre los riesgos ergonómicos y mecánicos complementando con su capacitación adecuada para cada tipo de riesgo y su debido proceso.

Se recomienda hacer una re ingeniería en el diseño ya propuesto, en base a que el prototipo solo se limita a un modelo de clasificado el cual es la uvilla, y si se hace una modificación en el sistema de clasificado se puede diseñar un nuevo modelo de sistema de clasificado adaptable a cualquier tipo de fruta o verdura, ya que el mercado agrícola sigue creciendo y aumentado los productos cultivados tanto en la sierra centro la cual se puede investigar que existen ya invernaderos que cultivan frutas o verduras como la lechuga o col, viendo asi que ya no solo se estos cultivos se centran en las zonas con clima cálido sino también ya en zonas de clima frio templado.

7. BIBLIOGRAFIA

- M. A. A. CAICEDO, «Estudio de la cadena productiva de uvilla (Physalis peruviana),» UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO, Ecuador, 2010.
- 1] L. C. Juca, «Revista Científica y Tecnológica UPSE,» 01 06 2021. [En línea].
- 2] Available: <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/547/502>.
- MPCEIP, «Ecuador inicia exportaciones de uvilla hacia Estados Unidos,» 19 05
- 3] 2018. [En línea]. Available: <https://www.produccion.gob.ec/ecuador-inicia-exportaciones-de-uvilla-hacia-estados-unidos/>.
- C. A. N. DUCHE, «ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL,» 2016. [En línea].
- 4] Nature's Heart, «Nature's Heart,» 05 10 2022. [En línea]. Available:
- 5] <https://ec.naturesheart.com/acerca-de-nosotros>.
- UPTC, «ctor hortofrutícola de Ecuador: Principales características socio-productivas de la red agroalimentaria de la uvilla (Physalis peruviana),» 02 09 2019. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/5600/560059292003/html/#ref37>.
- S. V. & A. G. Antúnez Ocampo, «FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN DE Physalis peruviana L. POR LA APLICACIÓN DE AMONIO Y NITRATO, EDAD Y VIGOR DE LA PLANTA,» 12 2016. [En línea]. Available: <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v50n5/1405-3195-agro-50-05-603.pdf>.
- Simbaña Pillajo, Jeniffer Gabriela, 2019. [En línea]. Available:
- 8] <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/11097>. [Último acceso: 18 05 2024].

S. N. Chapman, «Planeación y Control de la Producción,» Pearson Educación,
9] 2006.

N. y. F. G. Gaither, «Gestión de operaciones: Procesos y decisiones (5ªed),» Upper
10] Saddle River, Nueva Jersey: Prentice Hall, 2000.

H. G. PULIDO, «CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD Tercera edición,»
11] McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, México, D.F, 2010.

C. A. M. Cañas, «INDICADORES DE EFECTIVIDAD Y EFICACIA,» Planning,
12] D, 1998.

M. ROJAS y L. & V. M. JAIMES, «Efectividad, eficacia y eficiencia en,»
13] *Espacios*, vol. 39, nº 06, p. 11, 2017.

I. CHIAVENATO, «“ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HUMANOS”,» 11
14] 2000. [En línea]. Available: chrome-
extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/https://www.ucipfg.com/Repositorio/M
AES/MAES-08/UNIDADES-
APRENDIZAJE/Administracion%20de%20los%20recursos%20humanos(%20lect%20
)%20CHIAVENATO.pdf.

INFOTURISMO, «BIENVENIDOS AL INFOCENTRO,» 2020. [En línea].
15] Available: <https://pichinchamalchingu.wixsite.com/malchingu>. [Último acceso: 05
2024].

Simbaña Pillajo, Jeniffer Gabriela, «LA UVILLA EN LA ALTA COCINA,»
16] 2019. [En línea]. Available: <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/11097>. [Último
acceso: 05 2024].

- G. S. & K. Quishpe, «Plan de fitomejoramiento de la uvilla,» 07 2017. [En línea].
- 17] Available: <https://dokumen.tips/engineering/plan-de-fitomejoramiento-de-la-uvilla.html?page=1>.
- iNaturalist Ecuador, 10 01 2023. [En línea]. Available:
- 18] <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/51988-Physalis-peruviana>.
- G. B. RUIZ VILCHES, «DISEÑO MAQUINA CLASIFICADORA,»
- 19] UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA, 2023.
- E. Picazo Tejero, «Máquina clasificadora por vibración de dientes de ajo o
- 20] productos similares.». Madrid-Alicante Patente 1 076 972, 22 05 2012.
- S. ESPINOSA SAMPER, «CRIBA O CLASIFICADOR DE ALCAPARRAS
- 21] POR TAMAÑO, SECAS O MOJADAS CON». MARIN MENU Patente 2 387 216, 18 09 2012.
- P. BERGHMANS y C. FIVEZ, «Procedimiento de clasificación de productos de
- 22] la patata y aparato de clasificación de productos de la patata». europa Patente 2 662 823, 12 13 2017.
- J. R. D. F. d. A. Sánchez-Hermosilla López y A. Salvador, «Máquina clasificadora
- 23] de frutas y hortalizas portátil.». Almería Patente 2 318 987, 02 05 2010.
- C. R. i. Romeva, «Diseño concurrente,» ETSEIB - Universitat Politècnica de
- 24] Catalunya, España, 2002.
- E. M. Macas, «Definición y Estado del Arte de la Ingeniería Concurrente la
- 25] Manufactura por Computer y la Mecatrónica»,» INNOVA, Loja, 2017.
- Constitución del Ecuador de 2008, «El Buen Vivir en la Constitución de 2008:
- 26] conceptualización y dimensiones, Art. 425,» Ecuador, 2008.

RESOLUCIÓN ARCSA-DE-2022-016-AKRG, «NORMATIVA TÉCNICA
27] SANITARIA PARA ALIMENTOS PROCESADOS, 2023,» Registro Oficial
Suplemento, Ecuador, 2023.

A. R.-F. Rojas, «DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN CALIDAD (QFD),»
28] Comillas, Madrid, 2009.

LUIS DAVID SANTANA LOZANO & DAVID RICARDO CUBILLOS ORTIZ
29] , «Proyecto Integral de Grado para optar el título de: INGENIERO QUÍMICO,» 2016.
[En línea]. Available: <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/451>.
[Último acceso: 20 01 2024].

C. R. Romev, «Diseño Concurrente,» Ediciones UPC, Barcelona, 2002.
30]

Camei S.A , «Compañía de Automatización y Modernización Empresarial e
31] Industrial,» 01 2020. [En línea]. Available: <https://www.camei.com.ec/shop/product/se-gv3l25-guardamotor-magnetico-gv3l-3-polos-25a-ac3-2179?category=225>. [Último
acceso: 18 06 2024].

DH TECH, «SOLUCIONES TECNOLOGICAS,» 10 2023. [En línea]. Available:
32] <https://www.dmltech.com.ec/product/logo-8-plc-230rce-8-in-4-out-115-230-vac-siemens/>. [Último acceso: 01 07 2024].

ABB , «ACS150 - microconvertidor de frecuencia,» 05 2023. [En línea].
33] Available: <https://new.abb.com/drives/es/convertidores-baja-tension-ca/microconvertidores/acs150>. [Último acceso: 01 07 2024].

NIVIHE, «Motor eléctrico trifásico: Lo que necesitas saber,» 05 2023. [En línea].
34] Available: <https://motores-electricos.com.ar/motor-electrico-trifasico-lo-que-necesitas-saber/>. [Último acceso: 01 2024].

Motores y reductores, «ROYADISA,» 11 2023. [En línea]. Available:
35] <https://www.roydisa.es/archivos/5419#:~:text=Se%20conoce%20como%20motorreductor%20a,un%20equipo%20de%20forma%20autom%C3%A1tica..> [Último acceso: 07 2024].

TRANSMISIONES Y EQUIPOS, «Sistemas de transmisión de potencia: tipos y
36] funcionalidades,» 19 04 2023. [En línea]. Available:
<https://www.ajtransmisiones.com/blog/tipos-de-sistema-de-transmision>. [Último acceso: 07 2024].

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN ,
37] «Clasificadora de frutas y hortalizas,» 2019. [En línea]. Available:
<https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/maquinaria-agricola/clasif-frutas-hort.aspx>. [Último acceso: 07 2024].

S. CADIA INGENIERÍA, «Máquina clasificadora de frutas y hortalizas portátil.»
38] ESPAÑA Patente 2 318 987, 05 02 2010.

Tecnología inteligente Co., Ltd de Henan Aoto, «Tecnología Inteligente Co., Ltd
39] De Henan Aoto,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.aotoequipment.com/fruit-and-vegetable-equipment/sorting-machine/roller-sorting-machine.html>. [Último acceso: 002 07 2024].

INDUFERRO, «CATALOGO DE PRODUCTOS,» [En línea]. Available:
40] <https://induferro.com/producto/montacarga-manual/>. [Último acceso: 11 07 2024].

PLAPASA, «LINEA INDUSTRIAL,» 10 2023. [En línea]. Available:
41] <https://www.plapasa.com/producto/121>. [Último acceso: 11 07 2024].

IRVIX, «FOOD SERVICE SOLUTIONS S.A.,» 2021. [En línea]. Available:
42] <https://irvix.com.ec/1490-bandeja-perforada-entera-4-update.html>. [Último acceso: 11 07 2024].

DIPAC, «CATALOGOS PRODUCTOS DE HACERO,» 2022. [En línea].
43] Available: <https://dipacmanta.com/catalogos-online/>. [Último acceso: 18 07 2024].

M. Turovski, «Planificación de la producción,» 03 2023. [En línea]. Available:
44] <https://www.mrpeasy.com/blog/es/capacidad-de-produccion/>.

William Moebs, Samuel J. Ling, Jeff Sanny, «Física universitaria volumen 1,» 08
45] 2021. [En línea]. Available: <https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-1/pages/5-4-masa-y-peso>.

CK-12 Foundation, «Curriculum Materials License,» 2021. [En línea]. Available:
46] https://espanol.libretexts.org/Educacion_Basica/Geometria/06%3A_C%C3%ADrculos/6.05%3A_Di%C3%A1metro_o_Radio_de_un_C%C3%ADrculo_Dada_la_Circunferencia.

Teresa Martín Blas & Ana Serrano Fernández, «Momento de inercia,» 2021. [En
47] línea]. Available: <https://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/solido/minercia.html>.

B. -N. shigley, «Mechanical Engineering Design Edition,» 2008. [En línea].
48] Available: <https://archive.org/details/shigley-j.-e.-mechanical-engineering-design-8th-edition/page/n329/mode/2up?q=test+specimen+endurance+limit&view=theater>.

Ted Sundstrom & Steven Schlicker, «1.4: Velocidad y Velocidad Angular,» 2019.
49] [En línea]. Available:
https://espanol.libretexts.org/?title=Matematicas%2FPrecalculo_y_Trigonometria%2FLibro%3A_Trigonometria%3ADa_%28Sundstrom_%26_Schlicker%29%2F01%3A_Las_funciones_trigonometricas%2F1.04%3A_Velocidad_y_Velocidad_Angular.

50] Rotacional,» 2019. [En línea]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://aulavirtual.fio.unam.edu.ar/pluginfile.php/335755/mod_resource/content/2/Din%C3%A1mica%20Rotacional.pdf. [Último acceso: 2024].

ADVANCED, «Angulares Series Standard,» 2020. [En línea]. Available: 51] <https://advanced-gears.com/productos/reductores-de-precision/reductores-planetarios-de-precision-angulares/angulares-series-standard/>. [Último acceso: 07 2024].

ASME, «ASME Y14.5, DIMENSIONAMIENTO TOLERANCIA,» 2020. [En 52] línea]. Available: [https://www.asme.org/wwwasmeorg/media/resourcefiles/aboutasme/who%20we%20are/standards_and_certification/sstudentbr_aug15r3-\(002\).pdf](https://www.asme.org/wwwasmeorg/media/resourcefiles/aboutasme/who%20we%20are/standards_and_certification/sstudentbr_aug15r3-(002).pdf). [Último acceso: 19 07 2024].

B.-N. & Shigley's, «Mechanical Engineering Design, Eighth,» ©The McGraw- 53] Hill Companies, 2008, 20008, p. Fatigue Failure Resulting from Variable Loading.

I. A.R.Odetto, «Mecánica eléctrica industrial,» 2019. [En línea]. Available: 54] chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/3_anio/mecanica_electrica/arbol.pdf?utm_source=chatgpt.com. [Último acceso: 2024].

J. e. a. 2019, de *Saccharomyces Genome Database*, 2019.

55]

León Palacios, Freddy Alexander & Moreta Supe, Alex Edison, «Diseño e 56] Implementación de un Sistema Clasificador de Tomate de Riñón (*Lycopersicum Esculentum*) Aplicable a la Fundación “AYLLU APU FFA” de la Provincia de Cotopaxi-

Ecuador para Impulsar el Sector Microempresarial y Emprendimientos.,» 2021. [En línea]. Available: <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c9558230-31f5-402d-a482-76bbc42fad72/content>.

ELLIPS , «Ellips - Tecnología y maquinaria para clasificación,» eLLIPS, 2025.
57] [En línea]. Available: <https://ellips.com/es/>. [Último acceso: 2025].

J. L. C. U., «DISEÑO DE UNA MAQUINA CLASIFICADORA Y
58] CONTADORA DE TOMATE DE ARBOL,» 2021. [En línea]. Available: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21431/1/UPS-CT009419.pdf>. [Último acceso: 2025].

J. y. S. H. Sing, «Gestión de operaciones: un enfoque contemporáneo,» Pearson
59] Education South Asia., Singapur, 2015.

C. R. i. Romeva, «Diseño concurrente,» ETSEIB - UPC, 2002.
60]

Ministerio de Trabajo Seguridad Social, «FTP FICHAS TÉCNICAS DE
61] PREVENCIÓN,» 04 2019. [En línea]. Available: <https://www.gub.uy/ministerio-trabajo-seguridad-social/sites/ministerio-trabajo-seguridad-social/files/documentos/publicaciones/Manejo%20Manual%20de%20carga.pdf>.

Anexos

8. ANEXOS

Anexo. 1 Encuesta cliente

Tema: *Clasificador de uvilla*

Dirigido: Cliente o Gerente de planta

Objetivo: Recopilación de datos para obtener los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema de clasificación de uvilla.

Resultados

Pregunta 1 ¿Qué capacidad de clasificado será conveniente?

- 120 a 240kg/h

Pregunta 2: ¿Cómo considera usted que debe ingresar la uvilla?

- El ingreso se realizará de una bandeja, se clasifica y después se ingresa otra bandeja

Pregunta 3: ¿Cómo se realizará el ingreso de la bandeja: 1 transportadora o 2: manual?

- Manual de preferencia para abaratar costos

Pregunta 4: ¿Cómo considera usted que debe ser la salida del producto clasificado?

- La salida del producto clasificado puede ser lateral.

Pregunta 5: ¿Considera usted que debe ser de fácil mantenimiento?

- El acceso para el mantenimiento debe ser fácil ya que se debe lavar por cada variedad de uvilla que se clasifique.

Pregunta 6: ¿Qué materia debe ser la fabricación de la máquina?

- El material debe ser de acero inoxidable por el proceso de lavado con agua caliente.

Anexo. 2 Encuesta dirigido al Operario de Planta

Tema: *Clasificador de uvilla*

Dirigido: Operario

Objetivo: Recopilación de datos para obtener los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema de clasificación de uvilla.

Resultados

Pregunta1 ¿Considera usted que su seguridad ergonómica es POCO IMPORTANTE, MEDIO IMPORTANTE o MUY IMPORTANTE?

- MUY IMPORTANTE

Pregunta1 ¿Usted cuantos kilogramos cree que es óptimo para el manejo del personal?

- 120kg/h por gaveta

Pregunta 2: ¿Cómo considera usted que debe ingresar la uvilla?

- El ingreso se realizará de una bandeja, se clasifica y después se ingresa otra bandeja

Pregunta 3: ¿Según su experiencia como se realizará el ingreso de la bandeja:1 transportadora o 2: manual?

- De forma Manual, para abaratar costos

Pregunta 4: ¿Cómo considera usted que debe ser la salida del producto clasificado?

- La salida del producto clasificado puede ser lateral.

Pregunta 5: ¿Considera usted que debe ser de fácil mantenimiento?

- El acceso para el mantenimiento debe ser fácil ya que se debe lavar por cada variedad de uvilla que se clasifique.

Pregunta 6: ¿Qué materia debe ser la fabricación de la máquina?

- El material debe ser de acero inoxidable por el proceso de lavado con agua caliente después de cada tipo de uvilla clasificada.

Anexo. 3. Datos de proveedores analizados Minas y Azama

SEM	PROVEEDOR	ESTATUS	LOTE	PESO GUIA (kg)	PESO PLANTA (kg)	MP SECADO
5	AZAMA	O	20312020	250,00	249	249
5	MINAS	O	20312024	1132,00	1124	1124
5	MINAS	T	20314024	1117,00	1126	1126
6	AZAMA	O	20382020	445,00	435	435
6	MINAS	O	20382024	1122,00	1121	1121
6	MINAS	T	20384024	1141,00	1147	1147
7	AZAMA	O	20452020	547,00	545	545
7	MINAS	O	20452024	911,00	928	928
7	MINAS	T	20454024	680,00	662	662
7	MINAS	T	20464024	795,00	800	800
8	AZAMA	O	20522020	860,00	860	860
8	MINAS	O	20522024	855,00	851	851
8	MINAS	T	20524024	800,00	800	800
8	MINAS	T	20544024	778,00	774	774
28	MINAS	T	21914024	523,00	514	514
28	MINAS	O	21912024	485,00	497	497
28	AZAMA	O	21922020	894,50	883	883
28	MINAS	O	21932024	141,00	142	142
28	MINAS	T	21934024	662,00	667	667
29	AZAMA	O	21982020	1947,00	1946	1946
29	AZAMA	T	21984020	40,00	44	44
29	MINAS	T	21984024	418,00	418	418
29	MINAS	O	21982024	388,00	388	388
29	MINAS	O	22002024	167,00	179	179
29	MINAS	T	22004024	687,00	681	681
30	AZAMA	O	22052020	1479,00	1476	1476
30	MINAS	O	22052024	283,00	278	278
30	MINAS	T	22054024	469,00	487	487
30	MINAS	T	22074024	435,00	437	437
30	MINAS	O	22072024	146,00	146	146
31	AZAMA	O	22122020	1418,00	1414	1414
31	MINAS	T	22124024	571,00	568	568
31	MINAS	O	22122024	772,00	772	772
32	AZAMA	O	22192020	1055,20	1058	1058
32	MINAS	T	22204024	499,00	503	503
32	MINAS	O	22202024	517,00	522	522
33	AZAMA	O	22262020	925,00	927	927
33	MINAS	O	22272024	719,00	720	720

33	MINAS	T	22274024	768,00	772	772
34	AZAMA	O	22332020	960,00	963	963
34	MINAS	T	22344024	SP	414	414
34	MINAS	O	22342024	628,00	626	626
35	AZAMA	O	22402020	711,00	715	715
21	AZAMA	T	21434020	156,00	155	155
21	AZAMA	C	21431020	264,50	262	262
21	AZAMA	O	21432020	2756,00	2760	2760
21	MINAS	O	21432024	504,00	501	501
21	MINAS	T	21434024	1418,00	1428	1428
21	MINAS	T	21454024	1547,00	1554	1554
23	MINAS	O	21572024	59,00	60	60
23	AZAMA	O	21572020	906,00	909	909
24	AZAMA	O	21632020	1980,00	1981	1981
24	MINAS	O	21632024	347,00	344	344
24	MINAS	T	21634024	773,00	778	778
27	MINAS	T	21844024	2052,00	2052	2052
27	MINAS	O	21842024	327,00	332	332
27	AZAMA	T	21844020	133,00	133	133
27	AZAMA	O	21842020	3212,00	3205	3205
27	MINAS	T	21864024	1009,00	1018	1018
27	MINAS	T	21874024	807,00	809	809

Anexo. 4. Instructiva elaboración de uvilla



INSTRUCTIVO ELABORACIÓN DE UVILLA		ECUADOR	
Código:	I-CA-10-04		
Versión:	10		
Página:	1 de 7		
• ECUADOR • MÉXICO • COLOMBIA • PERÚ			

OBJETIVO

Llevar un control adecuado en el proceso de deshidratación de la uvilla, el mismo que tiene la finalidad de obtener un producto presentable física e higiénicamente con los mejores atributos organolépticos y químicos.

ALCANCE

Este documento aplica para deshidratación de uvilla orgánica y convencional.

PROCEDIMIENTO DE UVILLA DESHIDRATADA

1. Flujograma general descrito en **A-CA-10-02.19** Flujograma Deshidratados
2. Formulación productos

Ingrediente	Porcentaje	Origen
Uvilla	100%	Región Sierra - Oriente Ecuador

3. Manejo requerido de los ingredientes

No almacenar la uvilla fresca por más de 24 horas

4. Procedimiento Operativo Normal

4.1 Pesaje y recepción de Uvilla

- Se recibe la uvilla fresca realizando el respectivo control de calidad, esto lo realiza el supervisor de producción calidad de turno a cargo y toma de datos en el registro R-PR-03-3029.
- Se procede a pesar cada gaveta de producto identificando con su respectivo lote, peso y orden en el que ingresa la materia prima.
- La uvilla pesada en gavetas se coloca sobre pallets limpios o sobre bases azules.

4.2 Lavado

- La fruta se coloca en la tolva alimentadora por lotes.
- La Uvilla Orgánica siempre se procesa antes que la Uvilla transición o convencional.
- En la lavadora de uvilla se coloca 500 litros de agua en los tanques respectivos, la uvilla paso por distintos aspersores de agua que ayuda a eliminar las impurezas.
- La uvilla lavada se coloca en gavetas y luego sobre pallets limpios o sobre bases azules.
- Se registra en el registro de uvilla R-PR-03-05.

4.3 Escaldado de Uvilla

- La tina de escaldado se llena con 200 litros de agua de 80 a 92,90°C.
NOTA: solo en casos excepcionales si el cliente solicita se procede adicionar ácido cítrico, en una concentración del 0.042 %.
- La uvilla lavada se coloca en gavetas 20kg.

Elaborado por: DESS	Revisado por: CECC	Aprobado por: CRGP	Válido a partir: 14/02/2022
------------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

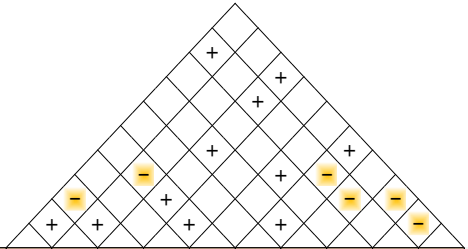
Documento controlado. Las copias impresas de este documento sin su respectiva aprobación del responsable de calidad son consideradas copias no controladas

Anexo. 5 Casa de la calidad QFD

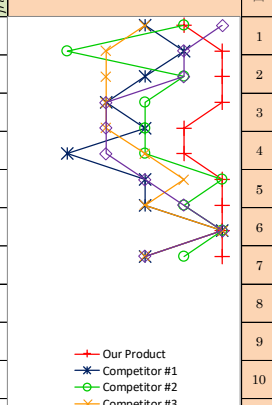
Positive	+
Negative	-
No Correlation	

Relationships	
Strong	●
Moderate	○
Weak	▽

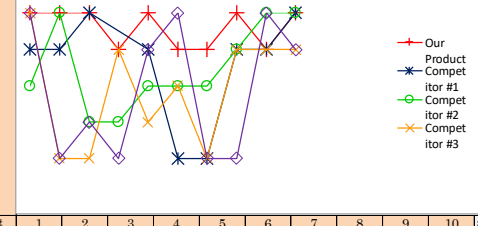
Direction of Improvement	
Maximize	▲
Target	◇
Minimize	▼



Row #	Weight Chart	Relative Weight	Customer Importance	Maximum Relationship	Customer Requirements (Explicit and Implicit)	Customer Competitive Assessment										Row #				
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	■	10%	8	9	Capacidad de producción	●	○	▽			▽			○						
2	■	12%	9	9	Ingreso de una gabeta de uvilla	▽	●	●		○	▽					▽				
3	■	9%	7	9	Fácil retiro de la uvilla clasificada	▽	▽	●		○	▽	▽	▽			▽				
4	■	13%	10	9	Bajo costo			▽	●	○				●	○	●				
5	■	9%	7	9	Riesgos por manipulación	●		○		●		○	▽	○						
6	■	9%	7	9	Instalación rápida			○	○	▽	●	●								
7	■	8%	6	9	Fácil mantenimiento			○	○	●	○	●	▽		○					
8	■	10%	8	9	Fácil capacitación		○		▽	○	▽	○	●							
9	■	9%	7	9	Capacidad de motor	●	○		●				○	●						
10	■	12%	9	9	Evitar Contaminación			▽	○	▽			▽			●				




Target	Technical Competitive Assessment									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
capacidad de 240 kg/h										
milímetros mm										
Posición de la tolva en grados altura										
% de material obtenido en el mercado local										
Cumplimiento de la norma										
Tiempo de ensamble										
tiempo de espera por reparación o manipulación										
Tiempo de capacitación										
Fuerza de motor (Hp)										
Costo de material										
Max Relationship	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Technical Importance Rating	274,4	201,3	296,2	291	301,3	144,9	216,7	271,8	176,9	262,8
Relative Weight	11%	8%	12%	12%	12%	6%	9%	11%	7%	11%
Weight Chart										
Propio producto de uvilla	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5
Competitor #1: Clasificador de ajo	4	4	5		4	1	1	4	4	5
Competitor #2: Clasificador de Alcagarras	3	5	2	2	3	3	3	4	5	5
Competitor #3: Clasificador de Patatas	5	1	1	4	2	3	1	4	4	4
Competitor #4: Clasificador de frutos y ortalizas portátil	5	1	2	1	4	5	1	1	5	4



Anexo. 6 Datos obtenidos del ensayo

Proveedores	Peso (g)	Diámetro (cm)	Humedad Inicial (%)	Humedad final (%)
Minas	8.80	2.50	82.40	20.01
Minas	8.00	2.40	83.05	18.75
Minas	9.10	2.51	82.50	19.95
Minas	7.10	2.20	82.00	17.35
Minas	7.00	2.20	81.70	16.34
Minas	7.03	2.20	81.97	16.46
Minas	6.00	2.20	81.35	15.68
Minas	6.03	2.20	81.34	15.68
Minas	5.15	2.00	80.85	14.37
Azama	9.75	2.50	82.80	20.45
Azama	9.05	2.46	82.45	19.55
Azama	8.05	2.40	82.95	19.10
Azama	7.29	2.30	82.71	18.92
Azama	6.29	2.10	81.20	15.10
Azam	6.33	2.11	81.21	15.14
Azama	5.16	2.00	80.81	14.39
Azama	5.10	2.00	80.81	13.82
Azama	4.88	2.00	80.47	14.52
Artesanos	8.17	2.40	82.73	20.19
Artesanos	9.50	2.40	82.31	19.75
Artesanos	8.09	2.40	82.95	18.98
Artesanos	7.41	2.30	82.71	18.92
Artesanos	7.16	2.30	82.50	18.66
Artesanos	7.00	2.30	82.13	17.59
Artesanos	6.50	2.20	81.50	15.65
Artesanos	6.18	2.10	81.45	15.65
Artesanos	6.05	2.20	81.33	15.35

Anexo. 7 Ensayo de uvilla deshidratada clasificada

 <p>EXPORTACIÓN</p>	ECUADOR	
	Código:	S-M-21
	Versión:	1
	Página:	0 de 1
• ECUADOR • MÉXICO • COLOMBIA • PERÚ • CHILE • BRASIL • UK • USA		

ENSAYO N°	F. PRODUCTO	ÁREA	HORNO:	BANDEJA	T.A- °C	T.B- °C	FECHA:	HORA:	LOTE	TEMPERATURA	TURNO	AW	%H	FOTO
1	Uvilla Azama	Hornos	Blasy 1	7	96	79	15/8/2022	16:20	22262020	Caliente	3	0,6	14,45	Ensayo.1
2	Uvilla Azama	Hornos	-	1	17	17	16/8/2022	8:28	22262020	Frio	2	0,67	14,4	Ensayo.2
3	Uvilla Minas	Hornos	Blasy 1	1	96	79	16/8/2022	8.10	22272024	Caliente	2	0,57	16,71	Ensayo.3
4	Uvilla Azama	Hornos	Blasy 1	7	96	79	16/8/2022	8:28	22262020	Caliente	2	0,61	15,23	Ensayo.4
5	Uvilla Azama	Empaque	Blasy 1	7	18	18	17/8/2022	9:05	22262020	Frio	2	0,61	17,39	Ensayo.5
6	Uvilla Minas	Empaque	Blasy 1	1	18	18	17/8/2022	9:05	22272024	Frio	2	0,63	15,02	Ensayo.6
7	Uvilla Trn.C.Minas	Empaque	Blasy 2	7	18	18	17/8/2022	9:10	22272024	Frio	2	0,63	17,17	Ensayo.7
8	Uvilla Trn.C.Minas	Empaque	Blasy 2	1	18	18	17/8/2022	9:10	22272024	Frio	2	0,67	23,41	Ensayo.7.1
9	Uvilla Trn.C.Minas	Empaque	Blasy 2	7	18	18	18/8/2022	10:10	22272025	Frio	2	0,65	22.3	Ensayo.7.2

Anexo. 8 Estudio de porcentaje de humedad

 <p><i>Clasy</i></p> <p>MUESTRA DE PROCESO</p> <p>F. PRODUCCION: Uvalle asama... # 1 - 2022/11 - 8:28 / 19:00 LOTE: 22262020 / <i>Milena</i></p> <p>TURNO: 3</p> <p>F. ANALISIS:</p> <p>SH: 14.46</p> <p>AM: _____</p> <p><i>Ensayo 1</i></p>	 <p>MUESTRA DE PROCESO</p> <p>F. PRODUCCION: Uvalle asama... # 1 - 2022/11 - 8:28 / 19:00 LOTE: 22262020 / <i>Fria</i></p> <p>TURNO: 2</p> <p>F. ANALISIS:</p> <p>SH: 14.40</p> <p>AM: 0.67</p> <p><i>Ensayo 2</i></p>
 <p>MUESTRA DE PROCESO</p> <p>F. PRODUCCION: Uvalle asama... # 1 - 2022/11 - 8:28 / 19:00 LOTE: 22262020 - <i>Caliente</i></p> <p>TURNO: 2</p> <p>F. ANALISIS:</p> <p>SH: 16.71</p> <p>AM: 0.58</p> <p><i>Ensayo 3</i></p>	 <p>MUESTRA DE PROCESO</p> <p>F. PRODUCCION: Uvalle asama... # 1 - 2022/11 - 8:28 / 19:00 LOTE: 22262020 / <i>Milena</i></p> <p>TURNO: 3 / <i>Fria</i></p> <p>F. ANALISIS:</p> <p>SH: 15.23</p> <p>AM: 0.61</p> <p><i>Ensayo 4</i></p>
 <p>MUESTRA DE PROCESO</p> <p>F. PRODUCCION: Uvalle asama... # 1 - 2022/11 - 8:28 / 19:00 LOTE: 22262020 - <i>58.329</i></p> <p>TURNO: 2</p> <p>F. ANALISIS:</p> <p>SH: 17.39</p> <p>AM: 0.61</p> <p><i>Ensayo 5</i></p>	 <p>MUESTRA DE PROCESO</p> <p>F. PRODUCCION: Uvalle asama... # 1 - 2022/11 - 8:28 / 19:00 LOTE: 22262020 - <i>58.329</i></p> <p>TURNO: 3</p> <p>F. ANALISIS:</p> <p>SH: 19.02</p> <p>AM: 0.63</p> <p><i>Ensayo 6</i></p>
 <p>MUESTRA DE PROCESO</p> <p>F. PRODUCCION: Uvalle asama... # 1 - 2022/11 - 8:28 / 19:00 LOTE: 22262020 - <i>58.329</i></p> <p>TURNO: 2</p> <p>F. ANALISIS:</p> <p>SH: 14.17</p> <p>AM: 0.63</p> <p><i>Ensayo 7</i></p>	 <p>MUESTRA DE PROCESO</p> <p>F. PRODUCCION: Uvalle asama... # 1 - 2022/11 - 8:28 / 19:00 LOTE: 22262020 - <i>58.329</i></p> <p>TURNO: 3</p> <p>F. ANALISIS:</p> <p>SH: 28.41</p> <p>AM: 0.63</p> <p><i>Ensayo 8</i></p>

9. Planos de diseño