



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA CLASIFICADORA AUTOMÁTICA DE  
TOMATE RIÑÓN PARA REDUCIR EL TIEMPO EN LA ETAPA DE  
POSTCOSECHA DEL INVERNADERO DE LA SEÑORA JUANA CHILUIZA.**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en  
Electromecánica

**Autores:**

Changoluisa Tonato Fabián Oswaldo

Chiluisa Chiluisa Deysi Rosana

**Tutor Académico:**

Ing. Moreano Martínez Edwin Homero; MSc.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2022**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Changoluisa Tonato Fabián Oswaldo y Chiluisa Chiluíza Deysi Rosana, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CLASIFICADORA AUTOMÁTICA DE TOMATE RIÑÓN PARA REDUCIR EL TIEMPO EN LA ETAPA DE POSTCOSECHA DEL INVERNADERO DE LA SEÑORA JUANA CHILUIZA”, siendo el Ing. MSc. Moreano Martínez Edwin Homero tutor del presente Trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Changoluisa Tonato Fabián Oswaldo

C.I. 055023029-6

Chiluisa Chiluíza Deysi Rosana

C.I. 180539765-8

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor de la Propuesta Tecnológica sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA CLASIFICADORA AUTOMÁTICA DE TOMATE RIÑÓN PARA REDUCIR EL TIEMPO EN LA ETAPA DE POSTCOSECHA DEL INVERNADERO DE LA SEÑORA JUANA CHILUIZA”, de los postulantes: Changoluisa Tonato Fabián Oswaldo y Chiluisa Chiluisa Deysi Rosana, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes Científico-Técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto del 2022

Tutor,



.....

Ing. Moreano Martínez Edwin Homero MSc.

C.I: 050260750-0



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Changoluisa Tonato Fabián Oswaldo y Chiluisa Chiluisa Deysi Rosana con el título de Proyecto de titulación: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CLASIFICADORA AUTOMÁTICA DE TOMATE RIÑÓN PARA REDUCIR EL TIEMPO EN LA ETAPA DE POSTCOSECHA DEL INVERNADERO DE LA SEÑORA JUANA CHILUIZA” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto. Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto del 2022

Para constancia firman:

**Lector 1 (Presidente)**  
**Ing. Enrique Torres Tamayo, Ph.D**  
**CC: 1757121940**

**Lector 2**  
**Ing. Luis Miguel Navarrete López MSc.**  
**CC: 1803747284**

**Lector 3**  
**Ing. Segundo Ángel Cevallos Betún MSc.**  
**CC: 0501782437**

## AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Tungurahua, agosto del 2022

### CERTIFICADO

Informamos que los Señores Changoluisa Tonato Fabián Oswaldo con C.I. 055023029-6 y Chiluisa Chiluisa Deysi Rosana con C.I. 180539765-8, estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, realizó su trabajo de propuesta tecnológica, aportando al invernadero ubicado en la Parroquia San Andrés , Comunidad Huapante Grande con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA CLASIFICADORA AUTOMÁTICA DE TOMATE RIÑÓN PARA REDUCIR EL TIEMPO EN LA ETAPA DE POSTCOSECHA DEL INVERNADERO DE LA SEÑORA JUANA CHILUIZA”**, el mismo que se implementó para los invernaderos de tomates riñón. Con un lapso de tiempo indefinido.

Atentamente,



Juana Chiluisa

C.I. 180341154-3



## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida a mi familia por la confianza puesta en mí y en especial a mi madre por el amor y apoyo incondicional ante todas las adversidades en el transcurso de mi vida universitaria, agradezco a mis amistades que indirectamente fueron partícipes de este logro anhelado por mí por el futuro profesional que me espera después de haber alcanzado este objetivo.

A mis hermanos que con palabras y consejos de aliento a superación hicieron mi persona un ser justo y responsable para desempeñar labores en todo ámbito laboral. A mi pareja Eli-su qué me acompañó durante mi carrera universitaria; tíos, primos y demás personas cercanas a mí que estuvieron conmigo brindándome su apoyo día a día.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por formarme como alumno responsable y acogerme en sus instalaciones durante estos años y hacer de mí una mejor persona para la sociedad; y como no también al Ingeniero Ms.C Moreano Martínez Edwin Homero por su tiempo colaboración y dedicación que nos ha brindado al momento de desarrollar este proyecto. Y a todos los docentes que compartieron su conocimiento para mi formación académica.

*Fabian Changoluisa*



## AGRADECIMIENTO

A mis Padres María y Alfredo que son pilar fundamental de mi vida que gracias por su amor, sacrificio, esfuerzo, a mi hermano Jonathan a mis suegros Miguel y Justa, familiares Primos y Primas, y amigos que supieron apoyarme a mi esposo Paul y sobre todo a mi hija Montserath que es la mayor motivación para completar esta etapa de la formación de mi educación, ya que con su apoyo he logrado seguir firme con mis metas.

A toda mi familia en me supieron inculcar los valores, los consejos y lasabiduría que perdurara de ellos hacia mí, que de una u otra manera estuvieron presentes con sus palabras de apoyo.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por acogerme durante estos años y formarme académicamente con una educación de calidad y excelencia, especialmente a mi tutora de proyecto, al Ingeniero MsC. Moreano Martínez Edwin Homero por su colaboración y dedicación que nos ha brindado al momento de desarrollar este proyecto.

*Deysi Chiluisa*



## DEDICATORIA

Toda la formación como un ser digno para la sociedad otorgado por la Universidad Técnica De Cotopaxi se la dedico a mi madre Margarita Tonato Chiluisa por su amor, llantos y anhelos durante mi preparación en la carrera, todo su apoyo y confianza incondicional para toda mi familia, feliz con mi persona por tomar en serio mi formación dedicarme, enfocarme y haber cumplido con mi meta.

*Fabian Changoluisa*





## **DEDICATORIA**

A mi Padres, mi hermano, suegros, primos, primas, amigos a mi esposo y en especial a mi hija gracias a su apoyo, incondicional me motivaron a completar esta etapa de la formación de mi educación.

A toda mi familia que estuvieron desde el principio apoyándome y que, gracias a sus consejos, he aprendido a superar los obstáculos que se han presentado en la vida.

*Deysi Chiluisa*



## ÍNDICE DE CONTENIDO

### Contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN .....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iii
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT .....	xix
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	xx
1. INFORMACION GENERAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	3
2.1 EL PROBLEMA.....	3
2.1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	3
2.1.2 Formulación Del Problema .....	3
2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	4
2.2.1 Objeto de estudio.....	4
2.2.2 Campo de acción .....	4
2.3 BENEFICIARIOS: .....	4
2.3.1 Beneficiarios Directos:.....	4
2.3.2 Beneficiarios Indirectos: .....	4
2.4 JUSTIFICACIÓN .....	4
2.5 HIPÓTESIS .....	5
2.6 OBJETIVOS .....	5
2.6.1 Objetivo General .....	5
2.6.2 Objetivos Específicos.....	5
2.7 SISTEMA DE TAREAS .....	5



3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	6
3.1 ANTECEDENTES .....	6
3.2 INTRODUCCIÓN .....	9
3.3 TOMATE.....	9
3.3.1 La Planta.....	10
3.3.2 Características .....	11
3.3.3 Requerimientos edafoclimáticos .....	12
3.3.4 Tipos de tomates riñón .....	13
3.4 INVERNADEROS .....	14
3.4.1 Tipos de invernaderos .....	14
3.5 NORMATIVAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO .....	17
3.5.1 ASTM.....	17
3.5.2 AISI.....	17
3.5.3 NFPA 70E.....	18
3.5.4 Normas INEN.....	18
3.5.5 Norma CPE INEN 01:1987 código de práctica para la manipulación de alimentos	18
3.5.6 Equipos y utensilios .....	18
3.5.7 Norma INEN 1745 .....	18
3.6 Método de clasificación .....	19
3.6.1 Descripción del método de clasificado tradicional .....	19
3.7 Tipos de máquinas clasificadoras .....	19
3.7.1 Máquina clasificadora mediante bandas transportadoras divisoras .....	19
3.7.2 Máquina clasificadora de acuerdo a la masa .....	20
3.7.3 Máquina clasificadora por tambor giratorio.....	21
3.7.4 Máquina clasificadora de banda transportadora.....	21
3.8 Cosecha.....	22
3.9 Post cosecha.....	22
3.10 Caracterización física del tomate riñón.....	23
3.10.1 Dimensiones del tomate .....	23
3.10.2 Masa del tomate pietro .....	23
3.11 ACEROS DE TRANSMISIÓN AISI 1018 .....	24
3.11.1 Aceros inoxidables .....	25
3.11.2 Aceros inoxidables austeníticos .....	25
3.11.3 Acero inoxidable austenítico 304.....	25



3.11.4 Factores que afectan la resistencia a la corrosión de las soldaduras en acero inoxidable .....	26
3.11.5 Electrodo para soldadura de aceros inoxidable .....	26
3.12 PARÁMETROS PARA SELECCIONAR UN MOTOR .....	27
3.13 MOTOR REDUCTOR .....	27
3.14 TOLVA DE ALIMENTACIÓN .....	28
3.15 CHUMACERAS .....	28
3.16 VOZ DEL USUARIO .....	28
3.17 VOZ DEL INGENIERO .....	29
3.18 MEMORIA DE CÁLCULO .....	29
3.19 ANÁLISIS FUNCIONAL .....	30
3.20 SEÑALES QUE SALEN DEL SISTEMA SON: .....	31
3.21 DEFINICIÓN DE MÓDULOS .....	32
3.21.1 Puesta en marcha .....	33
3.21.2 Energía eléctrica .....	33
3.21.4 Principios de funcionamiento de la máquina clasificadora de tomate .....	33
3.22 CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA CLASIFICADORA DE TOMATE RIÑÓN MEDIANTE JAULAS .....	34
3.22.1 Elementos de la máquina clasificadora de tomate riñón .....	36
3.23 CAPACIDAD DE LA MÁQUINA CLASIFICADORA AUTOMÁTICA DE TOMATE RIÑÓN .....	37
4.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	37
4.2 MÉTODOS .....	39
4.2.1 Método bibliográfico .....	39
4.2.2 Método de campo .....	39
4.2.3 Método experimental .....	39
4.2.4 Método cuantitativo .....	39
4.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN .....	39
4.3.1 Observación .....	39
4.3.2 Medición .....	40
4.3.3 Simulación .....	40
4.4 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN .....	40
4.4.1 Multímetro .....	40
4.4.2 Finales de carrera .....	40
4.4.3 Software de simulación .....	40



4.5 TABLAS DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	41
4.6 MATERIALES .....	42
4.6.1 Ecuaciones.....	43
4.7 DISEÑO DEL DISPOSITIVO .....	48
4.7.1 Diagrama general .....	48
4.7.2 Esquema de conexión.....	49
4.7.3 Programación del LOGO .....	50
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	51
5.1 SELECCIÓN DE LOS MATERIALES .....	51
5.2 ENSAMBLE DE LA MÁQUINA CLASIFICADORA AUTOMÁTICA .....	53
5.3 CÁLCULO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS.....	56
5.3.1 Cálculo de la capacidad a transportarse .....	56
5.3.2 Dimensiones de los tomates .....	57
5.3.3 Cálculo de fuerza sobre la banda.....	60
5.4 SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR.....	61
5.4.1 Cálculo de velocidad angular .....	61
5.4.2 Cálculo de torque .....	61
5.4.3 Cálculo de la potencia del motor.....	62
5.5 CÁLCULO DE FUERZAS EN CATALINA 8B.....	62
5.5.1 Cálculo fuerza neta.....	62
5.5.2 Cálculo fuerza de flexión .....	63
5.6 CÁLCULO DE FUERZA CENTRÍPETA EN LA JAULA .....	63
5.6.1 Cálculo fuerza neta.....	63
5.7 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PLANO YZ .....	63
5.7.1 Cálculo de momentos y reacciones ejercidas en eje motriz .....	65
5.8 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PLANO XZ .....	66
5.8.1 Cálculo de momentos y reacciones ejercidas en eje motriz .....	66
5.9 CÁLCULO DE FATIGA Y DIÁMETRO DE EJE.....	67
5.9.1 Cálculo del límite de resistencia.....	67
5.9.2 Cálculo factor de superficie $K_a$ .....	68
5.9.3 Factor de confiabilidad.....	70
5.9.4 Cálculo del radio de la muesca (Redondeos de ejes) .....	71
5.10 CÁLCULO DEL DIÁMETRO.....	72
5.10.1 Flexión.....	72
5.10.2 Torsión .....	72



5.10.3 Diámetro 1.....	72
5.10.4 Diámetro 2.....	72
5.11 CÁLCULO DE RELACIÓN DE TRANSMISIÓN .....	73
5.12 CÁLCULO DE NUMERO DE ESLABONES DE UNA CADENA .....	74
5.13 ALMACENAMIENTO DE CANASTILLA .....	76
5.13.1 Selección de un rodamientos o chumaceras.....	76
5.13.2 Carga estática equivalente.....	77
5.14 PRESUPUESTO.....	77
5.15 VAN Y TIR .....	79
6.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	81
6.1 CONCLUSIONES .....	81
6.2 RECOMENDACIONES.....	81
7 BIBLIOGRAFÍA .....	82
ANEXOS .....	86



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Diagrama de causa efecto (ISHIKAWA) .....	3
Figura 3.1: Máquina de tomates .....	7
Figura 3.2 Máquina clasificadora de tomate riñon-variedad daniela .....	8
Figura 3.3 Máquina clasificadora .....	9
Figura 3.4 El tomate .....	10
Figura 3.5 La planta de tomate .....	10
Figura 3.6 Tipos de tomate de riñon.....	13
Figura 3.7 Invernadero tipo parral.....	15
Figura 3.8 Invernadero tipo capilla .....	16
Figura 3.9 Invernadero tipo tunel .....	16
Figura 3.10 Invernadero tipo raspa y amagado .....	17
Figura 3.11 Clasificación manual del tomate riñon.....	19
Figura 3.12 Máquina clasificadora de tomates mediante bandas teletransportadoras divisoras .....	20
Figura 3.13 Máquina clasificadora de frutos de acuerdo a su masa .....	20
Figura 3.14 Máquina clasificadora de frutos mediante tambor giratorio .....	21
Figura 3.15 Máquina clasificadora de frutos mediante banda transportadora.....	21
Figura 3.16 Proceso de post cosecha de tomate en el invernadero de la señora Juana Chiluíza .....	22
Figura 3.17 Clasificación del tomate pietro de acuerdo a su tamaño .....	23
Figura 3.18 Dimensiones del tomate pietro.....	23
Figura 3.19 Ensayos de masa realizada a cada tipo de tomate pietro.....	23
Figura 3.20 Variedad de chumaceras .....	28
Figura 3.21 Secuencia de calculos.....	30
Figura 3.22 Diagrama funcional de la maquina .....	31
Figura 3.23 Modelo funcional .....	31
Figura 3.24 Prototipo de la máquina clasificadora.....	35
Figura 4.1 Mapa de la provincia de tungurahua .....	38
Figura 4.2 Solidificación de la Comunidad de Huapante Grande .....	38



Figura 4.3 Ubicación específica de la Comunidad Huapante Grande.....	38
Figura 4.4 Partes del LOGO SIEMENS.....	41
Figura 4.5 Diagrama general de la máquina .....	49
Figura 4.6 Esquema de conexión.....	50
Figura 4.7 Diagrama de flujo del sistema automatizado .....	51
Figura 5.1 Tubos cortados para la construcción de la estructura.....	53
Figura 5.2 Estructura uno y dos ensamblada.....	54
Figura 5.3 Tolva de alimentación .....	54
Figura 5.4 Sistema de transmisión de la máquina clasificadora.....	55
Figura 5.5 Jaulas para el sistema de clasificación .....	55
Figura 5.6 Sistema de clasificación por jaula .....	56
Figura 5.7 Diagrama de la banda.....	56
Figura 5.8 Cuerpo libre plano YZ .....	63
Figura 5.9 Diagrama del cuerpo libre YZ .....	64
Figura 5.10 Diagrama de cálculos de momentos y reacciones ejercidas en el eje motriz YZ .	64
Figura 5.11 Diagrama de cálculos de momentos y reacciones ejercidas en el eje motriz XZ .	66
Figura 5.12 Diagrama de cálculo del radio de la muesca.....	71
Figura 5.13 Diagrama de cálculo de números de eslabones de una cadena .....	74
Figura 5.14 Almacenamiento de la canastilla o jaula.....	76





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Sistema de tareas de la propuesta tecnológica.....	5
Tabla 3.1. Clasificación del tomate pietro de acuerdo a su tamaño. ....	24
Tabla 3.2: Propiedades mecánicas AISI 1018. ....	24
Tabla 3.3: Métodos de corte de acero inoxidable. ....	25
Tabla 3.4: Propiedades del acero inoxidable .....	26
Tabla 3.5: Tipos de electrodos para soldar acero inoxidable .....	27
Tabla 3.6: Alternativas de solución .....	32
Tabla 3.7: Elementos de la máquina.....	35
Tabla 4.1: Variable independiente.....	41
Tabla 4.2: Variable dependiente.....	42
Tabla 4.3: Materiales de construcción.....	42
Tabla 4.4: Materiales eléctricos.....	43
Tabla 5.1: Selección de los materiales.....	52
Tabla 5.2: Dimensiones de los tomates .....	58
Tabla 5.3: Composición química .....	67
Tabla 5.4: Composición mecánica .....	68
Tabla 5.5: Parámetros en el factor de la condición superficial de Marín .....	68
Tabla 5.6: Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión del acero .....	70
Tabla 5.7: Factores de confiabilidad.....	70
Tabla 5.8: Estimación de primera iteración de los factores de concentración del esfuerzo Kt	71
Tabla 5.9: Datos para calcular el número de eslabones.....	75
Tabla 5.10. Descripción de los gastos directos. ....	79
Tabla 5.11. Descripción de los gastos indirectos.....	79
Tabla 5.12. Descripción de la mano de obra. ....	79
Tabla 5.13. Descripción de la inversión total. ....	79
Tabla 5.14. Tablas del VAN y TIR. ....	79

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 4.1 Cálculo de la capacidad a transportarse.....	43
Ecuación 4.2 Dimensiones de tomates .....	43
Ecuación 4.3 Peso máximo.....	44
Ecuación 4.4 Cálculo de fuerza sobre la banda.....	44
Ecuación 4.5 Cálculo de velocidad angular .....	44
Ecuación 4.6 Cálculo de torque.....	44
Ecuación 4.7 Cálculo de la potencia del motor .....	45
Ecuación 4.8 Cálculo de fuerzas en catalina 8B.....	45
Ecuación 4.9 Cálculo fuerza de flexión.....	45
Ecuación 4.10 Cálculo de fuerza centrípeta en la jaula.....	45
Ecuación 4.11 Cálculo del límite de resistencia .....	46
Ecuación 4.12 Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga .....	46
Ecuación 4.13 Calculo factor de superficie Ka .....	46
Ecuación 4.14 Cálculo del radio de la muesca (Redondeos de ejes).....	46
Ecuación 4.15 Flexión .....	47
Ecuación 4.16 Torsión.....	47
Ecuación 4.17 Diámetro 1 .....	47
Ecuación 4.18 Cálculo de relación de transmisión.....	47
Ecuación 4.19 Cálculo de numero de eslabones de una cadena .....	48
Ecuación 4.20 Longitud de la cadena, (mm). .....	48
Ecuación 4.21 Selección del rodamientos o chumaceras. ....	48
Ecuación 4.22 Carga estática equivalente .....	48

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TEMA:** IMPLEMENTACIÓN DE UNA CLASIFICADORA AUTOMÁTICA DE TOMATE RIÑÓN PARA REDUCIR EL TIEMPO EN LA ETAPA DE POSTCOSECHA DEL INVERNADERO DE LA SEÑORA JUANA CHILUIZA.

**Autores:**

Changoluisa Tonato Fabián Oswaldo

Chiluiza Chiluiza Deysi Rosana

### RESUMEN

La forma de clasificación del tomate riñón por tamaño es de manera manual y conlleva un excesivo tiempo, que representa pérdidas económicas para el productor de tal manera de que el objetivo de esta propuesta tecnológica es implementar una máquina de clasificación de tomate riñón en los tamaños grandes, medianos y pequeños, para la disminución del tiempo en la etapa de postcosecha en el invernadero de la señora Juana Chiluiza ubicado en la provincia de Tungurahua, cantón Pillaro, parroquia San Andrés en la Comunidad de Huapante Grande. Aplicando la metodología de campo en la que me permitió dimensionar el diámetro de las jaulas para cinco tamaños como es 85 mm, 75 mm, 65mm, 55 mm y de 45 mm respectivamente. La carga aplicada en este sistema automático se seleccionó el motor reductor de un HP, misma que me permita manipular la banda transportadora y el movimiento de las jaulas, además para el proceso de automatización se utilizó el logo V8 de acuerdo al número de entradas y salidas que este prototipo lo necesita, para el sistema mecánico se diseñó en el software SolidWorks y concluyendo que al aplicar este sistema hay un tiempo de reducción de tres horas al clasificar las ciento ochenta cajas las mismas que se lo clasificaba en seis horas.

**Palabras claves:** Automatizado, clasificadoras, tomates, bandas.



## COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

### ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY

**TITLE:** AN AUTOMATIC CLASSIFIER OF KIDNEY TOMTOES FOR REDUCING THE TIME IN THE POST-HARVEST STAGEBFROM FOR REDUCING THE TIME IN THE POST-HARVEST STAGE FROM LA SEÑORA JUANA CHILUIZA GREENHOUSE.

**Authors:**

Changoluisa Tonato Fabián Oswaldo

Chiluisa Chiluisa Deysi Rosana

### ABSTRACT

The classifying way the kidney tomato by size is manually and takes an excessive time, what represents economic losses for the producer, such a way that the technological proposal is to implement a a kidney tomato classification machine in large sizes, medium and small, for the reduction of time in the post-harvest stage in the greenhouse from Mrs. Juana Chiluisa, located in the Tungurahua province, pillar canton, San Andres parish from Huapante Grande community. Applying the field methodology, which it allowed to size the cages diameter for five sizes, such as 85mm, 75mm, 65mm, 65mm, 55mm, and 45mm respectively. The load applied this automatic system, it was selected the one HP reducer motor, which allows to manipulate the conveyor belt and the cages movement, further, it was needs this prototype, for the mechanical system, it was designed in the SolidWorks software and concluding that when applying this system, there is a reduction time of three hours, when classifying the one hundred and eighty doxes, the some ones that were classified in six hours.

**Keywords:** Automated, sorters, tomatoes, bands.

## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA CLASIFICADORA AUTOMÁTICA DE TOMATE RIÑÓN PARA REDUCIR EL TIEMPO EN LA ETAPA DE POSTCOSECHA DEL INVERNADERO DE LA SEÑORA JUANA CHILUIZA.”** presentado por: **Changoluisa Tonato Fabián Oswaldo y Chiluisa Chiluiza Deysi Rosana**, estudiantes de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2022

Atentamente,



Mg. Marco Beltrán



CENTRO  
DE IDIOMAS

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 0502666514**

## 1. INFORMACION GENERAL

**Título:** Implementación de una clasificadora automática de tomate riñón para reducir el tiempo en la etapa de postcosecha del invernadero de la señora Juana Chiliza

**Fecha de inicio:**

abril 2022

**Fecha de finalización:**

agosto 2022

**Lugar de ejecución:**

Región Sierra, Provincia de Tungurahua, Cantón Santiago de Píllaro, Parroquia San Andrés, Comunidad Huapante Grande.

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Electromecánica

**Proyecto de investigación vinculado:**

Proyecto formativo: Para la formación de futuros tesisistas.

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor**

**Nombres:** Edwin Homero

**Apellidos:** Moreano Martínez

**Email:** [edwin.moreano@utc.edu.ec](mailto:edwin.moreano@utc.edu.ec)

**Cedula:** 050260750-0

**Ponente 1**

**Nombres:** Fabián Oswaldo

**Apellidos:** Changoluisa Tonato

**Email:** fabian.changoluisa0296@utc.edu.ec

**Cedula:** 055023029-6

**Ponente 2**

**Nombres:** Deysi Rosana

**Apellidos:** Chiluisa Chiluisa

**Email:** deysi.chiluisa7658@utc.edu.ec

**Cedula:** 180539765-8

**Área de Conocimiento:**

**Campo amplio**

07 ingeniería, Industria y Construcción

**Campo Especifico**

071 ingeniería y Profesiones Afines

**Campo Detallado**

0714 electrónica y Automatización

**Línea de investigación:**

Procesos Industriales

**Sub líneas de investigación de la Carrera**

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electrónicos

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1 EL PROBLEMA

La clasificación y demanda en los mercados de este producto el tomate riñón es por tamaños, y el excede el tiempo en la clasificación por el tamaño causa pérdidas económicas al propietario y a externos al utilizar exceso de personal y su mano de obra para llevar a cabo la clasificación.

#### 2.1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La forma de producción y a la utilización de excesivo tiempo que en la actualidad sigue utilizando como es la mano de obra la cual utiliza todos los invernadores de tomate riñón, exige una gran demanda de tiempo los distintos tipos de clasificación.

Por lo tanto, existen máquinas clasificadoras de tomate riñón a un costo muy alto que se les dificulta obtenerlas a las pequeñas y medianas empresas. Por tal motivo se propone el diseño de una máquina clasificadora automática con un costo accesible para el pequeño productor.

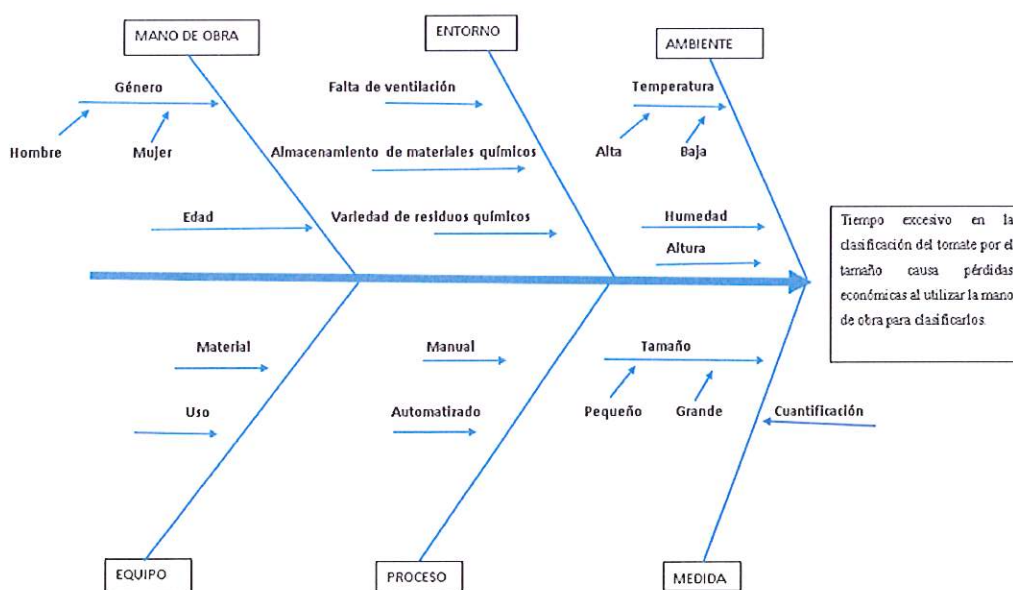


Figura 2.1: Diagrama de causa efecto (Ishikawa)

#### 2.1.2 Formulación Del Problema

La clasificación de tomate riñón es un proceso que se realiza de forma manual y a su vez es un proceso que requiere tiempo para realizar este tipo de trabajo que limita la producción de la postcosecha.



## **2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN**

### **2.2.1 Objeto de estudio**

Máquina clasificadora de tomate riñón.

### **2.2.2 Campo de acción**

Automatización.

## **2.3 BENEFICIARIOS:**

### **2.3.1 Beneficiarios Directos:**

Señora Juana Chiluiza

### **2.3.2 Beneficiarios Indirectos:**

Los postulantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica.

## **2.4 JUSTIFICACIÓN**

En el Ecuador la demanda del producto es por tamaños y la clasificación del tomate riñón se efectúa manualmente, lo cual acciona mayor dedicación de tiempo, lo cual nos conlleva a crear un prototipo como una máquina clasificadora con elementos que encontremos en el mercado nacional ya que la manufacturación final no sea de costos excesivos.

Este proyecto tiene como objetivo crear una maquina clasificadora para ayudar en el post cosecha ya que este trabajo generalmente se realiza manualmente, por lo que cada empleado tarda mucho en clasificar o es muy ineficiente, lo que genera muchas pérdidas. El propósito de esta máquina es mejorar el ambiente de trabajo de los agricultores y reducir el riesgo de los empleados que realizan estas tareas. Finalmente, el proyecto pretende ser una solución viable para los pequeños y medianos productores en cuanto al uso de la automatización para clasificar los tomates riñón.

La provincia de Tungurahua es una región productora agrícola, en la que se ubica el cantón Píllaro parroquia San Andes en la comunidad de Huapante Grande; Donde su principal fuente vital es el cultivo de tomates riñones, donde la clasificación se realiza manualmente, debe basarse en su tamaño. La ventaja de la investigación es que se puede construir una máquina clasificadora en cualquier taller mecánico según el diseño especificado, muy útil para aumente la producción, reduzca el tiempo de clasificación.

## 2.5 HIPÓTESIS

El diseño e implementación de una máquina clasificadora de tomate riñón garantizará un sistema funcional para mejorar la distribución selectiva por tamaños grande, mediano y pequeño del cultivo, en el invernadero de la Señora Juana Chiluiza de la parroquia San Andrés, cantón Píllaro provincia de Tungurahua.

## 2.6 OBJETIVOS

### 2.6.1 Objetivo General

Implementar una máquina de clasificación de tomate riñón en los tamaños grande, mediano y pequeño, para mejorar el tiempo de clasificado en la etapa de postcosecha en el invernadero de la señora Juana Chiluiza ubicado en la provincia de Tungurahua, cantón Píllaro, parroquia San Andrés en la Comunidad de Huapante Grande.

### 2.6.2 Objetivos Específicos

- Realizar una revisión bibliográfica de los tipos de máquinas clasificadoras de tomate riñón, conociendo un sistema de forma de clasificación automatizado en la etapa de postcosecha.
- Diseñar una máquina automática con la ayuda de un software de simulación, para los elementos que compete la clasificadora del tomate riñón de acuerdo a su tamaño.
- Validar el funcionamiento de máquina clasificadora de tomate riñón en el invernadero de la señora Juana Chiluiza para su funcionamiento ejerciendo las pruebas de campo.

## 2.7 SISTEMA DE TAREAS

**Tabla 2.1** Sistema de tareas de la propuesta tecnológica

Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, medios e Instrumentos
Realizar una revisión bibliográfica de los tipos de máquinas clasificadoras de tomate riñón, conociendo un sistema de forma de clasificación automatizado en la etapa de postcosecha.	Investigar documentos como tesis, Artículos científicos que tenga una investigación de acuerdo a tema planteado.	Obtener información de cómo se puede operar una maquina clasificadora de tomate riñón.	Documentos investigativos

Diseñar una máquina automática con la ayuda de un software de simulación, para los elementos que compete la clasificadora del tomate riñón de acuerdo a su tamaño.	Seleccionar los diferentes componentes para su respectivo ensamblaje de la máquina.	Diseño, ensamblaje y programación.	Investigaciones bibliográficas y experimentación.
Validar el funcionamiento de máquina clasificadora de tomate riñón en el invernadero de la señora Juana Chiluíza para su funcionamiento ejerciendo las pruebas de campo.	Pruebas de funcionamiento de la máquina clasificadora en el invernadero de plantas de tomates riñón.	Prueba de funcionalidad de la máquina clasificadora en el invernadero.	Experimentación en el invernadero.

### 3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 3.1 ANTECEDENTES

En el presente ítem se detallan las investigaciones que tienen relación con nuestro proyecto. Esta revisión bibliográfica se describirá en el ámbito macro, meso y micro.

La Universidad La Salle publicó un trabajo con el título “**Diseño de una máquina para la clasificación de tomate chonto *Lycopersicum esculentum mill***”, es un trabajo investigativo presentado por Casallas Ávila Hamilton Ricardo y Muñoz Domínguez Carlos Eduardo previo a la obtención del título de Ingeniería en Automatización de la Universidad de La Salle, ubicada en Bogotá Colombia. El proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema de clasificación de tomates chontos por tamaño y color. Para determinar los parámetros de selección del tomate tradicional se realizó una encuesta entre varios productores de dos ciudades de la provincia de Cundinamarca. Con base en los resultados obtenidos a través de la encuesta y las observaciones realizadas durante las visitas al invernadero donde se cultivó esta fruta, se crearon los criterios de diseño para el sistema de clasificación. En ese orden de ideas, para el diseño del sistema de clasificación se decide realizar dos diseños por separado: uno para tamaño y otro para color [1].

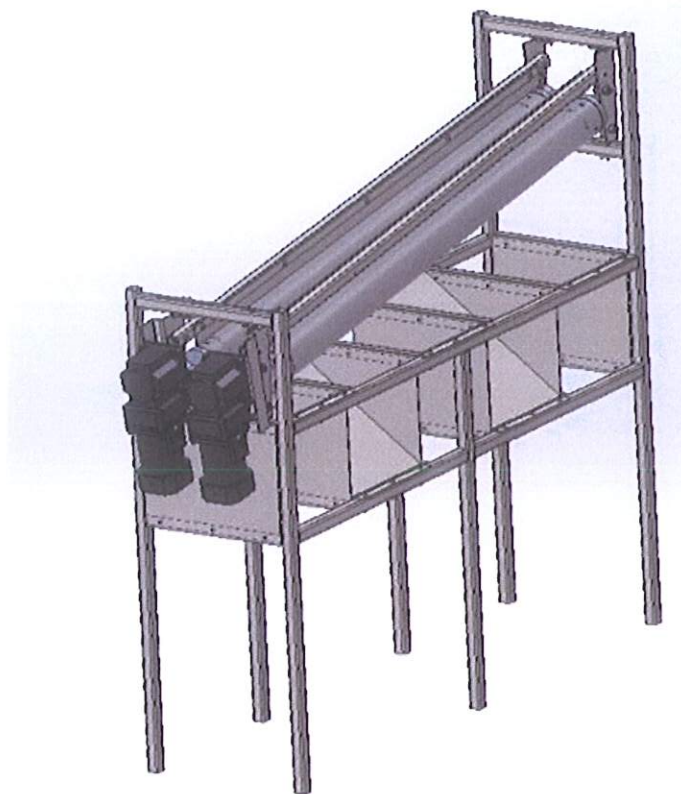


Figura 3.1: Máquina de tomates [1].

El “diseño y construcción de una máquina clasificadora de tomate riñón-variedad Daniela de 80 cartones de 23 Kg/h de capacidad”, es un trabajo investigativo presentado por Tene López Darwin Carlos y Villagrán Ayala José Luis previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en Riobamba. El proyecto tiene como finalidad el diseño y construcción que nos ayude para la solución de problemas, en la parroquia de Yaruquíes del estado de Riobamba, se cultivan tomates rojos y su clasificación se realiza de forma manual, sin normas de manipulación de alimentos, de ahí la necesidad de construir máquinas clasificadoras. Utilizamos una metodología para encontrar la mejor alternativa de solución, la cual partimos del estudio del arte, con ello realizamos un análisis previo, guiándonos con encuestas, un estudio de campo, características del tomate, métodos de clasificación [2].



**Figura 3.2:** Máquina clasificadora de tomate riñón- variedad Daniela [2].

El presente trabajo de titulación denominado **“Diseño y simulación de una máquina clasificadora de tomate de riñón para los productores del sector de Pataín perteneciente a la parroquia Panzaleo de la provincia de Cotopaxi”**. Fue presentado en el año 2020 por Espín Bautista Lenin Mauricio y Palomo Astudillo Henry David, en la Universidad Técnica de Cotopaxi, en resumen, este documento presenta la propuesta tecnológica tiene como objetivo el diseño y simulación de una máquina clasificadora de tomate de riñón, mediante un análisis matemático y un método de elementos finitos, para los productores del sector de Pataín perteneciente a la parroquia Panzaleo de la provincia de Cotopaxi, analizando las principales variables en el proceso; empleándose una selección del tipo de máquina, sistema de transmisión, utilizándose materiales existentes el mercado local [3].

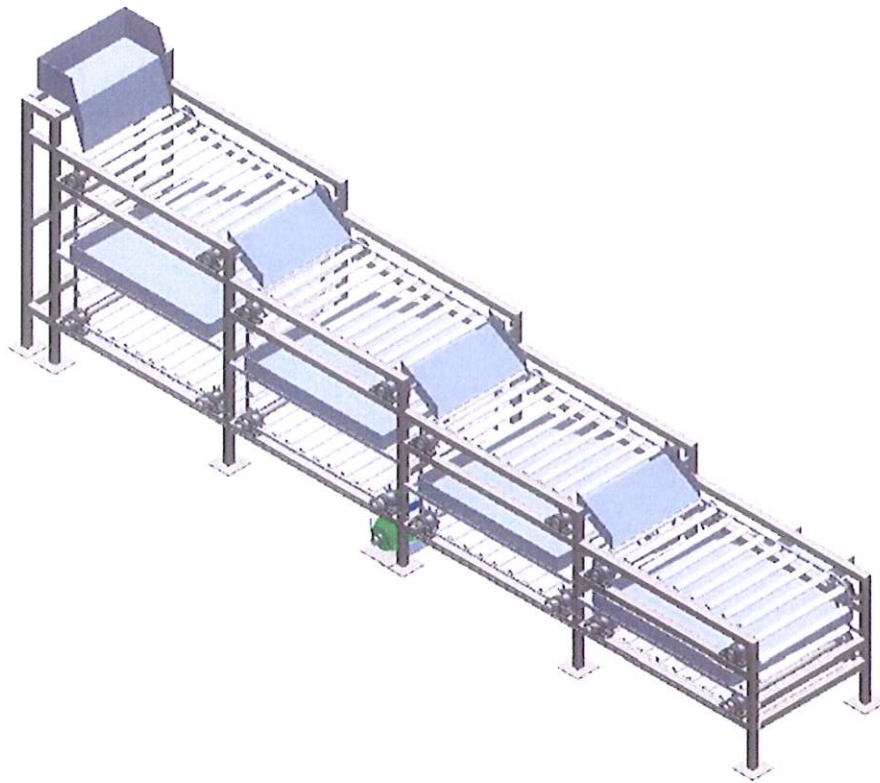


Figura 3.3: Máquina clasificadora [3].

### 3.2 INTRODUCCIÓN

En la presente sección está designado a la investigación y descripción de los conceptos técnicos teóricos que será necesario para el desarrollo de la máquina clasificadora, implementando las normas nacionales e internacionales que beneficiarán en la mano de obra y disminuirá el tiempo de clasificado. Tomando en cuenta que estará subdividido por variables independientes y dependientes.

### 3.3 TOMATE

Los tomates son la hortaliza más importante del mundo. Se cultiva en todo el mundo, siendo los principales países productores China y Estados Unidos. Se consume de muchas formas, tanto cruda como procesada para la industria. Hoy en día hay muchas variedades, que se cultivan todo el año y dan frutos en una variedad de tamaños, formas y colores. Además, es un alimento rico en fibra y bajo en calorías que aporta vitaminas y minerales [4].



Figura 3.4: El tomate [4].

### 3.3.1 La Planta

El tomate es una planta con un tallo ramificado que no es robusto, por lo que se debe sembrar con tutores para mantener el árbol erguido. Las flores crecen en racimos, amarillentas, florecen en oleadas. El fruto es una baya carnosa, generalmente de color rojo, aunque también los hay amarillos o rosados [5].



Figura 3.5: La Planta de tomate [5].

#### El tallo

Los tallos de tomates verdes, peludos, de 2 a cm de espesor, más anchos en la base. Es bastante frágil, se daña fácilmente si se frota contra un objeto duro o se rompe si se dobla demasiado. Del tallo principal surgen nuevos tallos secundarios, hojas y racimos florales [6].

#### Las hojas

Las hojas de tomate son pintadas y compuestas, con 7 a 9 pecíolos, lobuladas, dentadas, opuestas y opuestas. Al igual que el tallo, las hojas están cubiertas de pelos glandulares y son de color verde oscuro. Al manipularlos, desprenden un olor muy característico, agradable para

muchas personas, al tocarlos con una mancha de color amarillo verdoso. Si no se lavan al momento, resulta muy complicado de eliminar [6].

#### **Las flores**

Son flores de tomate amarillas, con cinco o más sépalos, cinco pétalos y cinco o seis estambres. Se agrupan en inflorescencias de tipo racimo que suelen aparecer en el tallo, cada 2 o 3 hojas [6].

#### **El fruto**

Es una baya de dos o varias semillas, de forma más o menos redonda y de peso muy variable según la variedad y el crecimiento de la planta.

El color del fruto joven es verde, al madurar se torna rojo, rosado, amarillo, anaranjado, morado, pardo con diferentes matices. Depende de la raza en cuestión. En el interior del fruto y recubiertas de un mucílago se encuentran las semillas. Estas son de forma ovalada y están cubiertas de vello [6].

#### **Las raíces**

El sistema radicular del tomate consta de raíces principales, raíces accesorias y raíces accesorias. Suele extenderse hasta 1.5 metros alrededor de la planta y profundizar 50 cm como máximo, aunque la mayor parte de las raíces se distribuyen en los primeros 20 cm de suelo [6].

### **3.3.2 Características**

El Jitomate es originario de la planta generalmente llamada tomatara, estimando como una hortaliza, botánicamente un fruto, utilizado como verdura y cuenta con una gran calidad gastronómica. Asimismo, es un alimento rico en fibra, con escasa cantidad de calorías, su peso es agua, bajo en hidratos de carbono, posee un poder antioxidante, rico aportes de minerales y vitaminas que son muy esenciales para el organismo humano.

A se vez, se cultiva en todo el mundo, es el vegetal más mercantilizado del mundo, se consume de variadas maneras, cuenta con gran diversidades y frutos de diversas formas, tamaños o colores.



### 3.3.3 Requerimientos edafoclimáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de éstos incide sobre el resto [7].

Temperatura: Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento.

La temperatura óptima de cultivo es de 20 a 30°C durante el día y de 1 a 17°C por la noche. Temperaturas superiores a 30-35°C afectan al cuajado (óvulo subdesarrollado) y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas por debajo de los 12-15°C también provocan problemas durante el crecimiento de las plantas.

Humedad: La humedad relativa óptima se encuentra entre el 60 y el 80%. La humedad relativamente alta facilita el desarrollo de enfermedades aéreas, agrietando el fruto y dificultando el proceso de fertilización, debido a que los granos de polen se comprimen provocando que parte de la flor se marchite. El agrietamiento de la fruta también puede ser causado por demasiada humedad en el suelo o por demasiada irrigación después de un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor [7].

Luminosidad: Un valor de luz reducido puede afectar negativamente la floración y la fertilización, así como el desarrollo vegetativo de las plantas. En momentos críticos de la temporada de crecimiento, la correlación entre la temperatura diurna y nocturna y la luz es importante [7].

Suelo: Las plantas de tomate no requieren suelo, excepto para el drenaje. Prefiere suelos sueltos de textura silico-arcillosa y ricos en materia orgánica. Sin embargo, crece perfectamente en suelos franco arenoso [7].

Fertilización con carbón: El suministro de CO<sub>2</sub> puede compensar el consumo de la planta y asegurar que se mantengan concentraciones superiores a la media en el invernadero. De esta manera, se estimula la fotosíntesis y se acelera el crecimiento de las plantas.

El enriquecimiento de CO<sub>2</sub> en el invernadero depende de la calidad, el rendimiento y la frescura del cultivo. Cabe señalar que el exceso de CO<sub>2</sub> provoca daños al cerrar las estomas, deteniendo la fotosíntesis y posiblemente provocando quemaduras. [7].

En el cultivo del tomate, la ingesta óptima de CO<sub>2</sub> está entre 700 y 800 ppm. En cuanto a los rendimientos netos, proporcionan incrementos del 15-25% en función del tipo de invernadero, el sistema de control climático y entre otros [7].

### 3.3.4 Tipos de tomates riñón

Todo el país tiene 3.333 hectáreas de tomate. La producción es de 61.26 toneladas anuales, según el último censo agropecuario de 2000. La mayoría de tomateras está ubicada en la provincia de Santa Elena y en los valles de Azuay, Imbabura y Carchi [8].

A escala mundial, existen tipos de fruta fresca para consumo y 2 variedades para industria. En el Ecuador ocho tienen mayor acogida: fortuna, sheila, charleston, titán, pietro, fortaleza, cherry y chonto [8].

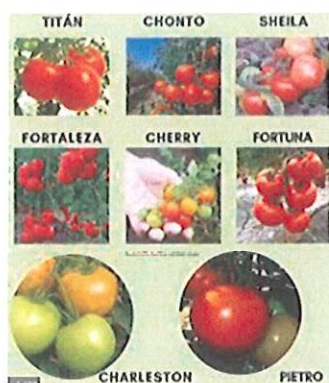


Figura 3.6: Tipos de tomates riñón [9].

- **Fortuna:** Crece en 8 meses. A los tres meses comienza a producir. Se cultiva bajo invernadero. El fruto pesa de 240 a 260 gramos. Es resistente y dura hasta un mes en la percha.
- **Sheila:** Los tomates alcanzan 5-6 cm de tamaño y hasta 200 gramos de peso. Esta variedad es apreciada tanto para cultivos de campo como de invernadero. Cabe mencionar que un tomate contiene 95% agua, 0,3% grasa, 1% proteína, 0,5% celulosa y oligoelementos como calcio, hierro y fósforo, vitaminas A, B y C. Este fruto posee apenas 25 calorías por cada 100 gramos [10].
- **Charleston:** Es un híbrido de larga vida. Los frutos son firmes y tienen un excelente sabor. Se cosecha 3 meses después del trasplante. Se desarrolla mejor en clima templado [10].
- **Titán:** Su fruto es redondo. Es ideal para el cultivo en campo abierto y en invernaderos. Los frutos pesan de 200 a 250 gramos. Son muy firmes y resistentes a la manipulación [10].

- **Pietro:** Arbusto vigoroso, con racimos de 5 a 7 frutos semicirculares de color rojo intenso. El fruto de esta variedad pesa de 230 a 260 gramos Tiene larga vida en la percha [10].
- **Fortaleza:** Es ideal para invernaderos. La fruta crece incluso en lugares fríos y con poca luz. Tiene excelente color y dureza. Crece, principalmente, en los valles de la Sierra [10].
- **Cherry:** El fruto es del tamaño de una cereza. Necesita mucha luz y crece en climas tropicales. Su área de producción es mínima y su mercado está dirigido a la cocina gourmet [10].
- **Chonto:** Esta es una variedad de fructificación media que alcanza los 120 a 180 gramos de peso. La consistencia del tomate chonto es dura y muy resistente a los viajes largos [10].

### 3.4 INVERNADEROS

Por lo general la obtención de tomates es de campo abierto, en lo cual nos permite verificar la producción en los invernaderos o túneles de plásticos es cada día más importante para abastecer frutos frescos al mercado local.

A diferencia del cultivo al aire libre con limitaciones de tiempo, las plantas de tomate en un invernadero se pueden almacenar hasta por 11 meses. Los tomates de invernadero generalmente se cosechan verdes y se dejan madurar durante el transporte y luego al supermercado. Frutos de invernadero con toda su maduración en la planta, tienden a tener una vida de anaquel más larga, mejor sabor y mayor valor en el mercado comparado con los que se cultivan en suelo al aire libre [11].

#### 3.4.1 Tipos de invernaderos

##### 3.4.1.1 Invernadero tipo parral (“Almería”)

El invernadero tipo parral se caracteriza porque gran parte de sus elementos estructurales son flexibles, estando constituidos por alambres o cordeles individuales que son sometidos a una tensión inicial, durante la construcción, mediante el uso de cuerdas tensoras se fijan al suelo. El cerramiento de la cubierta se realiza con láminas flexibles de plástico, situadas entre dos mallas de alambre, que se extienden por toda la superficie de la estructura [12].



**Figura 3.7:** Invernadero tipo parral.

- **Parral simple:** El parral simple es un invernadero a dos aguas al que se pueden adaptar canaletas laterales en caso de que exista una necesidad de recogida de aguas [12].
- **Parral en raspa y amagado:** La variedad de aspa y amagado es un invernadero con una estructura compleja formada por diferentes módulos cuyos techos tienen diferentes ángulos de inclinación, desde  $6^\circ$  hasta  $20^\circ$ . La intersección de dos taludes de cubierta de un módulo en su parte más alta se denomina "raspa", que es la intersección "amagado" entre módulos contiguos. Generalmente sobre el amagado se instalan canalones interiores para la evacuación de las aguas pluviales, pudiendo instalarse también canaletas laterales en los lados perimetrales del parral [12].

#### 3.4.1.2 Invernadero tipo capilla

La capilla del invernadero, también conocida como capilla de varias cámaras, se caracteriza por la forma del techo formado por arcos de medio punto y su estructura totalmente metálica. Este tipo de invernadero será del tipo comúnmente denominado túnel múltiple, con invernaderos góticos e invernaderos asimétricos. El montaje se realiza de la misma forma que Mecano. Las diferentes partes se unen con grapas, tuercas y tornillos, por lo que no es necesario soldar [13].



**Figura 3.8:** Invernadero tipo capilla [13].

#### **3.4.1.3 Invernadero tipo túnel**

El invernadero tipo túnel no tiene paredes rectas, la estructura es completamente curva desde el punto de unión al suelo hasta la cumbrera. La forma de los arcos puede ser curva u ojival [14].



**Figura 3.9:** Invernadero tipo túnel [14].

#### 3.4.1.4 Invernadero tipo de raspa y amagado

Los invernaderos de raspa y amagado son invernaderos típicos de Almería que resultan de una transformación de los invernaderos planos o tipo parral con el objetivo de poder evacuar el agua de lluvia, debido principalmente a que, en los invernaderos planos, al llover, se forman grandes bolsas de agua que perjudican y comprometen seriamente la estructura [15].



Figura 3.10: Invernadero tipo de raspa y amagado [15].

### 3.5 NORMATIVAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.5.1 ASTM

Por sus siglas en inglés (*American Society for Testing and Materials*), es una institución internacional, esta norma está relacionada a la producción de metales, construcción, polímeros, combustible, etc. Se puede aplicar a estudios e investigaciones de desarrollo en eficiencia y calidad de productos, así como en el comercio mundial [16].

#### 3.5.2 AISI

Por sus siglas en inglés (*American Iron and Steel Institute*), esta norma está dirigida a la producción de aceros y materiales que no contienen hierro en su estructura y composición química. La primera inicial explica la aleación, la segunda la cantidad del elemento con el que está principalmente diseñado y los dos últimos nos informan los porcentajes de carbono que contiene [17].

### **3.5.3 NFPA 70E**

Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo, se encarga de los requisitos de seguridad que deben alcanzar las instalaciones eléctricas ya sean domiciliarias o industriales, encargados básicamente de preservar el bienestar del operador y de la gente que se encuentra en el entorno [18].

### **3.5.4 Normas INEN**

Estas normas están encargadas de inspeccionar los métodos de mercadeo, asegurando un manejo adecuado de los productos que se consumen en el Ecuador. De esta manera preservar la salud y conformidad de los compradores, verificando que se cumplan los estándares de calidad en la producción [19].

### **3.5.5 Norma CPE INEN 01:1987 código de práctica para la manipulación de alimentos**

En este código se aconseja usar métodos adecuados de aseo al momento de manipular alimentos con el propósito de que se evite el consumo de productos contaminados que perjudican la salud. Las disposiciones normativas de carácter técnico del presente código se complementarán con los reglamentos y otras regulaciones de carácter administrativo que expidan los Ministerios de Salud y Agricultura, en lo que corresponda [20].

### **3.5.6 Equipos y utensilios**

En el artículo 3.2.5 de la norma CPE INEN 01:1987, se habla de los materiales que estén dirigidos al manejo de alimentos, estos no deben transferir sustancias tóxicas, hablando específicamente de los aceros estos no deberán emitir corrosión, las superficies de dicho material tienen que estar libres de imperfecciones tales como agujeros o aspereza que se desprenda y adhiera al producto. De igual manera se menciona el artículo 3.5.1.1, que para este tipo de trabajos no se deberá utilizar material que se sabe que contiene sustancias extrañas, a menos que estas puedan reducirse a niveles tolerables [20].

### **3.5.7 Norma INEN 1 745**

En el artículo 4.1 se especifica que, para la clasificación del tomate se deberá tomar de referencia su diámetro ecuatorial. Para cada tipo se establece los grados de calidad correspondientes a una producción eficiente en cierto sector [21].

### 3.6 MÉTODO DE CLASIFICACIÓN

#### 3.6.1 Descripción del método de clasificado tradicional

Hoy en día, la clasificación de los tomates por parte de los pequeños y medianos productores de invernadero suele realizarse de forma manual, por lo que la clasificación según la demanda del mercado se basa en el criterio individual de la persona que realiza el trabajo. Ordenar por tamaño ahora se ajusta de 1 a 5 rangos. Después de clasificar las frutas, el operador las almacenará en cajas de madera de 25 kg de peso, luego las colocará en un almacén fresco y seco para su posterior venta en el mercado mayorista o a proveedores locales.



**Figura 3.11:** Clasificado manual del tomate riñón.

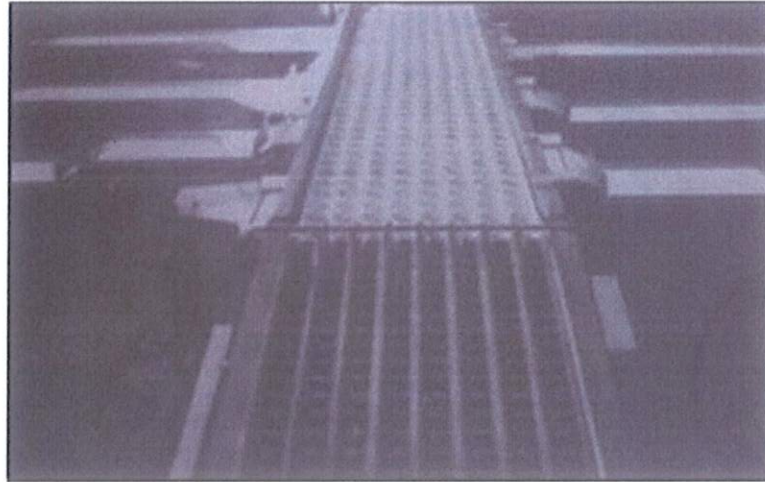
### 3.7 TIPOS DE MÁQUINAS CLASIFICADORAS

Existen dos sistemas de clasificación: manual y mecanizado, aunque en algunos cultivos se utiliza una combinación de los dos, como, por ejemplo: “cebolla, papa, zanahoria y otros, donde se facilita por medios mecánicos el destierro para la recolección manual del producto.

#### 3.7.1 Máquina clasificadora mediante bandas transportadoras divisoras

La característica de esta máquina es que tiene un sistema de alimentación manual, donde los tomates se colocan en una tolva y se dejan caer por gravedad sobre una cinta transportadora con aberturas cuyos diámetros están calibrados para los diversos tamaños del producto. Cada cinta transportadora y su consiguiente ranura constituyen un módulo, el mismo módulo perteneciente a cada dimensión que se clasificará, estos presentan una mínima inclinación, con ello el producto sin clasificar avanzará al módulo deseado.





**Figura 3.12:** Máquina clasificadora de tomates mediante bandas teletransportadores divisoras [22].

### 3.7.2 Máquina clasificadora de acuerdo a la masa

Esta máquina cuenta con un sistema que a medida que la fruta ingresa a la máquina, avanza a una sucesión de contenedores, los cuales se trasladan al sistema de pesaje. El peso de la fruta al igualar al contrapeso, lo supera y desciende dócilmente sobre la cinta transportadora situada abajo. En tanto el mecanismo de calibre se puede ajustar activando un simple contrapeso. Finalmente, los pequeños frutos son anulados por un transportador en la última parte de la máquina.



**Figura 3.13:** Máquina clasificadora de frutos de acuerdo a su masa [22].

### 3.7.3 Máquina clasificadora por tambor giratorio

Este sistema de clasificación se encuentra diseñado para la clasificación de verduras, frutas y hortalizas con forma redonda u oval, tales como tomates riñón, duraznos, frutillas, sandias, manzanas, mandarina, naranjas y tomates de árbol. La máquina de clasificación dispone de una tolva o cinta de alimentación, en donde se coloca la fruta a clasificar, y luego cae en un tambor giratorio, normalmente con curva hacia el exterior, para que la fruta se deslice por su periferia.



Figura 3.14: Máquina clasificadora de frutos mediante tambor giratorio [1].

### 3.7.4 Máquina clasificadora de banda transportadora

El siguiente sistema clasificador tiene un transportador de bandas que separa los tomates de diferentes tamaños a medida que viajan por el camino de la máquina, a medida que se van clasificando el producto caerá sobre las cajas.



Figura 3.15: Máquina clasificadora de frutos mediante banda transportadora [23].

### 3.8 COSECHA

Recuerde que una buena gestión de las operaciones de cosecha a menudo se refleja en la velocidad a la que los productos se mueven desde el campo hasta el mercado o el centro de acopio. Aunque generalmente cosecha se define como el conjunto de frutos cogidos, o la temporada en que se recolectan, el manejo actual de los cultivos confiere a la cosecha una serie de aspectos importantes, que van desde la manera de retirar el fruto de la planta, su acondicionamiento y selección, hasta el empaque para ser trasladado al sitio donde se comercializará.

Dependiendo de la variedad, la cosecha comienza de 65 a 100 días después del trasplante y puede durar de 80 a 90 días, exhibiendo la siguiente distribución:

- 25% en los primeros 20 días o primer mes.
- 50% en los 20 días siguientes o segundo mes.
- 25% en el período restante [24].

### 3.9 POST COSECHA

Después de que la fruta sale del campo, se lavan brevemente con agua limpia para eliminar el polvo o las impurezas de la fruta, luego se dejan secar a temperatura ambiente y finalmente se clasifican en sus respectivos tamaños.



**Figura 3.16:** Proceso de post cosecha de tomate en el invernadero de la señora Juana Chiluiza

### 3.10 CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL TOMATE RIÑÓN

Según el estudio de campo realizado, los tomates se clasifican en cinco tamaños como primero, segundo, tercero, cuarto y quinto. En la figura se observa la clasificación típica del tomate pietro.

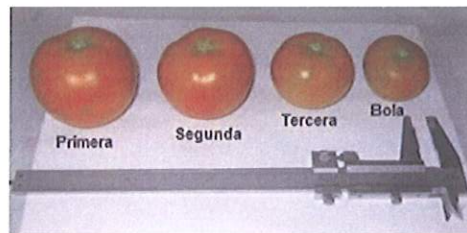


Figura 3.17: Clasificación del tomate pietro de acuerdo a su tamaño.

Las características físicas que se han determinado son: dimensión y peso del tomate..

#### 3.10.1 Dimensiones del tomate

Se tomaron las dimensiones del alto y el diámetro mayor en milímetros como se indica en la figura 3.18, mediante el empleo del calibre pie de rey con precisión de 0.05 (mm). El alto corresponde a la medida entre la zona apical y pendular, el diámetro corresponde al diámetro horizontal o ecuatorial considerando la dimensión mayor.

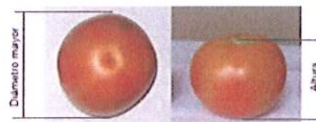


Figura 3.18: Dimensiones del tomate pietro

#### 3.10.2 Masa del tomate pietro

La masa se determina utilizando una balanza electrónica marca *Shine* con capacidad de 5000 gramos, con una precisión de 1 gramo por lectura directa como se muestra en la Figura 3.19.



Figura 3.19: Ensayos de masa realizada a cada tipo de tomate pietro.

De acuerdo a las pruebas realizadas a los tomates en la medición de dimensión y masa, los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1** Clasificación del tomate pietro de acuerdo a su tamaño.

CLASE	DIÁMETRO MAYOR	ALTURA	MASA APROXIMADA
Primera	Mayor a 85 (mm)	Mayor a 63 (mm)	Entre 60 y 70 (g)
Segunda	Mediano de 85 a 75 (mm)	Mediano de 63 a 61 (mm)	Entre 40 y 60 (g)
Tercera	Mediano de 75 a 65 (mm)	Mediano de 61 a 57 (mm)	Entre 30 y 40 (g)
Cuarta	Pequeño de 65 a 55 (mm)	Pequeño de 57 a 54 (mm)	Entre 20 y 30 (g)
Quinta	Menor de 45 (mm)	Menor de 52 (mm)	Menor a 10 (g)

### 3.11 ACEROS DE TRANSMISIÓN AISI 1018

Este acero se utiliza en aplicaciones con cargas mecánicas ligeras, cierta dureza, por ejemplo, pernos y tuercas, piezas pequeñas de máquinas, ejes, bujes, pasadores, abrazaderas y entre otros. Puede cementar con buena penetración debido al alto contenido de manganeso. Tiene una excelente soldabilidad. En la siguiente tabla se observa las propiedades mecánicas [25].

**Tabla 3.2** Propiedades mecánicas AISI 1018 [26].

Díámetro (mm)	
Esfuerzo de cedencia (Kg/mm <sup>2</sup> )	Mín 31
Resistencia a la tracción (Kg/mm <sup>2</sup> )	51-71
Elongación A5	20 %
Reducción de área Z	57 %
Dureza (HB)	163

### 3.11.1 Aceros inoxidables

El acero inoxidable se utiliza como material de ingeniería debido a su excelente resistencia a la corrosión en muchos entornos. La resistencia a la corrosión de este acero se debe a su alto contenido en cromo, con cantidades superiores al 10%, posiblemente hasta el 30%. Cr es un metal que reacciona y se combina con el oxígeno del aire o bajo cualquier otra condición para formar un óxido superficial que protege la aleación de hierro y cromo subyacente de la corrosión. Para que exista este óxido protector, el acero inoxidable debe estar expuesto a agentes oxidantes [27].

**Tabla 3.3** Métodos de corte de acero inoxidable [28].

Método	Espesor	Comentario
Guillotina	Láminas, cintas, placas finas	Prepara el borde expuesto al ambiente para eliminar rendijas.
Corte por sierra y abrasivo	Amplio rango de espesores	Retire cualquier lubricante o fluido de corte antes de soldar o tratar térmicamente.
Maquina	Amplio rango de formas	Eliminar lubricantes o fluidos de corte antes de soldar o tratar térmicamente.
Corte con acero plasma	Amplio rango de espesores	Amolar las superficies cortados para limpiar el metal
Corte con polvo metálico	Amplio rango de espesores	Corta con menos precisión que el plasma, se debe eliminar toda la escoria.
Corte por arco de grafito	La hoja de arco de grafito se usa para golpear la parte posterior de la soldadura y cortar	Amolar las superficies cortados para limpiar el metal

### 3.11.2 Aceros inoxidables austeníticos

Se trata de acero inoxidable cromo-níquel (3xx) y cromo-níquel manganeso (2xx), que tienen austenítico; son esencialmente no magnéticos en estado refinado y no envejecen con el tratamiento térmico. El trabajo en frío desarrolla una amplia gama de propiedades mecánicas, son muy resistentes al impacto y difíciles de procesar si contienen azufre y selenio.

Estos aceros tienen mayor resistencia a la corrosión que los de tipo ferrítico y martensítico porque los carburos pueden conservarse en solución sólida mediante el enfriamiento rápido a partir de altas temperaturas [29].

### 3.11.3 Acero inoxidable austenítico 304

Es un acero ampliamente utilizado para equipos químicos y procesamiento de alimentos. Tiene excelentes propiedades de formación y soldadura. Tiene propiedades especiales para soldadura, buena resistencia a la corrosión.

**Tabla 3.4** Propiedades del acero inoxidable [30].

Propiedades mecánicas	Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI) Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI) Elongación 30 % (en 50 mm) Reducción de área 40 % Moduló de elasticidad 200 GPa (2900 KSI)
Propiedades físicas	Densidad 7.8 g/cm <sup>3</sup> (0.28 lb/in <sup>3</sup> )
Propiedades químicas	0.08 % C máx. 2.00 % Mn 1.00 % Si 18.0-20.0 % Cr 8.0-10.5 % Ni 0.045 % P 0.03 % S
Usos	Equipos de procesamiento de alimentos, enfriadores de leche, calentadores, contenedores y productos químicos, tanques de almacenamiento de vino y cerveza, repuestos para extintores.

### 3.11.4 Factores que afectan la resistencia a la corrosión de las soldaduras en acero inoxidable

Es útil describir los tipos de soldaduras y superficies de acero inoxidable que funcionarán mejor en ambientes corrosivos. Estos son factores que el soldador puede controlar, no la elección del material, sino generalmente el usuario. La producción de equipos anticorrosión debe ser un esfuerzo conjunto de seleccionar la aleación correcta y luego usar buenos procesos de soldadura y fabricación. Ambos elementos son esenciales [31].

### 3.11.5 Electrodo para soldadura de aceros inoxidables

Hay muchos tipos diferentes de electrodos que a menudo producen un metal de soldadura con una composición química muy similar a la del material base.

**Tabla 3.5** Tipos de electrodos para soldar acero inoxidable [30].

Metal base	Electrodo recubierto AWS	Electrodo desnudo AWS
AISI (UNS)	AWS A5.4 (UNS)	AWS A 5.9 (UNS)
304 (S30400)	E308(W30810)	ER308(S30880)
304L (S30400)	E308L(W30813)	ER308L(S30883)
316(S31600)	E308(W31610)	ER308(S31680)
316L(S30400)	E316L(W31613)	ER316L(S31683)

### 3.12 PARÁMETROS PARA SELECCIONAR UN MOTOR

Los aspectos fundamentales para escoger un motor son los siguientes observar anexo 4:

- Voltaje al que va a trabajar el motor.
- Frecuencia.
- Velocidad de trabajo del motor.
- Condiciones ambientales donde va a trabajar el mismo.
- Fácil mantenimiento.
- Potencia del motor.
- Costo.

### 3.13 MOTOR REDUCTOR

La importancia del motorreductor es adaptar el movimiento del motor a la velocidad requerida para que la máquina funcione. Los engranajes son una parte importante de los motores mecánicos, eléctricos, hidráulicos y biológicos. Es más fácil pensar en un reductor de engranajes como un solo engranaje o una serie de engranajes que funcionan juntos para aumentar el par motor. Los motorreductores tienen motores que están directamente acoplados. La sencillez del principio de funcionamiento y su grado de utilidad en una gran variedad de aplicaciones es lo que ha construido la trascendencia de este invento al través de los siglos [32].



### 3.14 TOLVA DE ALIMENTACIÓN

Esto se denomina dispositivo grande tipo tolva para almacenar y transferir materiales granulares o en polvo; Son de forma cónica y siempre de paredes inclinadas, su reabastecimiento se realiza por arriba y su evacuación por abajo.

### 3.15 CHUMACERAS

Una chumacera es una fundición tubular donde es la combinación de un cojinete de bolas radial y sellos en una carcasa de hierro fundido o acero prensado de alta calidad, tienen diferentes diseños y características.



Figura 3.20: Variedad de chumaceras [33].

### 3.16 VOZ DEL USUARIO

De acuerdo con la investigación de campo y la investigación del fabricante, el automóvil debe tener lo siguiente características:

- Facilidad de uso.
- Alimentado por electricidad.
- Materias primas.
- Clasificación de 5 tamaños diferentes de tomates.
- Desmontable.
- De fácil mantenimiento.
- Construida con materiales que cumpla parámetros de manipulación de alimentos (hortalizas).

- Clasifique de una manera rápida.
- Clasificando un buen número de tomates, su potencial de masa es considerable..
- Sin alto costo

### 3.17 VOZ DEL INGENIERO

Después de analizar los parámetros clave de las necesidades del usuario, se traducen técnicamente, dando como resultado las siguientes características.

- Ergonomía.
- Suministro de energía.
- Alimentación manual.
- Tiempo de proceso de clasificación.
- Dimensiones.
- Periodos de mantenimiento.
- Materiales
- Confiabilidad.
- Numero de cajas/ hora
- Costo.

### 3.18 MEMORIA DE CÁLCULO

Para organizar el diseño, cada elemento que compone la máquina se ha subdividido y tiene una secuencia de cálculo como se muestra en la Figura 3.21.

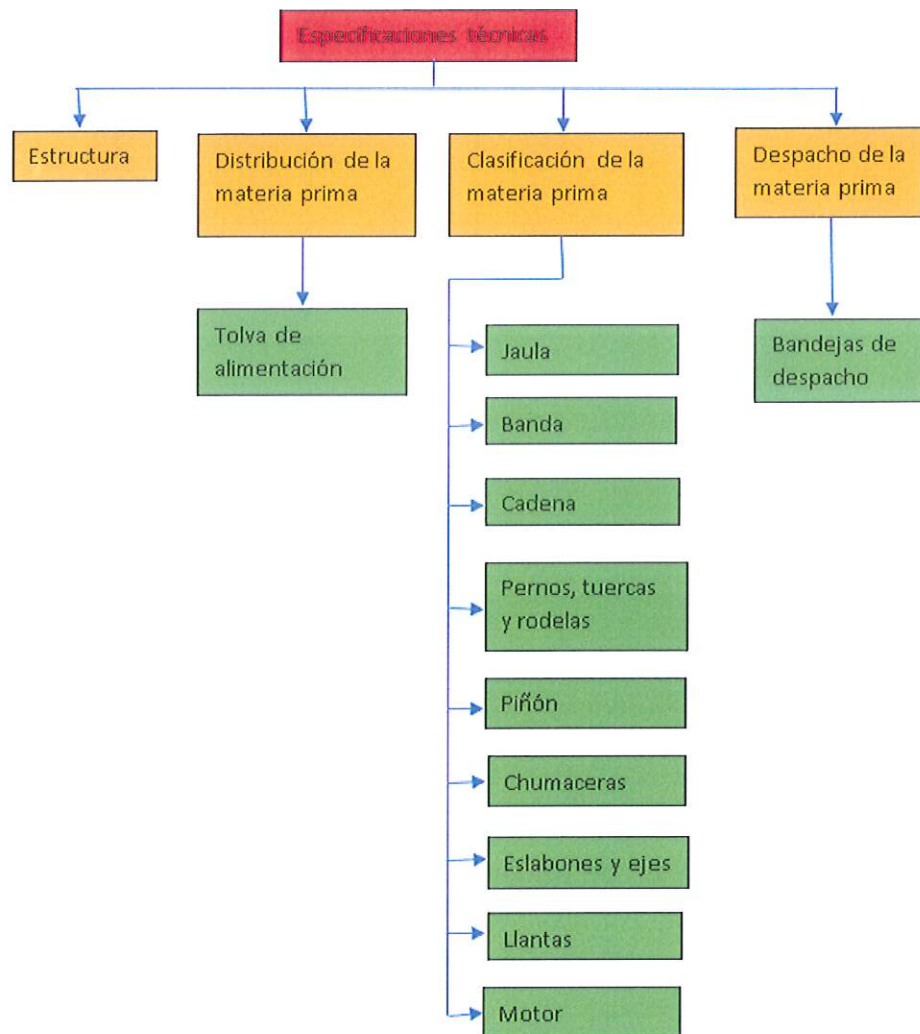


Figura 3.21: Secuencia de cálculos

### 3.19 ANÁLISIS FUNCIONAL

La función principal de la máquina es clasificar los tomates riñón, en tamaños primero, segundo, tercero, cuarto y quinto, respectivamente.

Cabe señalar que se ha adaptado un espacio adicional para la clasificación mediante jaula, que se desplazará sobre su propio eje y permitirá clasificar tomates de menos de 4 cm de diámetro.

El diagrama de bloques de la clasificadora de tomates se muestra en la figura 3.22.

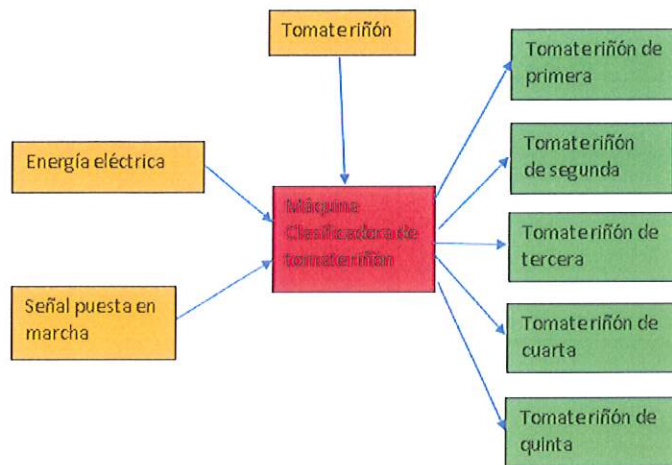


Figura 3.22: Diagrama funcional de la máquina

Para el primer parámetro del análisis funcional, las señales de entrada son: el tomate, que corresponde al material, la señal de energía, que es eléctrica, y la señal de control, que es el arranque.

**3.20 SEÑALES QUE SALEN DEL SISTEMA SON:**

Los tomates se clasifican por tamaño de primero, segundo, tercero, cuarto y quinto.

Las habilidades que resumen la operación principal de la máquina, clasificando los tomates de acuerdo con los requisitos anteriores, se presentan en la Figura 3.23.

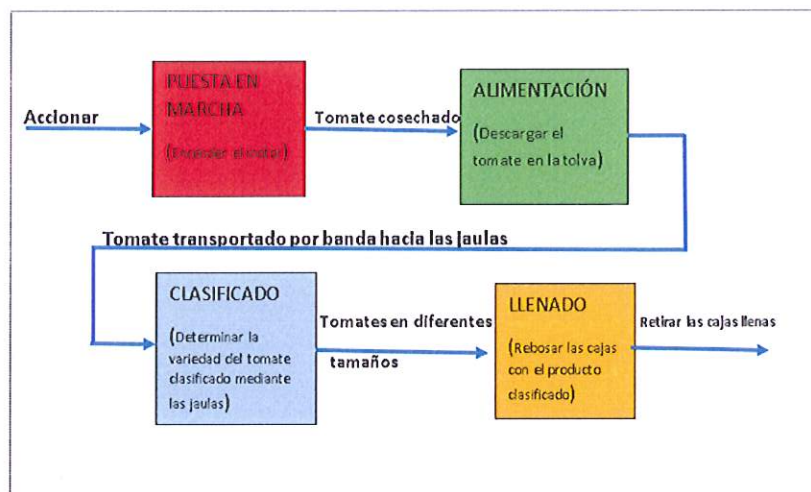


Figura 3.23: Modelo funcional

En cuanto al diseño de la máquina de tomates, cada función que realiza la máquina es para cumplir su cometido y se resume en un módulo.

### 3.21 DEFINICIÓN DE MÓDULOS

Un módulo nos ayuda a definir el rendimiento del producto, reducir costes y facilitar el mantenimiento.

Alternativas a módulo

- Funcionamiento.
- Alimentación.
- Clasificación.
- Transporte de los productos clasificados.
- Recogida de productos clasificados.

Preguntamos a los propietarios qué querían que tuviera la máquina para obtener la información necesaria para conocer la calidad técnica de la máquina para la que fue diseñada, se encontraron las siguientes soluciones para los requerimientos con mayor impacto.

**Tabla 3.6** Alternativas de solución

FUNCIÓN	COMPONENTE		
Puesta en marcha	MANUAL	AUTOMÁTICA	MANU
Alimentación	Tolva	Banda transportadora	Tolva
Clasificación	rodillos	Jaulas, sensores	rodillos
Caída producto clasificado	Gravedad		
Recolección tomate clasificado	Cajas	Cajas	Cajas
SOLUCIONES	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3

La opción seleccionada es la número 2, que incluye el inicio automático, la alimentación de los tomates se realizará en la tolva, el método de clasificación se realizará por jaula, los tomates caerán por gravedad en diferentes contenedores clasificados.

### **3.21.1 Puesta en marcha**

En nuestro país, la mayoría de los agricultores tienen 220 voltios en casa como fuente de energía eléctrica.

### **3.21.2 Energía eléctrica**

La energía eléctrica es una forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos que, al estar en contacto con un objeto conductor, puede crear una corriente eléctrica entre ellos.

#### **Ventajas**

- La energía eléctrica es muy fácil de transportar y de distribuir.
- Satisfacer necesidades del hogar y la oficina.
- Permitir su accesibilidad a los lugares más remotos.

#### **Desventajas**

- Para obtener electricidad, destruimos muchos hábitats naturales.
- Las personas que abusan de la electricidad como fuente de energía no ayudan al medio ambiente.
- La energía eléctrica de hoy es tan fundamental que si desapareciera sería un caos.

### **3.21.3 Alimentación. Colocar el producto en la tova**

La alimentación puede ser manual o automática.

A pedido del promotor, se utiliza una alimentación manual.

### **3.21.4 Principios de funcionamiento de la máquina clasificadora de tomate**

El motor de clasificación se activa mediante un interruptor de combinación en el motor,

colocamos los contenedores en las posiciones respectivas para recoger los tomates clasificados.

Cargamos manualmente la tolva de alimentación, excluyendo producto dañado o defectuoso, su capacidad es de  $0.0576m^3$  tomates previamente sin clasificar, que es 1 caja con capacidad de 23 [kg] fruta; Para cumplir con la capacidad establecida del objetivo, la alimentación de material se realiza a intervalos de aproximadamente 30 segundos o cuando no queda material en la tolva de entrega.

El módulo clasifica automáticamente los tomates, dejando caer los tomates clasificados por gravedad en sus respectivos cajones.

Después de llenar cada caja (23 [kg]), se retira y luego se coloca otra caja vacía para que la máquina siga clasificando automáticamente.

### **3.22 CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA CLASIFICADORA DE TOMATE RIÑÓN MEDIANTE JAULAS**

Luego de analizar las diferentes alternativas, así como los criterios pertinentes, se procedió a la selección de la mejor, ver anexo 5.

La máquina seleccionada fue una clasificadora de jaulas, cumpliendo con la voz del usuario. El mismo ha sido traducido a especificaciones por parte del ingeniero y obtenido un prediseño, como se puede apreciar en la figura 3.24, en el cual se pueden observar los componentes de la máquina.

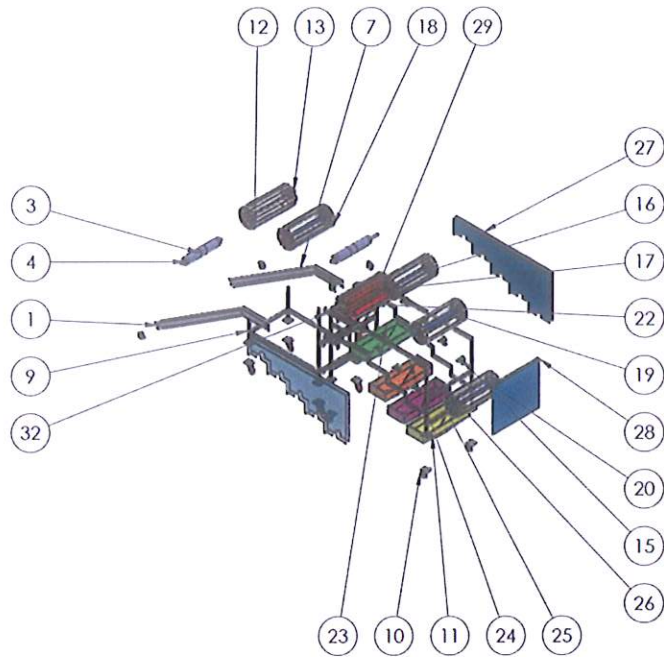


Figura 3.24: Prototipo de la máquina clasificadora

Tabla 3.7 Elementos de la máquina

Nº de elemento	Denominación
1	Motor reductor
2	Banda transportadora
3	Garullas de 15mm
4	Ejes
5	Chumaceras
6	Jaulas
7	Cajas
8	Pernos
9	Arandela
10	Tolva de alimentación
11	Tolva de descarga
12	Piñones
13	Cadenas



### 3.22.1 Elementos de la máquina clasificadora de tomate riñón

Cumplen las siguientes funciones:

- **Tolva de alimentación:** La tolva se diseña de acuerdo a la capacidad de producción y será el almacenamiento de materias primas para su posterior clasificación.
- **Estructura:** El propio diseño debe ser capaz de soportar el peso de todos los elementos que componen la máquina, respetando las exigencias del usuario.
- **Bandejas de despacho:** Sirven para recibir materias primas clasificadas en diferentes módulos.
- **Motor:** Al tener la función de convertir la energía eléctrica en energía mecánica, se requiere un motor trifásico para fuente de 220 Voltios, esta fuente permitirá el funcionamiento de la máquina.
- **Eslabones:** Es el elemento que actúa como enlace para mantener la distancia necesaria entre las jaulas. Para cada módulo, hay diferentes tipos de enlaces.
- **Eje:** Es la pieza que forma la parte principal de transmisión de la máquina, incluyendo las partes móviles.
- **Piñón:** Nos permite la transmisión de velocidad
- **Sistema de transmisión:** Es el encargado de transmitir la potencia del motor a cada eje de los módulos, que movilizarán los rodillos para su limado.
- **Jaulas:** Son los encargados de transportar los tomates para su clasificación.
- **Rodamientos:** Es un rodamiento que minimiza el rozamiento que se produce entre el eje y las piezas que se conectarán a él, que actúa como soporte y facilita su movimiento.
- **Anillos de retención:** Estos son componentes de precisión diseñados para ser aplicados a ejes o en ranuras y brindan apoyo para ajustar la posición de las partes
- **Chumaceras:** Ayudaran a sostener los rodamientos.

- **Carcasa de la estructura de la máquina:** Se utiliza como medida de protección ya que se considera el principal medio de protección para controlar riesgos mecánicos en maquinaria, incluyendo como resguardo: "un medio de protección que impide o impide el acceso de personas o de sus extremidades a un punto o área peligrosa de la máquina".
- **Protector de cadena:** Se debe utilizar una barrera protectora ya que las cadenas de transmisión estarán en constante movimiento y al aire libre, existe el riesgo de atrapamiento o enredo del operador.

### 3.23 CAPACIDAD DE LA MÁQUINA CLASIFICADORA AUTOMÁTICA DE TOMATE RIÑÓN

El criterio básico que tenemos para enfocarnos en el diseño de la máquina es su capacidad, trabaja para empacar en invernadero con una capacidad de la caja de 23 Kg.

$$\text{Capacidad} = 80 \text{ cajas de } 23 \text{ kg/h} = 1840 \text{ kg/h}$$

Esta capacidad requerida se debe al requerimiento de la casa patrocinadora y de tomate riñón producido en invernadero de tomates.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de la máquina clasificadora automática se fundamentó en la planificación y construcción que permitió un diseño de dicho elemento, en base a herramientas computacionales de diseño, programación. El sustento del diseño de la máquina clasificadora se ve reflejado en la investigación de trabajos antecedentes, libros y software computacionales.

### 4.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El lugar donde se va a implementar la máquina clasificadora automática es en la región Sierra, provincia de Tungurahua, cantón Santiago de Píllaro, parroquia San Andrés, Comunidad Huapante Grande, en los invernaderos de tomates riñón en la plantación de la Señora Juana Chiluiza.

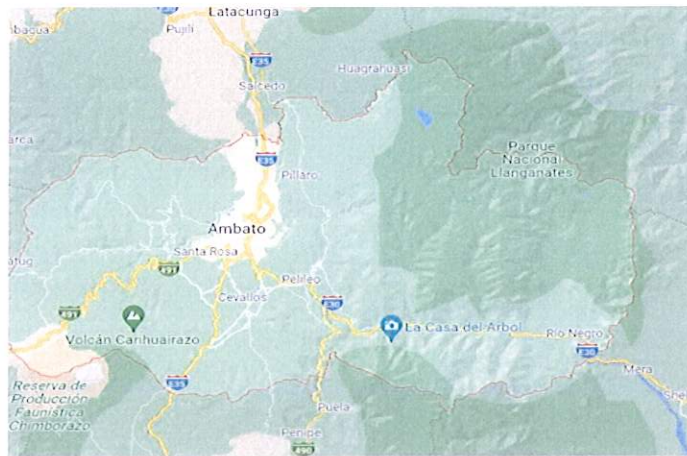


Figura 4.1: Mapa de la Provincia de Tungurahua

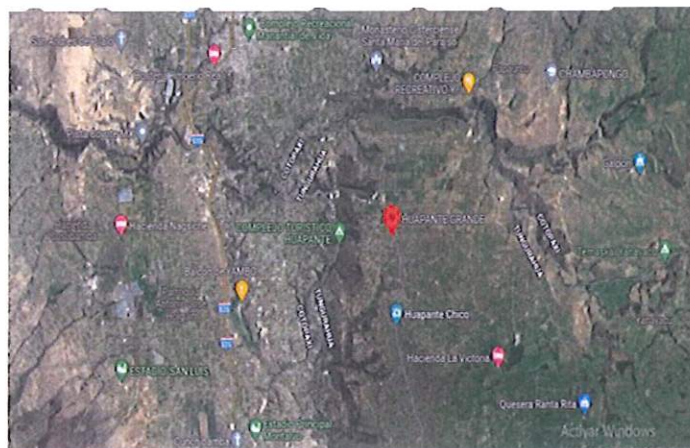


Figura 4.2: Solidificación de la Comunidad de Huapante Grande



Figura 4.3: Ubicación específica de la Comunidad de Huapante Grande

## **4.2 MÉTODOS**

### **4.2.1 Método bibliográfico**

Previo a la implementación de la máquina clasificadora automática se investigaron antecedentes, máquinas clasificadoras similares existentes en el mercado, normas y políticas públicas que son necesarios a ser tomados en cuenta ya que es los mismos orientan y contribuyen para determinar la disminución de tiempo en la producción del clasificado de tomate riñón en los invernaderos.

### **4.2.2 Método de campo**

En este estudio se realizó una investigación en la plantación de la Señora Juana Chiluiza ubicada en Huapante Grande de la provincia de Tungurahua para determinar los diferentes tañamos de tomate riñón hacer clasificados en los cuales tenemos de primera, segunda, tercera, cuarta y quinta.

### **4.2.3 Método experimental**

Este método se constituyó como uno de los más relevantes ya que para realizar las pruebas se lo realizo en el invernadero de la Señora Juana Chiluiza obteniendo resultados que ayudo a reducir el tiempo de clasificado y a disminuir la mano de obra, la máquina ayudo a disminuir el tiempo de clasificado y se socializo con la dueña del invernadero.

### **4.2.4 Método cuantitativo**

Este método cuantitativo y también es realizado en el proyecto ya que influye principalmente en las variables eléctricas como en el voltaje y corriente para las entradas y salidas del LOGO debido a que su voltaje es de 120 V.

## **4.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

### **4.3.1 Observación**

Mediante esta técnica se pudo visualizar el tiempo de clasificado que se demora entre la máquina automática y la forma de clasificar manualmente.

#### **4.3.2 Medición**

Con esta técnica de medición se tomó los datos que nos permitió realizar nuestra máquina clasificadora ya que consta de primera a quinta tamaños de clasificado del tomate riñón.

#### **4.3.3 Simulación**

Mediante esta técnica de simulación se realizó en Solid Works para la estructura y en LOGO para el sistema eléctrico, lo cual se realizó su respectiva estructura para luego instalar el sistema eléctrico (motor) y posteriormente el ensamble de los componentes eléctricos para automatizar la máquina clasificadora en el lugar que se va implementar.

### **4.4 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

#### **4.4.1 Multímetro**

La utilización de este dispositivo es para la identificación y agrupación de los elementos eléctricos con las mismas características ya sea voltaje o corriente de tal manera permita conectar sin tener algún daño eléctrico.

#### **4.4.2 Finales de carrera**

Los finales de carrera van a pasar a ser un sensor, ya que va poder hacer un conteo de cuantos tomates se llena una caja, esta previamente programada con el logo.

#### **4.4.3 Software de simulación**

### **SOLIDWORKS**

Es un software CAD (diseño asistido por computadora) en 3D para modelar piezas y ensamblajes en 3D y dibujos en 2D. El software ofrece una amplia gama de soluciones para cubrir todos los aspectos relacionados con el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño [34].

### **LOGO**

Instalación sencilla, cableado mínimo, programación fácil de usar: puede realizar fácilmente pequeños proyectos de automatización con ¡El LOGO! *Logic Module* ahorra espacio en el gabinete de control y le permite realizar fácilmente funciones como temporizadores, relés de

tiempo, contadores y relés auxiliares.

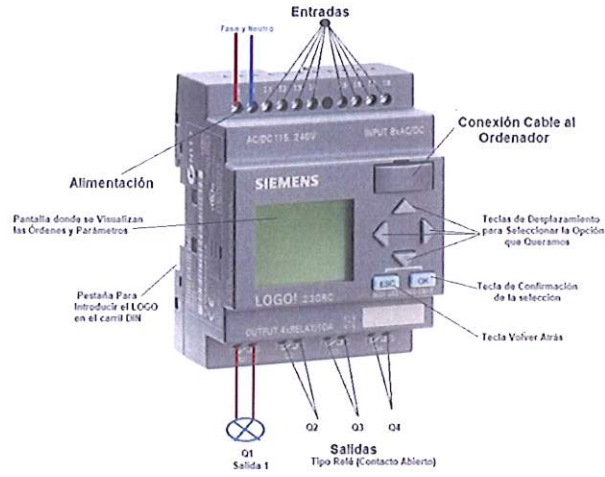


Figura 4.4: Partes del LOGO SIEMENS [35].

#### 4.5 TABLAS DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En la presente propuesta tecnológica se presenta la siguiente variable independiente con sus categorías, indicadores, ítems, técnicas e instrumentos que son detallados en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Variable independiente

Variables de entrada					
Relación con el diseño e implementación de la máquina clasificadora automática					
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Sistema automatizado de la máquina clasificadora	Variables del sistema eléctrico de entrada	Alimentación	Voltaje	Cálculo	Voltímetro
			Corriente	Cálculo	Amperímetro
			Consumo total	Cálculo	Voltímetro
	Variables del sistema automatizado	Finales de carrera(sensor)	Entrada finales de carrera	C++-Bloques C++-Bloques	LOGO LOGO
Programación		Entrada motor	Diseño		
Variables del sistema eléctrico de salida	Conteo de finales de carrera	Clasificación	Diseño	LOGO	

En la presente propuesta tecnológica se presenta la siguiente variable independiente con sus

categorías, indicadores, ítems, técnicas e instrumentos que son detallados en la tabla 4.2.

**Tabla 4.2** Variable dependiente

Variables de salida					
Relación con la disminución del tiempo de clasificado en post cosecha					
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Tiempo de reducción de clasificado	Variabes de ahorro	Mano de obra	Dinero	Observación	
	Económico	Costos	Dinero	Observación	
		Tiempo	Horas	Observación	

#### 4.6 MATERIALES

Para la respectiva construcción de la máquina clasificadora automatizada se utilizaron los siguientes materiales.

Los materiales para su respectiva estructura se lo demuestran en la siguiente tabla 4.3, en donde se lo realizo de acuerdo al cálculo y dimensionamiento respectivo

**Tabla 4.3** Materiales de construcción

Ítems	Descripción
1	Kilo de plancha LC
2	Kilo de plancha LF
3	Pernos 6X50
4	Pernos 3/8
5	Broca
6	Machuelo
7	Chumaceras
8	Garrucha con freno 75 mm
9	Ejes 3/8 de 6m
10	Cadena 428
11	Piñón motriz
12	Platina una pulgada y media por 1/8
13	Angulo

Los materiales para su respectivo armado eléctrico se lo demuestran en la siguiente tabla 4.4, en donde se lo realizo de acuerdo al cálculo y dimensionamiento respectivo.

**Tabla 4.4** Materiales eléctricos

Ítems	Descripción
1	Motor reductor 1HP y medio
2	LOGO 230
3	Micro switch
4	Selector dos posiciones
5	Pulsador tipo hongo
6	Contactador
7	Relé térmico
8	Breaker
9	Riel DIN acero perforado
10	Canaleta ranurada
11	Luz piloto rojo y verde
12	Gabinete doble fondo 40X40X15 mm
13	Cable AWG Blanco y azul

#### 4.6.1 Ecuaciones

**Ecuación 4.1** Cálculo de la capacidad a transportarse

$$A = a * b \quad (4.1)$$

Donde:

A = Área, ( $mm^2$ )

a = lado 1, (mm)

b = lado 2, (mm)

**Ecuación 4.2** Dimensiones de tomates

A continuación, se determinará el número de tomates que podrá transportar la banda inclinada para que después sean clasificados.

$$N_{tomates} = \frac{A_{total}}{A_{tomate}} \quad (4.2)$$



**Donde:**

$N_{tomates}$  = Número de tomates, (adimensional)

$A_{total}$  = Área total de la banda transportadora, ( $mm^2$ )

$A_{tomate}$  = Área del tomate, ( $mm^2$ )

**Ecuación 4.3** Peso máximo

Mediante los valores obtenidos anteriormente en cuanto al número de tomates que podrá estar en la banda transportadora, se procederá a calcular cual es el peso máximo que dicha banda estará transportando al área de clasificación de los tomates.

$$W = N_{tomates} * m \quad (4.3)$$

**Donde:**

$W$  = Peso máximo, (Kg)

$N_{tomates}$  = Número de tomates, (adimensional)

$m$  = Masa del tomate, (kg)

**Ecuación 4.4** Cálculo de fuerza sobre la banda

$$F_n = W * g \quad (4.4)$$

**Donde:**

$W$  = Peso máximo, (Kg)

$g$  = Gravedad, ( $m/s^2$ )

**SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR**

**Ecuación 4.5** Cálculo de velocidad angular

La velocidad recomendada para máquinas clasificadoras de tomates varia en un rango de 50 a 70 rpm, ya que mediante la misma el producto no llegaría a estropearse en el instante de su clasificación.

$$70 \text{ RPM} * \left(\frac{2\pi}{1 \text{ vuelta}}\right) * \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}\right) = 7.33 \text{ rad/seg} \quad (4.5)$$

**Ecuación 4.6** Cálculo de torque

$$T = F * r \quad (4.6)$$

**Donde:**

$T$  = Torque, (Nm)

F = Fuerza a transportar, (N).

r = Radio, (m)

**Ecuación 4.7** Cálculo de la potencia del motor

$$P = T * \omega \quad (4.7)$$

**Donde:**

P= Potencia del motor reductor Watts

T = Torque, (Nm)

$\omega$ = velocidad angular

**Ecuación 4.8** Cálculo de fuerzas en catalina 8B

**Cálculo fuerza neta**

$$T = F_n * R$$
$$F_n = \frac{T}{R} \quad (4.8)$$

**Donde:**

$F_n$ = Fuerza neta

T = Torque, (Nm)

R=

**Ecuación 4.9** Cálculo fuerza de flexión

$$F_{sc} = 1.5 * F_n \quad (4.9)$$

**Donde:**

$F_{sc}$ = Fuerza de flexión

$F_n$ = Fuerza neta

**Ecuación 4.10** Cálculo de fuerza centrípeta en la jaula

**Cálculo fuerza neta**

$$T = F_t * R$$
$$F_t = \frac{T}{R} \quad (4.10)$$

**Donde:**

$F_t$ = Fuerza centrípeta

T = Torque, (Nm)

### CÁLCULO DE FATIGA Y DIÁMETRO DE EJE

**Ecuación 4.11** Cálculo del límite de resistencia

$$S_e' = 0.5 * S_{ut} \quad (4.11)$$

**Donde:**

$S_e'$  = Fuerza centrípeta

$S_{ut}$  = Fuerza centrípeta

**Ecuación 4.12** Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * S_e' \quad (4.12)$$

**Donde:**

$S_e$  = Límite de resistencia de fatiga

$k_a$  = Factor de modificación de la condición superficial

$k_b$  = Factor de modificación de tamaño

$k_c$  = Factor de modificación de la carga

$k_d$  = Factor de modificación de la temperatura

$k_e$  = factor de confiabilidad

$k_f$  = Factor de modificación de efectos varios

$S_e'$  = Fuerza centrípeta

**Ecuación 4.13** Calculo factor de superficie  $K_a$

$$k_a = a(S_{ut})^b \quad (4.13)$$

$k_a$  = Factor de superficie

$a$  = Factor a maquinado

$S_{ut}$  =

$b$  = Exponente  $b$

**Ecuación 4.14** Cálculo del radio de la muesca (Redondeos de ejes)

La sensibilidad a la muesca,  $q$ , está definida por

$$q = \frac{K_f - 1}{K_t - 1}$$

$$q_{cortante} = \frac{K_{fs}-1}{K_{ts}-1} \quad (4.14)$$

**Donde:**

q= se encuentra usualmente en cero y la unidad

En la ecuación 4.14 muestra que q=0, entonces  $K_f=1$ , y el material no tiene ninguna sensibilidad a la muesca. Por otro lado, si q=1, entonces  $K_f=K_{fs}$  y el material tiene una sensibilidad total a la muesca.

### CÁLCULO DEL DIÁMETRO

**Ecuación 4.15 Flexión**

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) \quad (4.15)$$

**Ecuación 4.16 Torsión**

$$K_{fs} = 1 + q(K_t - 1) \quad (4.16)$$

**Ecuación 4.17 Diámetro 1**

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16n}{\pi} \left( \frac{1}{S_e} \sqrt{[4(K_f * M_a)^2 + 3(K_{fs} * T_a)^2]} \right)} \quad (4.17)$$

**Ecuación 4.18 Cálculo de relación de transmisión**

La máquina poseerá una velocidad angular de 70rpm la cual debe ser constaté en la entrada y salida de la misma, por lo que su relación de transmisión deberá ser de 1:1.

$$i = \frac{Z1}{Z2} \quad (4.18)$$

**Donde:**

Z1 =Número de dientes de la catalina 1, (adimensional).

Z2 =Número de dientes de la catalina 2, (adimensional).

i = Relación de transmisión, (adimensional).

**Ecuación 4.19** Cálculo de numero de eslabones de una cadena

$$N = \frac{2 \cdot C}{p} + \frac{Z1+Z2}{2} + \frac{p \cdot (Z1+Z2)^2}{40 \cdot C} \quad (4.19)$$

**Donde:**

N = Número de eslabones, (adimensional).

p = Paso de la cadena, (mm).

Z1 =Número de dientes de la catalina 1, (adimensional).

Z2 =Número de dientes de la catalina 2, (adimensional).

C = Distancia entre centros, (mm).

**Ecuación 4.20** Longitud de la cadena, (mm).

$$L = N * p \quad (4.20)$$

**Donde:**

N = Número de eslabones, (adimensional).

p = Paso de la cadena, (mm).

L = Longitud de la cadena, (mm).

**Ecuación 4.21** Selección del rodamientos o chumaceras.

$$P_o = X * F_r + Y * F_a \quad (4.21)$$

**Ecuación 4.22** Carga estática equivalente

$$P_o = 0.6 F_r \quad (4.22)$$

## 4.7 DISEÑO DEL DISPOSITIVO

### 4.7.1 Diagrama general

La máquina clasificadora está constituida básicamente de un sistema de alimentación que es donde un operario debe colocar y retirar las cajas de tomates cuando el sensor cuente el número de tomates por tamaño y ya se haya llenado, al momento de que estos se clasifiquen de una manera ordenada. El mecanismo de clasificación de la máquina está diseñado para seleccionar 5 tamaños de tomates, el sistema de clasificación consta de una tolva de llenado para luego ser transportado mediante una banda hacia las jaulas donde se produce su respectivo clasificado,

lo cual los ejes de las jaulas se encuentran acoplado a un piñón que hará girar a las jaulas mediante una cadena. Como primera instancia se procede a la puesta en marcha de la máquina, el motor convertirá la energía eléctrica en energía mecánica, luego se procede a ingresar el tomate riñón que finalmente será clasificado en 5 tamaños de diferentes tamaños.

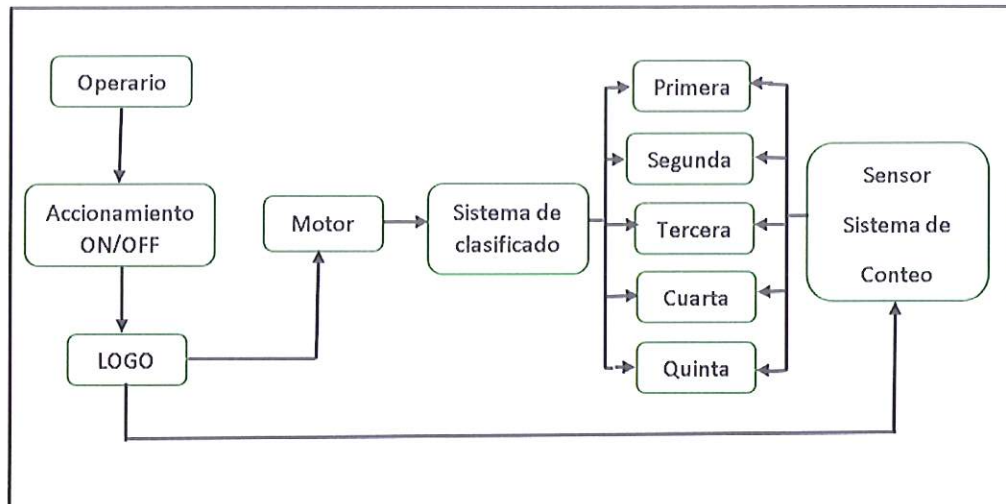


Figura 4.5: Diagrama general de la máquina

#### 4.7.2 Esquema de conexión

En esta parte se seleccionará los componentes que conformarán el sistema de arranque de la máquina, dentro de estos elementos podemos encontrar el contactor, el relé térmico, el cable conductor, las protecciones respectivas del circuito y los pulsadores tanto de arranque como de paro.

Para el dimensionamiento de los componentes del sistema eléctrico se toma en cuenta que tiene un motor trifásico ya que tiene dos fases líneas y neutro, en primer lugar, se coloca una protección eléctrica, luego se coloca un contactor, y posteriormente un relé térmico.

Para dimensionar la protección eléctrica, el cable y el disyuntor, verificamos la intensidad nominal del motor y la multiplicamos por el factor de dimensionamiento. El resultado de este cálculo se lo busca en los catálogos y se procede a seleccionar el valor del componente que esta más próximo, observar en anexo 2.

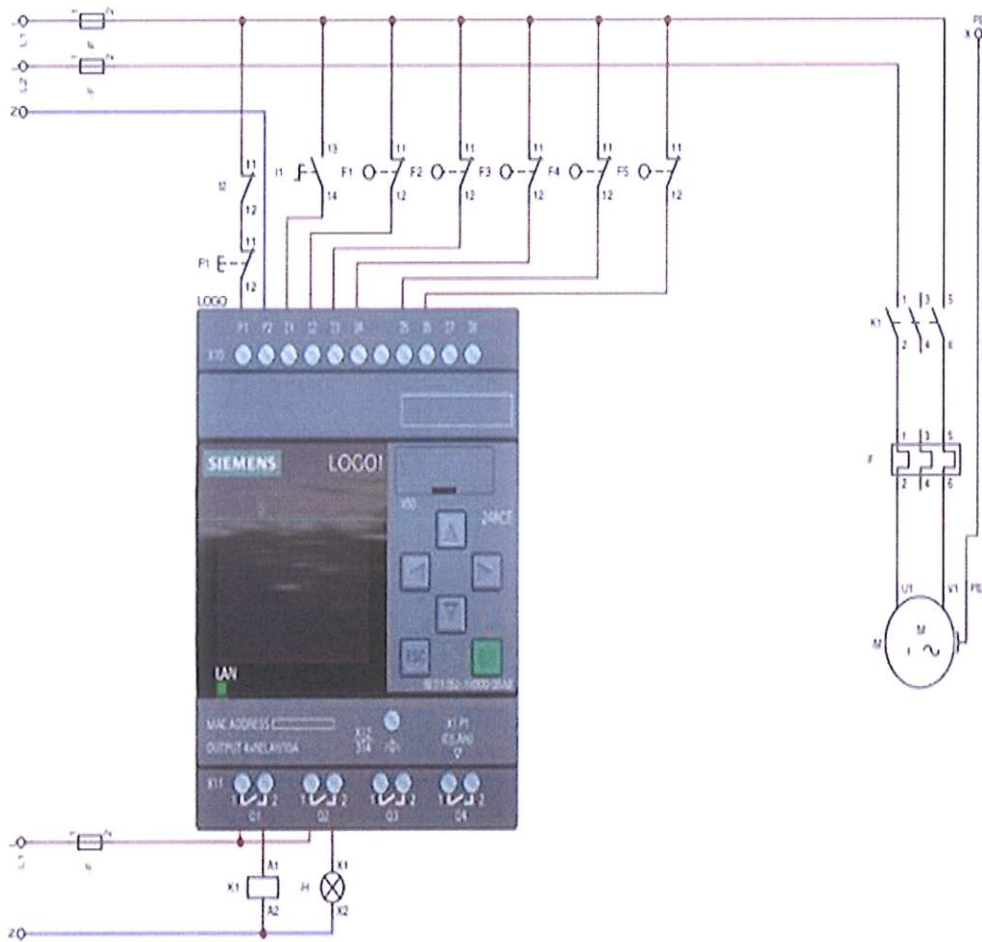


Figura 4.6: Esquema de conexión

#### 4.7.3 Programación del LOGO

De acuerdo a los requerimientos del diseño se realizó el programa para el LOGO. Este programa permite adquirir y procesar datos, se debe configurar parámetros y declarar variables, una vez declarado las variables nuestro LOGO tiene la función de conteo ya que cuenta con un sensor para el respectivo llenado de las cajas de tomate, una vez que cuenta sus diferentes variables el sistema se detiene para proceder al retiro de la caja de tomate ya llenado. En el anexo I se detalla la programación de cada uno de los componentes del LOGO, observar anexo 1.

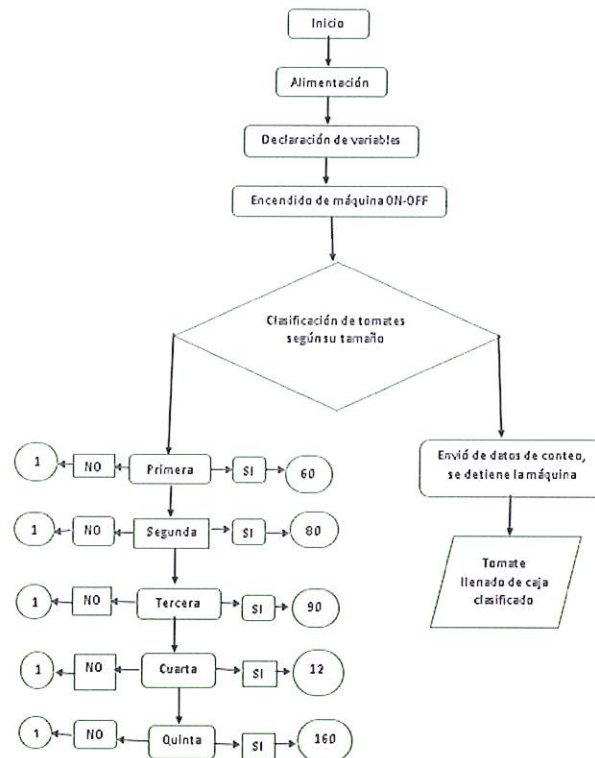


Figura 4.7: Diagrama de flujo del sistema de automatizado

## 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Se realizó los análisis del comportamiento práctico de la máquina clasificadora automática en el proceso de postcosecha en el invernadero de tomates riñón de la Señora Juana Chiluiza ubicado en Huapante Grande de la provincia de Tungurahua. Obteniendo un efecto positivo en la reducción del tiempo llevando acabó la clasificación y adquiriendo un mejor resultado a su vez mejorando el aspecto económico ya que se pudo disminuir el tiempo de 6 horas a 3 horas de clasificado y perfeccionando toda la etapa de postcosecha

### 5.1 SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

Se efectuó la selección de cada uno de los materiales que se utiliza para la respectiva construcción y armado del circuito eléctrico de la máquina clasificadora automática, esta selección se realizó tomando en cuenta las características que mejor se adapte a cumplir nuestro objetivo de la propuesta tecnológica. En el anexo ... se puede observar cada uno de los elementos seleccionados, sus características y la función que cumple cada uno. En la tabla 5.1 se muestra los resultados de la selección.



**Tabla 5.1** Selección de los materiales

Ítems	Descripción
1	Kilo de plancha LC
2	Kilo de plancha LF
3	Pernos 6X50
4	Pernos 3/8
5	Broca
6	Machuelo
7	Chumaceras
8	Garrucha con freno 75 mm
9	Ejes 3/8 de 6m
10	Cadena 428
11	Piñón motriz
12	Catalinas BMX
Ítems	Descripción
1	Motor reductor 1HP
2	LOGO 230
3	Micro switch
4	Selector dos posiciones
5	Pulsador tipo hongo
6	Contactador
7	Relé térmico
8	Breaker
9	Riel DIN acero perforado
10	Canaleta ranurada
11	Luz piloto rojo y verde
12	Gabinete doble fondo 40X40X15 mm
13	Cable THHN Blanco y azul

## 5.2 ENSAMBLE DE LA MÁQUINA CLASIFICADORA AUTOMÁTICA

Para el diseño de la estructura se consideró el material ASTM A36, las propiedades del material se las podrá ver en los anexos. La estructura constará de dos partes que se desplegaran ya que la máquina será desmontable a partir de la segunda sección de clasificación. El ensamblado de la estructura se lo realizó en tubería cuadrada de 30 x 30 mm x 1.5 mm de acuerdo a los planos, se realizaron los cortes de cada sección, observar anexo 3 el manual de uso y mantenimiento.



Figura 5.1 Tubos cortados para la construcción de la estructura.

### **Estructura de la tolva de alimentación de la máquina**

Está determinado de acuerdo a la capacidad de producción del tomate en el sector de Huapante Grande, en donde se vaciarán cajas de 30 a 40 centímetros de ancho. También se consideró la ergonomía de los agricultores del sector.

### **Estructura de la primera sección de clasificación**

Está constituida por la base para la tolva de alimentación, como característica de esta estructura tendrá una base para la tolva lo cual alimentará los tomates mediante una banda inclinada hacia la parte superior donde empieza la segunda sección

### **Estructura de la segunda sección de clasificación**

De igual manera está construida en tubería cuadrada estructural, en dicha estructura se tiene ubicados los sistemas de chumaceras con sus ejes y piñones a la cual le conoceremos como jaulas que hace la función de clasificar de acuerdo a su tamaño, en la parte inferior se colocan las cajas para su respectivo llenado.



Figura 5.2 Estructura uno y dos ensamblada.

### Planchas metálicas para las tolvas y rampas de la máquina

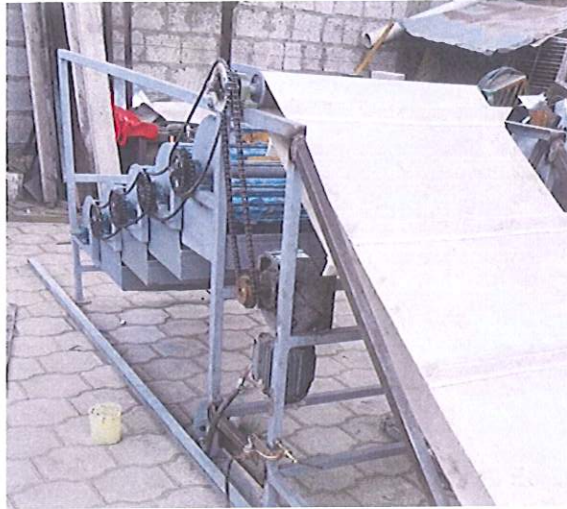
Se utilizó el material ASTM A36 las propiedades se las puede observar en los anexos, para las planchas que forman parte de las tolvas de alimentación y de salida, para las rampas por donde cae el tomate y para el recubrimiento de la máquina.



Figura 5.3 Tolva de alimentación.

### Sistema de transmisión

Para los elementos que conforman el sistema de transmisión se aplicó un conjunto de poleas tipo “A” que reducen las revoluciones iniciales del motor, también tiene ejes de acero inoxidable AISI 304 el cual es un material de fácil mecanizado, resistente a la torsión, a la corrosión, este material será eficiente para las cargas a las que será sometido en este proyecto, las propiedades se las podrá observar en los anexos, también se usaron catalinas, chumaceras y cadenas. Para poder templar las bandas se colocó una placa con ojos chinos que servirán para regular el ajuste.



**Figura 5.4** Sistema de transmisión de la máquina clasificadora

#### **Sistema de clasificación**

Para este sistema se acoplarán ejes de 8 mm de diámetro de acero inoxidable AISI 304 que es apto para el manejo de alimentos, se deberá tornearse las puntas de los ejes para obtener el diámetro exacto que encaje en la cadena ya que se acoplarán en las mismas retirando los pasadores de los eslabones respectivos, obteniendo la distancia entre ejes respectiva que se requiere para que caigan los tomates de cada tamaño en sus respectivas secciones.



**Figura 5.5** Jaulas para el sistema de clasificación.



Figura 5.6 Sistema de clasificación por jaula

### 5.3 CÁLCULO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

#### 5.3.1 Cálculo de la capacidad a transportarse

De acuerdo a la siguiente figura, se procederá a calcular la cantidad de producto en kg que transportará la banda, observar anexo 5.

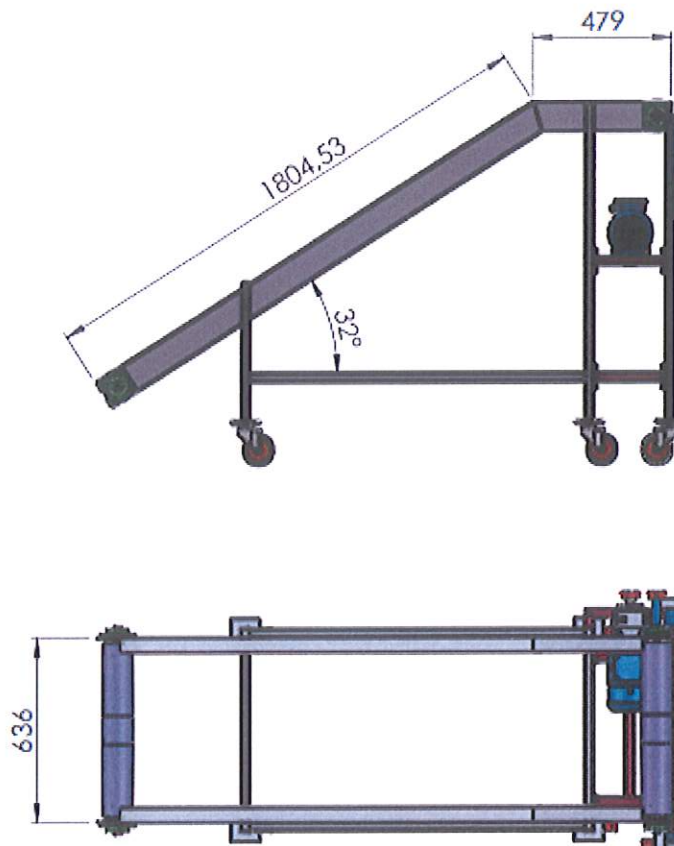


Figura 5.7 Diagrama de la banda

Utilizamos la ecuación Ecuación 4.1 para el cálculo de la capacidad a transportarse.

$$A = a * b$$

Donde:

$A = \text{Área, (mm}^2\text{)}$

$a = \text{lado 1, (mm)}$

$b = \text{lado 2, (mm)}$

$$A1 = a * b$$

$$A1 = (1804.53\text{mm}) * (636\text{mm})$$

$$A1 = 1147681.08 \text{ mm}^2$$

$$A2 = a * b$$

$$A2 = (479\text{mm}) * (636\text{mm})$$

$$A2 = 304644 \text{ mm}^2$$

$$A_{total} = A1 + A2$$

$$A_{total} = 1147681.08 \text{ mm}^2 + 304644 \text{ mm}^2$$

$$A_{total} = 1452325.08 \text{ mm}^2$$

### 5.3.2 Dimensiones de los tomates

En la siguiente tabla, se observan los tipos de tomates de que posee el invernadero, teniendo como datos el tamaño y peso, los mismos que serán empleados para determinar el peso al que este expuesta la banda transformadora.

**Tabla 5.2** Dimensiones de los tomates

CARACTERÍSTICAS DEL TOMATE		
Tamaño (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Peso (Kg)
45mm	1509.43mm	0.10kg
55mm	2375.83mm	0.20kg
65mm	3318.31mm	0.30kg
75mm	4417.87mm	0.40kg
85mm	5674.50mm	0.60kg

A continuación, se determinará el número de tomates que podrá transportar la banda inclinada para que después sean clasificados utilizando la ecuación 4.2 donde calculamos las dimensiones de los tomates.

$$N_{tomates} = \frac{A_{total}}{A_{tomate}}$$

**Donde:**

$N_{tomates}$  = Número de tomates, (adimensional)

$A_{total}$  = Área total de la banda transportadora, (mm<sup>2</sup>)

$A_{tomate}$  = Área del tomate, (mm<sup>2</sup>)

$$N_{tomates (45)} = \frac{1452325.08 \text{ mm}^2}{1590.43 \text{ mm}^2}$$

$$N_{tomates (45)} = 913.16$$

$$N_{tomates (55)} = \frac{1452325.08 \text{ mm}^2}{2375.83 \text{ mm}^2}$$

$$N_{tomates (55)} = 611.29$$

$$N_{tomates (65)} = \frac{1452325.08 \text{ mm}^2}{3318.31 \text{ mm}^2}$$

$$N_{tomates (65)} = 437.67$$

$$N_{tomates (75)} = \frac{1452325.08 \text{ mm}^2}{4417.86 \text{ mm}^2}$$

$$N_{tomates (75)} = 328.74$$

$$N_{tomates (85)} = \frac{1452325.08 \text{ mm}^2}{5674.50 \text{ mm}^2}$$

$$N_{tomates (85)} = 255.94$$

Mediante los valores obtenidos anteriormente en cuanto al número de tomates que podrá estar en la banda transportadora, se procederá a calcular cual es el peso máximo que dicha banda estará transportando al área de clasificación de los tomates a lo cual utilizamos la ecuación 4.3 que es la del peso máximo.

$$W = N_{tomates} * m$$

**Donde:**

$W$  = Peso máximo, (Kg)

$N_{tomates}$  = Número de tomates, (adimensional)

$m$  = Masa del tomate, (kg)

$$W_{45} = N_{tomates} * m$$

$$W_{45} = (913) * (0.10Kg)$$



$$W_{45} = 91.3 \text{ Kg}$$

$$W_{55} = N_{tomates} * m$$

$$W_{55} = (611) * (0.20 \text{ Kg})$$

$$W_{55} = 122.2 \text{ Kg}$$

$$W_{65} = N_{tomates} * m$$

$$W_{65} = (437) * (0.30 \text{ Kg})$$

$$W_{65} = 131.1 \text{ Kg}$$

$$W_{75} = N_{tomates} * m$$

$$W_{75} = (328) * (0.40 \text{ Kg})$$

$$W_{75} = 131.2 \text{ Kg}$$

$$W_{85} = N_{tomates} * m$$

$$W_{85} = (256) * (0.60 \text{ Kg})$$

$$W_{85} = 153.6 \text{ Kg}$$

### 5.3.3 Cálculo de fuerza sobre la banda

Utilizamos la ecuación 4.4 para el respectivo cálculo de fuerza sobre la banda.

$$F_{45} = W * g$$

$$F_{45} = (91.3 \text{ Kg}) * (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{45} = 895.65 \text{ N}$$

$$F_{55} = W * g$$

$$F_{55} = (122.2 \text{ Kg}) * (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{55} = 1198.78 \text{ N}$$

$$F_{65} = W * g$$

$$F_{65} = (131.1 \text{ Kg}) * (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{65} = 1284.78 \text{ N}$$

$$F_{75} = W * g$$

$$F_{75} = (131.2 \text{ Kg}) * (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{75} = 1285.76 \text{ N}$$

$$F_{85} = W * g$$

$$F_{85} = (153.6 \text{ Kg}) * (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{85} = 1506.82 \text{ N}$$

## 5.4 SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR

### 5.4.1 Cálculo de velocidad angular

La velocidad recomendada para máquinas clasificadoras de tomates varia en un rango de 50 a 70 rpm, ya que mediante la misma el producto no llegaría a estropearse en el instante de su clasificación utilizamos la ecuación 4.5 para el cálculo de velocidad angular.

$$70 \text{ RPM} * \left( \frac{2\pi}{1 \text{ vuelta}} \right) * \left( \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \right) = 7.33 \text{ rad/seg}$$

$$\omega = 7.33 \text{ rad/seg}$$

### 5.4.2 Cálculo de torque

$$T = F * r$$

**Donde:**

T = Torque, (Nm)

F = Fuerza a transportar, (N).

$r$  = Radio, (m)

A continuación, mediante los cálculos obtenidos anteriormente en cuanto a la carga máxima que poseerá la banda transportadora se determinará el torque necesario para mover el producto, teniendo en consideración que son 153,6 Kg, utilizamos la ecuación 4.6 para el respectivo cálculo del torque.

$$T = F_{total} * r$$

$$T = ((315.99N) + (1189.24 N \sin 32)) * (0.053m)$$

$$T = ((315.99N) + (630.20N)) * (0.053m)$$

$$T = 50.14 Nm$$

#### 5.4.3 Cálculo de la potencia del motor

Para el respectivo cálculo de la potencia del motor utilizamos a ecuación 4.7

$$P = T * \omega$$

$$P = (50.14 Nm) * (7.33 \frac{rad}{s})$$

$$P = 367.58 Watt [36].$$

### 5.5 CÁLCULO DE FUERZAS EN CATALINA 8B

#### 5.5.1 Cálculo fuerza neta

Para el respectivo cálculo de fuerzas en catalina 8B utilizamos la ecuación 4.8

$$T = F_n * R$$

$$F_n = \frac{T}{R}$$

$$F_n = \frac{50.14 Nm}{\frac{0.073 m}{2}}$$

$$F_n = 1373.69 N$$

### 5.5.2 Cálculo fuerza de flexión

Para el respectivo cálculo de flexión utilizamos la ecuación 4.9

$$F_{sc} = 1.5 * F_n$$

$$F_{sc} = 1.5 * (1373.69 N)$$

$$F_{sc} = 2060.54 N$$

### 5.6 CÁLCULO DE FUERZA CENTRÍPETA EN LA JAULA

#### 5.6.1 Cálculo fuerza neta

Para el respectivo cálculo de la fuerza centrípeta en la jaula utilizamos la ecuación 4.10

$$T = F_t * R$$

$$F_t = \frac{T}{R}$$

$$F_t = \frac{50.14 Nm}{\frac{0.300 m}{2}}$$

$$F_t = 334.26 N$$

### 5.7 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PLANO YZ

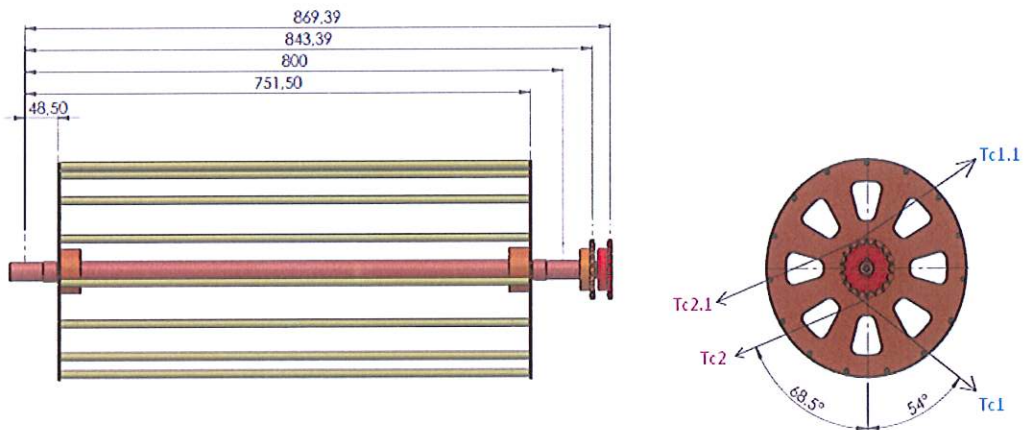


Figura 5.8: Cuerpo libre plano YZ

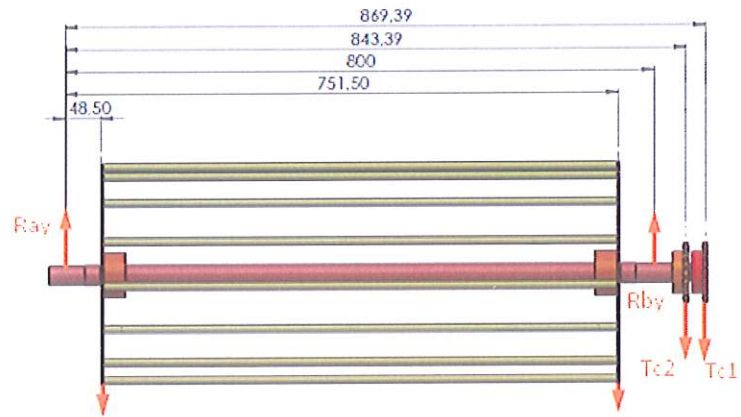


Figura 5.9: Diagrama del cuerpo libre YZ

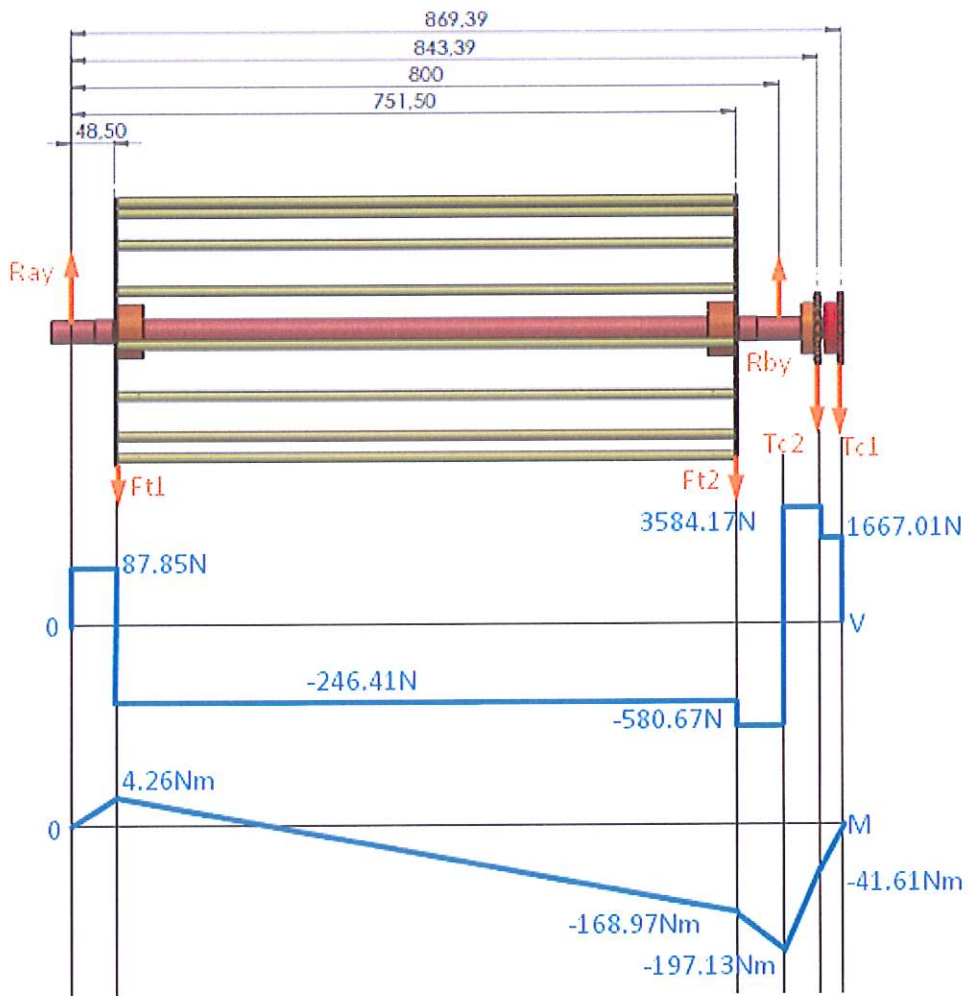


Figura 5.10 Diagrama de cálculos de momentos y reacciones ejercidas en el eje motriz YZ

5.7.1 Cálculo de momentos y reacciones ejercidas en eje motriz

$$\sum M_{ay} = 0$$

$$-(Ft1 * d1) - (Ft2 * d2) + (Rby * d3) - (Tc2 * d4) - (Tc1 * d5) = 0$$

$$\begin{aligned} &-(334.26N * 0.048m) - (334.26 * 0.751m) + (Rby * 0.8m) \\ &\quad - (2060.54 \sin(68.50^\circ) N * 0.843m) \\ &\quad - (2060.54 \sin(54^\circ) N * 0.869m) = 0 \end{aligned}$$

$$-(16.04Nm) - (251.03Nm) + (Rby * 0.8m) - (1616.17Nm) - (1448.63Nm) = 0$$

$$Rby = 4164.84 N$$

$$\sum F_y = 0$$

$$Ray - Ft1 - Ft2 + Rby - Tc2 - Tc1 = 0$$

$$Ray - 334.26N - 334.26N + 4164.84N - 1917.16N - 1667.01N = 0$$

$$Ray = 87.85 N$$

5.8 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PLANO XZ

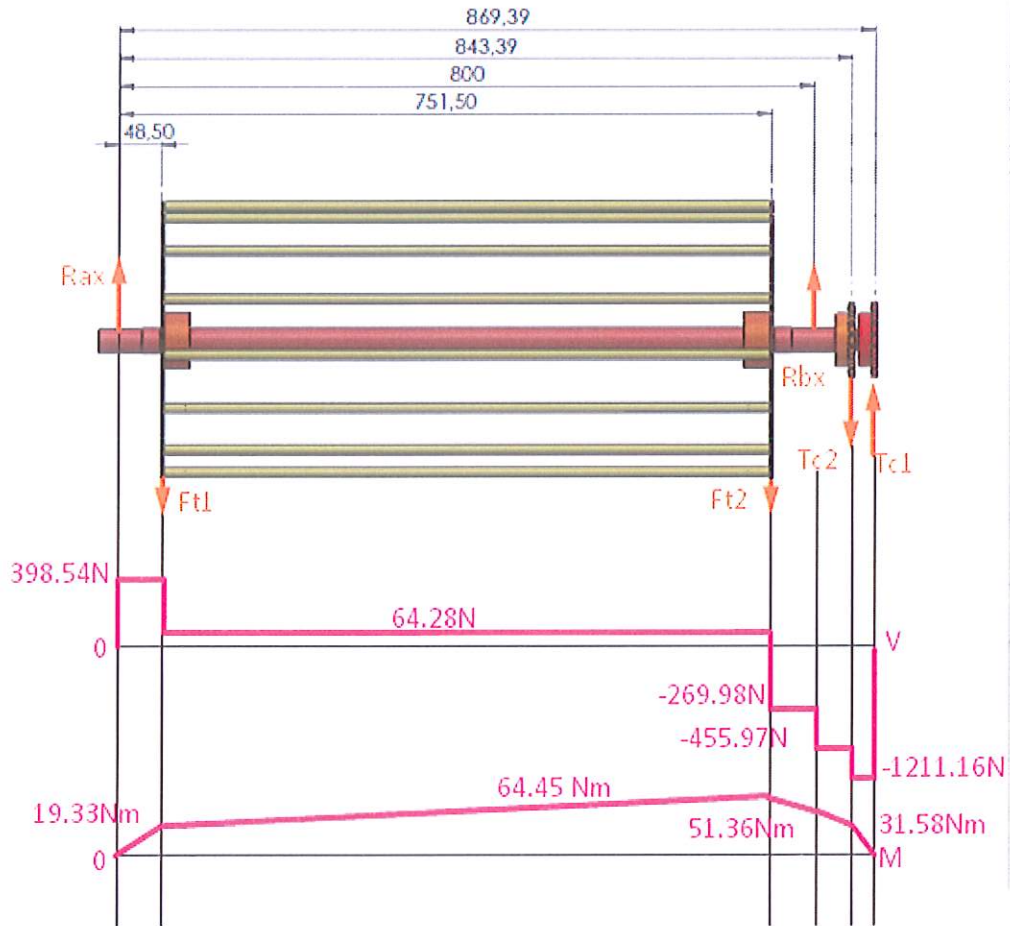


Figura 5.11: Diagrama de cálculos de momentos y reacciones ejercidas en el eje motriz

5.8.1 Cálculo de momentos y reacciones ejercidas en eje motriz

$$\sum M_{ax} = 0$$

$$-(Ft1 * d1) - (Ft2 * d2) + (Rbx * d3) - (Tc2 * d4) + (Tc1 * d5) = 0$$

$$\begin{aligned} &-(334.26N * 0.048m) - (334.26 * 0.751m) + (Rbx * 0.8m) \\ &\quad - (2060.54 \cos(68.50^\circ) N * 0.843m) \\ &\quad + (2060.54 \cos(54^\circ)N * 0.869m) = 0 \end{aligned}$$

$$-(16.04Nm) - (251.03Nm) + (Rbx * 0.8m) - (636.63Nm) + (1052.49Nm) = 0$$

$$Rbx = -185.99 N$$

$$\sum F_x = 0$$

$$Rax - Ft1 - Ft2 + Rbx - Tc2 + Tc1 = 0$$

$$Rax - 334.26N - 334.26N - 185.99N - 755.19N + 1211.16N = 0$$

$$Rax = 398.54 N$$

### 5.9 CÁLCULO DE FATIGA Y DIÁMETRO DE EJE

En el caso de los aceros, al simplificar la observación, se estimará la ecuación 4.11 donde se calcula el límite de resistencia como:

$$S_e' = \begin{cases} 0.5_{ut} & S_{ut} \leq 200 \text{ Kpsi (1400 MPa)} \\ 100_{Kpsi} & S_{ut} > 200 \text{ Kpsi} \\ 700_{MPa} & S_{ut} > 1400 \text{ MPa} \end{cases}$$

Donde:

$S_{ut}$  = Es la resistencia a la tensión mínima. El símbolo de prima en  $S_e'$  en esta ecuación se refiere a la propia muestra de viga rotativa. Se desea reservar el símbolo si prima  $S_e$  para el límite de resistencia de un elemento de máquina particular sujeto a cualquier tipo de carga.

#### 5.9.1 Cálculo del límite de resistencia

$$S_e' = 0.5 * S_{ut}$$

$$S_e' = 0.5 * (1100 \text{ MPa})$$

$$S_e' = 550 \text{ MPa}$$

Tabla 5.3 Composición química [37].

COMPOSICIÓN QUÍMICA				
%C	%Si	%Mn	%P	%S
0.34	0.1 – 0.35	0.60 – 0.80	0.04 – 0.30	0.002 – 0.03



Tabla 5.4 Composición mecánica [37].

PROPIEDADES MECÁNICAS				
Diámetro (mm)	Resistencia mecánica (N/mm <sup>2</sup> )	Punto de fluencia (N/mm <sup>2</sup> )	Elongación % Min.	Dureza Rockwell B
16 o menos	1200 – 1400	1000	9	240 - 380
16 – 40	1100 – 1300	900	10	240 - 380
41 – 100	1000 – 1200	800	11	240 - 380

Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga utilizamos la ecuación 4.12

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * S_e'$$

Donde:

$S_e$  = Límite de resistencia de fatiga

$k_a$  = Factor de modificación de la condición superficial

$k_b$  = Factor de modificación de tamaño

$k_c$  = Factor de modificación de la carga

$k_d$  = Factor de modificación de la temperatura

$k_e$  = factor de confiabilidad

$k_f$  = Factor de modificación de efectos varios

$S_e'$  = Fuerza centrípeta

### 5.9.2 Cálculo factor de superficie $K_a$

Para el respectivo cálculo del del factor de superficie  $K_a$  utilizamos la ecuación 4.13

$$k_a = a(S_{ut})^b$$

Tabla 5.5 Parámetros en el factor de la condición superficial de Marín [38].

Factor a			
Acabado superficial	$S_{ut}$ Kpsi	$S_{ut}$ MPa	Exponente b
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frio	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

$$k_a = a(S_{ut})^b$$

$$k_a = (4.51) * (1100)^{-0.265}$$

$$k_a = 0.71$$

#### Factor de tamaño $k_b$

El factor de tamaño se evaluó en 133 conjuntos de puntos de datos. Los resultados para la flexión y torsión pueden expresarse como

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

Para carga axial no hay efecto de tamaño, por lo cual

$$k_b = 1$$

#### Factor de temperatura $k_c$

Cuando se realizan los ensayos de fatiga con carga de flexión rotatoria, axial (empujar y jalar) y de torsión, los límites de resistencia a la fatiga dieron con  $S_{ur}$ .

$$k_c \begin{cases} 1 & \text{flexion} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsion} \end{cases}$$

**Tabla 5.6** Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión del acero

TEMPERATURA, °C	$S_T/S_{RT}$	TEMPERATURA, °F	$S_T/S_{RT}$
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1000	0.698
550	0.672	1100	0.567
600	0.549		

### 5.9.3 Factor de confiabilidad

**Tabla 5.7** Factores de confiabilidad

Confiabilidad, %	Variación de transformación Z	Factor de confiabilidad K
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

$$S_e = (0.71)(1)(1)(1)(1)(550 \text{ MPa})$$

$$S_e = 385 \text{ MPa}$$

5.9.4 Cálculo del radio de la muesca (Redondeos de ejes)

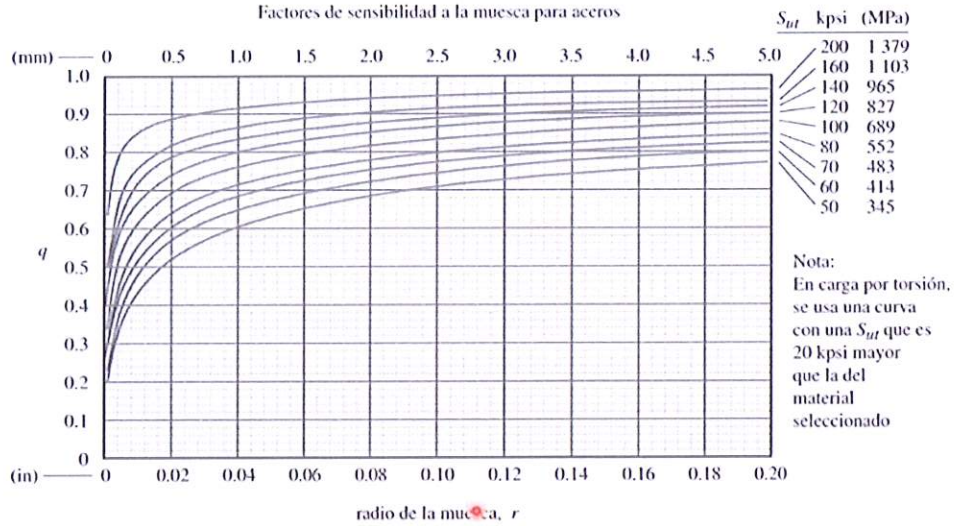


Figura 5.12: Diagrama de cálculo del radio de la muesca

Utilizamos la ecuación 4.14 donde calculamos la sensibilidad a la muesca, q, está definida por

$$q = \frac{K_f - 1}{K_t - 1}$$

$$q_{cortante} = \frac{K_{fs} - 1}{K_{ts} - 1}$$

Donde:

q= se encuentra usualmente en cero y la unidad

En la ecuación 4.14 muestra que q=0, entonces  $K_f=1$ , y el material no tiene ninguna sensibilidad a la muesca. Por otro lado, si q=1, entonces  $K_f=K_f$  y el material tiene una sensibilidad total a la muesca.

Tabla 5.8 Estimación de primera iteración de los factores de concentración del esfuerzo Kt

	Flexión	Torsión	Axial
Filete de hombro: agudo	2.7	2.2	3.0
Filete de hombro: bien redondo	1.7	1.5	1.9
Cuñero fresado	2.2	3.0	-
Cuñero de patín o trapezoidal	1.7	-	-
Ranura para anillo de retención	5.0	3.0	5.0

## 5.10 CÁLCULO DEL DIÁMETRO

### 5.10.1 Flexión

Para el respectivo cálculo de flexión utilizamos la ecuación 4.15

$$K_f = 1 + q(K_t - 1)$$

$$K_f = 1 + (0.86)(2.7 - 1)$$

$$K_f = 2.46$$

### 5.10.2 Torsión

Para el respectivo cálculo de torsión utilizamos la ecuación 4.16

$$K_{fs} = 1 + q(K_t - 1)$$

$$K_{fs} = 1 + (0.86)(2.2 - 1)$$

$$K_{fs} = 2.032$$

### 5.10.3 Diámetro 1

Para el respectivo cálculo del diámetro 1 utilizamos la ecuación 4.17

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16n}{\pi} \left( \frac{1}{S_e} \sqrt{[4(K_f * M_a)^2 + 3(K_{fs} * T_a)^2]} \right)}$$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16(1)}{\pi} \left\{ \frac{1}{(385MPa)} \sqrt{[4(2.46 * 197130 Nmm)^2 + 3(2.032 * 50140 Nmm)^2]} \right\}}$$

$$d_1 = 23.54 \text{ mm}$$

### 5.10.4 Diámetro 2

Para el respectivo cálculo del diámetro 2 utilizamos la ecuación 4.17

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16n}{\pi} \left( \frac{1}{S_e} \sqrt{[4(K_f * M_a)^2 + 3(K_{fs} * T_a)^2]} \right)}$$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16(2)}{\pi} \left\{ \frac{1}{(385MPa)} \sqrt{[4(2.46 * 64450 Nmm)^2 + 3(2.032 * 50140 Nmm)^2]} \right\}}$$

$$d_2 = 21.25 \text{ mm}$$

### 5.11 CÁLCULO DE RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

La máquina poseerá una velocidad angular de 70rpm la cual debe ser constaté en la entrada y salida de la misma, por lo que su relación de transmisión deberá ser de 1:1 y la cual utilizamos la ecuación 4.18

$$i = \frac{Z1}{Z2}$$

**Donde:**

Z1 =Número de dientes de la catalina 1, (adimensional).

Z2 =Número de dientes de la catalina 2, (adimensional).

i = Relación de transmisión, (adimensional).

$$i = \frac{Z1}{Z2}$$

$$Z2 = \frac{Z1}{i}$$

$$Z2 = \frac{18}{1}$$

$$Z2 = 18$$

$$Z1 = Z2$$

5.12 CÁLCULO DE NUMERO DE ESLABONES DE UNA CADENA

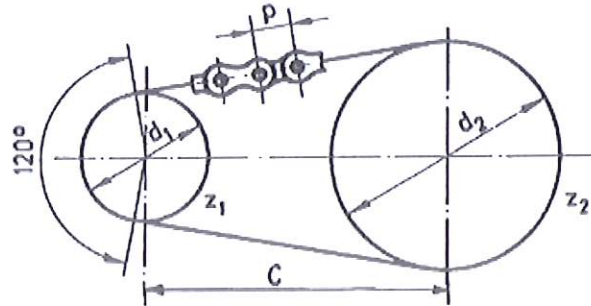


Figura 5.13 Diagrama de cálculo de número de eslabones de una cadena

Para el respectivo cálculo de número de eslabones de una cadena utilizamos la ecuación 4.19

$$N = \frac{2 * C}{p} + \frac{Z1 + Z2}{2} + \frac{p * (Z1 + Z2)^2}{40 * C}$$

**Donde:**

N = Número de eslabones, (adimensional).

p = Paso de la cadena, (mm).

Z1 =Número de dientes de la catalina 1, (adimensional).

Z2 =Número de dientes de la catalina 2, (adimensional).

C = Distancia entre centros, (mm).

$$N = \frac{2 * C}{p} + \frac{Z1 + Z2}{2} + \frac{p * (Z1 + Z2)^2}{40 * C}$$

$$N = \frac{2 * (1418.73mm)}{12.70mm} + \frac{18 + 18}{2} + \frac{(12.70mm) * (18 + 18)^2}{40 * (1418.73mm)}$$

$$N = 241.71$$

Para el respectivo cálculo de la longitud de la cadena utilizamos la ecuación 4.20

$$L = N * p$$

Donde:

N = Número de eslabones, (adimensional).

p = Paso de la cadena, (mm).


L = Longitud de la cadena, (mm).

$$L = N * p$$

$$L = (241.71) * (12.70mm)$$

$$L = 3069.74mm$$

Tabla 5.9. Datos para calcular el número de eslabones

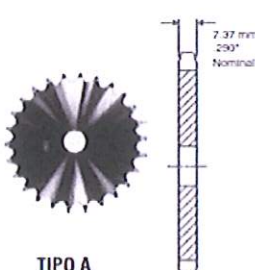


## Sprockets Métricos

**ISO 08B-1**  
**MÉTRICO 40**

**PASO 0.500" (12.70 mm) - SENCILLO**

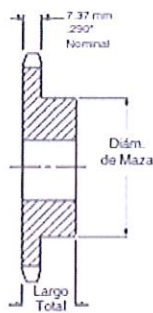
**DATOS DE CADENA:**  
BS 229/7  
ISO 08B-1  
PASO: 12.70 mm (0.500")  
DIÁMETRO DE RODILLO: 8.51 mm (0.335")  
ANCHO DE RODILLO: 7.75 mm (0.305")  
TENSIÓN: 1,820 kg (4,000 lb)



**TIPO A**

Número de Dientes	Diámetro de Paso	Número de Falsa	Barrena (mm)			Maza (mm)		Peso Aprox. (kg)	Número de Falsa	Barrena Falsa (mm)	Peso Aprox. (kg)
			Flauta	Máx.	Diámetro	Largo Total					
9	37.13	08B9	10	15	21	25	0.14				
10	41.10	08B10	10	20	26	25	0.15				
11	45.08	08B11	10	22	30	25	0.17				
12	49.07	08B12	10	22	34	28	0.24				
13	53.07	08B13	10	25	38	28	0.25				
14	57.07	08B14	10	28	42	28	0.31				
15	61.08	08B15	10	30	46	28	0.33	08A12	10	0.08	
16	65.10	08B16	12	32	50	28	0.37	08A13	10	0.1	
17	69.12	08B17	12	35	54	28	0.51	08A14	10	0.12	
18	73.14	08B18	12	38	57	28	0.54	08A15	10	0.14	
19	77.16	08B19	12	40	64	28	0.63	08A16	10	0.15	
20	81.18	08B20	12	42	67	28	0.76	08A17	10	0.16	
21	85.21	08B21	12	45	70	28	0.82	08A18	10	0.2	
22	89.24	08B22	12	48	73	28	0.88	08A19	10	0.21	
23	93.27	08B23	12	51	78	28	1.05	08A20	10	0.25	
24	97.30	08B24	14	53	82	28	1.05	08A21	12	0.26	
25	101.33	08B25	14	53	82	28	1.13	08A22	12	0.3	
26	105.36	08B26	16	53	82	30	1.15	08A23	12	0.33	
27	109.40	08B27	16	53	82	30	1.19	08A24	12	0.37	
28	113.43	08B28	16	53	82	30	1.30	08A25	12	0.4	
29	117.46	08B29	16	53	82	30	1.33	08A26	16	0.43	
30	121.50	08B30	16	53	89	30	1.36	08A27	16	0.44	
31	125.53	08B31	16	60	89	30	1.41	08A28	16	0.5	
32	129.57	08B32	16	60	89	30	1.46	08A29	16	0.55	
33	133.61	08B33	16	60	89	30	1.54	08A30	15	0.57	
34	137.65	08B34	16	60	89	30	1.64	08A31	15	0.64	
35	141.70	08B35	16	60	89	30	1.74	08A32	15	0.67	





TIPO B

33	133.64	08B33	16	60	89	30	1.51	08A33	15	0.71
34	137.64	08B34	16	60	89	30	1.56	08A34	15	0.74
35	141.68	08B35	16	60	89	30	1.61	08A35	15	0.77
36	145.72	08B36	16	60	89	35	1.69	08A36	15	0.83
37	149.75	08B37	16	60	89	35	1.74	08A37	15	0.87
38	153.79	08B38	16	60	89	35	1.78	08A38	15	0.91
39	157.83	08B39	19	60	89	35	1.83	08A39	18	0.92
40	161.87	08B40	19	60	89	35	1.88	08A40	18	1.01
42	169.94	08B42	19	60	89	35	1.97	08A42	18	1.13
45	182.06	08B45	19	60	89	35	2.11	08A45	18	1.43
48	194.18	08B48	19	64	100	35	2.76	08A48	18	1.46
54	218.42	08B54	19	64	100	35	3.11	08A54	18	2.01
57	230.54	08B57	19	64	100	35	3.28	08A57	18	2.27
60	242.66	08B60	19	64	100	35	3.45	08A60	18	2.03
64	258.83	08B64	19	64	100	35	3.68	08A64	18	2.17
70	283.07	08B70	19	64	100	35	4.02	08A70	18	3.28
72	291.15	08B72	19	64	100	35	4.13	08A72	18	3.51
76	307.32	08B76	19	64	100	35	5.73	08A76	18	3.70
80	323.49	08B80	19	64	100	35	6.03	08A80	18	4.63
84	339.65	08B84	19	64	100	35	6.33	08A84	18	4.57
95	384.11	08B95	25	64	100	35	8.90	08A95	24	5.45
96	388.15	08B96	25	64	100	35	8.99	08A96	24	5.51
114	460.91	08B114	25	64	100	35	11.17	08A114	24	6.54

Los barrenos máximos indicados permiten que el cuñero sea de dimensiones estándar con el espesor sobre el cuñero. Se pueden obtener barrenos ligeramente mayores sin cuñero, con cuñero plano o con el opresor formando ángulo con el cuñero.

### 5.13 ALMACENAMIENTO DE CANASTILLA

Como se observa en la siguiente figura al momento de clasificar los tomates de 45mm de diámetro, en el rodillo clasificador tendría una capacidad de 270 con un peso total en la canastilla de 27 Kg.

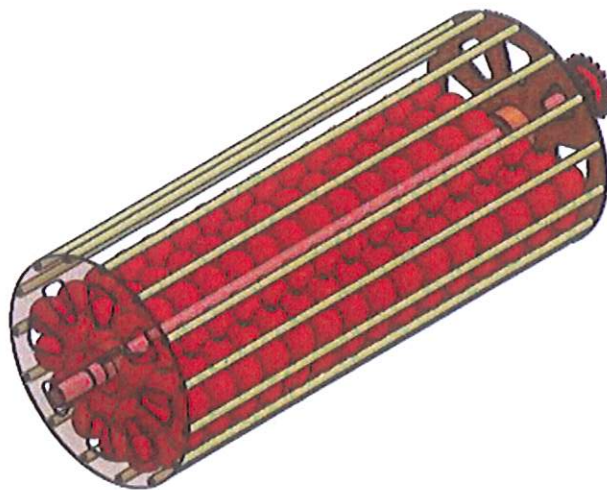


Figura 5.14: Almacenamiento de canastilla o jaula

#### 5.13.1 Selección de un rodamientos o chumaceras.

Para el respectivo cálculo de un rodamiento o chumacera utilizamos la ecuación 4.21

$$P_o = X * F_r + Y * F_a$$

### 5.13.2 Carga estática equivalente

Para el respectivo cálculo de una carga estática equivalente utilizamos la ecuación 4.22

$$P_o = 0.6 F_r$$

$$P_o = 0.6 * (14.61N + 264.87N)$$

$$P_o = 167.68 N$$

$$P = 0.167 KN$$

### 5.14 PRESUPUESTO

En la tabla 5.13 se puede observar los gastos realizados para el desarrollo de la máquina clasificadora automática tanto en diseño, materiales, construcción y programación. En el anexo IV se puede observar la tabulación de los gastos correspondientes en una manera más detallada de acuerdo a lo desarrollado.

Tabla 5.10 Descripción de gastos directos.

GASTOS DIRECTOS				
Ítems	Descripción	Cantidad en unidades	Precio \$	Total \$
1	Modulo LOGO	1	186.40	186.40
2	Micro Switch	6	1.6	9.61
3	Selectore 2 posiciones	1	1.85	1.85
4	Pulsador tipo hongo	1	2.14	2.14
5	Contactore	1	8.42	8.42
6	Relé térmico	1	8.35	8.35
7	Breaker	1	3.49	3.49
8	Riel DIN	1	1.73	1.73
9	Canaleta ranurada	1	3.58	3.58
10	Luz piloto rojo	1	1.25	1.25
11	Luz piloto verde	1	1.37	1.37
12	Gabinete doble fondo	1	40.09	40.09
13	Cable THHN Blanco	30 m	0.40	12
14	Cable THHN Azul	30 m	0.40	12
15	Motor reductor	1	300	300

16	KILO de plancha LC	5	26.79	133.95
17	KILO de plancha LF	30	0.90	27
18	Pernos 6X50	20	0.18	3.60
19	Broca	2	2.66	5.32
20	Machuelo	2	1.70	3.40
21	Chumaceras	6	10	60
22	Motor de 0.5 HP	1	1	90
23	Garrucha de 75 mm	8	2.67	21.43
24	Ejes 3/8	7	5.37	128.88
25	Cadenas Mx	8	4.50	36
26	Catalinas BMX	8	4.50	36
27	Cadena 428	1	7.80	7.80
28	Piñon matriz	1	2.80	2.80
29	Catalina BMX	1	3.80	3.80
<b>TOTAL</b>				<b>1206 \$</b>

**Tabla 5.11** Descripción de gastos indirectos.

GASTOS INDIRECTOS				
Ítems	Descripción	Cantidad	Precio \$	Total \$
1	Transporte	2	120	240
2	Imprevistos	1	50	50
3	Viáticos	2	30	60
4	Materiales indirectos	1	50	50
<b>TOTAL</b>				<b>00\$</b>

**Tabla 5.12** Descripción de mano de obra.

MANO DE OBRA				
Ítems	Descripción	Cantidad	Precio \$	Total\$
1	Diseño de planos	1	580	580
2	Diseño eléctrico y programación	1	350	350
3	Construcción y soldadura	2	200	400
<b>TOTAL</b>				<b>1530\$</b>

**Tabla 5.13** Descripción de la inversión total.

Gasto total	
Costos directos	1206\$
Costos indirectos	1530\$
Mano de obra	700\$
<b>TOTAL</b>	<b>3536\$</b>

### 5.15 VAN Y TIR

El desarrollo del presente proyecto es de construcción con materiales que encontramos en el mercado local ya beneficiará a los agricultores y será de una inversión que le permitirá ahorrar costes en mano de obra.

**Tabla 5.14.** Tablas del VAN y TIR.

Datos	Valores
Numero de periodos	5
Tipo de periodo	Annual
Tasa de descuento	10%

Flujo de egresos	
	B
Año	Valor
1	3000 \$
2	3000 \$
3	3000 \$
4	3000 \$
5	3000 \$
<b>TOTAL</b>	<b>15000 \$</b>

Flujo de ingresos	
	A
Año	Valor
1	4100 \$
2	4200 \$
3	4000 \$
4	3900 \$
5	4100 \$
<b>TOTAL</b>	<b>20300 \$</b>

Flujo de efectivo neto	
	A-B
Año	Valor
1	1100 \$
2	1200 \$
3	1000 \$
4	900 \$
5	1100 \$

Detalle de año	Flujo efectivo neto
0	-3536 \$
1	1100 \$
2	1200 \$
3	1000 \$
4	900 \$
5	1100 \$

Formulación de datos	
f1=	1100 \$
f2=	1200 \$
f3=	1000 \$
f4=	900 \$
f5=	1100 \$
n=	5 años
i=	10% de tasa de interés (0.10)
lo=	Inversión inicial 3536 \$

VAN y TIR	
VAN=	5550.35 \$
TIR=	46%

Observando el flujo de egresos y el flujo de ingresos durante cinco años, con una inversión de 4000 se recupera en cuatro años y con una tasa de interés del 10% se puede ver que, si hay una ganancia, para poder obtener una ganancia debe darnos mayor a 25% en el caso que nos dé un mismo porcentaje del 25% no estamos ni ganando ni perdiendo, pero en cambio sí tenemos una ganancia menor al 25% ya es perdida y recomendable ya no es de seguir invirtiendo.

## **6.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES**

- En el proceso de investigación existen varias formas de clasificado de tomate riñón que se aplica mediante el tamaño o el peso de dicho producto. Con el estudio realizado se verifico que existen diferentes formas de automatizado.
- Al culminar el trabajo de implementación se concluye que el diseño planteado del prototipo cumple con los aspectos requeridos por el usuario deseados para que cumpla con su labor de clasificado de tomate de riñón.
- Ejerciendo las pruebas requeridas se concluye que los trabajadores realizan menos esfuerzo físico ya que el proceso de clasificado disminuyo de seis horas a tres horas en un total de 180 cajas por producción de clasificado.

### **6.2 RECOMENDACIONES**

- Las jaulas diseñadas en esta propuesta tecnológica aplican solo para tomates riñón, es decir, no son aptas para otros productos de frutas, Para fijar otros productos, es necesario analizar la forma de la fruta y sus dimensiones.
- Para su adecuado uso de funcionamiento de la máquina clasificadora automática revisar primero el manual de funcionamiento y mantenimiento previsto en el anexo 3, donde especifica como encender la máquina.
- La velocidad de trabajo establecida para la máquina se considera óptima en este diseño, ya que aseguramos que la fruta sea depositada en la Jaula y posteriormente clasificado. Considerando que a mayor velocidad se puede ocasionar que el tomate salga de la máquina o se maltrate y no sea traslado al sistema de clasificación por jaulas.
- Para futuros postulantes se requiere implementar un sistema automatizado de las cortinas, riego de agua del invernadero.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. E. Muñoz Dominguez y H. R. Casallas Avila, «Diseño de una máquina para la clasificación de tomate chonto,» de *Universidad de la Salle*, Bogota, 2020.
- [2] D. C. Tene Lopez y J. L. Villagran Ayala, «Diseño y construcción de una máquina clasificadora de tomate riñon – variedad daniela de 80 cartones de 23 [kg/h] de capacidad.,» 15 Agosto 2017. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8071>.
- [3] L. M. Espin Bautista y H. D. Palomo Astudillo, «Universidad Tecnica de Cotopaxi,» Septiembre 2020. [En línea]. Available: <http://repositorio.utC.edu.ec/handle/27000/8045>.
- [4] Interempresas, «TOMATE, LYCOPERSICON ESCULENTUM / SOLANACEAE,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Tomate.html>.
- [5] Interempresas, «TOMATE, LYCOPERSICON ESCULENTUM / SOLANACEAE,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Tomate.html>.
- [6] M. Huerto, «Características de la planta de tomate,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.mundohuerto.com/cultivos/tomate/caracteristicas>.
- [7] I. Agro, «El cultivo del tomate,» 2000. [En línea]. Available: [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_tomate\\_\\_parte\\_i\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate__parte_i_.asp).
- [8] E. Comercio, «Ocho variedades de tomate riñón están en los mercados locales,» 12 Marzo 2011. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ocho-variedades-de-tomate-rinon.html#:~:text=La%20mayor%C3%ADa%20de%20tomateras%20est%C3%A1,de%20Azúay%2C%20Imbabura%20y%20Carchi.&text=A%20escala%20mundial%20ha y%2044,%2C%20fortaleza%2C%20cherry%20y%20chonto>.
- [9] P. d. Vilane, «Tipos de tomates: las variedades más consumidas en España,» 31 Mayo 2022. [En línea]. Available: <https://pazodevilane.com/es/cronicas-gallinero/tipos-tomates/>.

- [10] B. Tareas, «tipos de tomate,» 11 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Tipos-De-Tomate/81840277.html>.
- [11] Yara, «Tomates de invernadero,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/tomate/tomates-de-invernadero/>.
- [12] IEP, «Invernaderos tipo Parral (“Almería”),» 2017. [En línea]. Available: <http://www.inverelpilar.com/es/invernaderos/invernaderos-parral>.
- [13] NOVAGRIC, «Invernaderos Capilla,» 2000. [En línea]. Available: <https://www.novagric.com/es/venta-invernaderos-novedades/tipos-de-invernaderos/invernadero-capilla>.
- [14] NOVAGRIC, «Invernadero Túnel,» 2000. [En línea]. Available: <https://www.novagric.com/es/venta-invernaderos-novedades/tipos-de-invernaderos/invernadero-tunel>.
- [15] NOVAGRIC, «Invernadero Raspa y Amagado,» 2000. [En línea]. Available: <https://www.novagric.com/es/venta-invernaderos-novedades/tipos-de-invernaderos/invernaderos-raspa-amagado>.
- [16] K. M. Espinoza de la Vega y E. M. Pazmiño Guevara, «PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR,» Noviembre 2019. [En línea]. Available: [repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17648/TESIS\\_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17648/TESIS_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [17] E. Guzman, «Caracterización del Acero 1018 con tratamientos térmicos,» 2018. [En línea].
- [18] N. CATALOG, «NFPA 70E, Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo,» 2021. [En línea]. Available: <https://catalog.nfpa.org/NFPA-70E-Norma-para-la-Seguridad-Elctrica-en-Lugares-de-Trabajo-2021-Espaol-P14455.aspx>.
- [19] G. d. encuentro, «Servicio Ecuatoriano de Normalización,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/>.
- [20] I. E. D. NORMALIZACIÓN, «CODIGO DE PRÁCTICA PARA MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS,» 1987. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/CPE-1.pdf>.
- [21] INEN, «HORTALIZAS FRESCAS TOMATE RIÑON.,» 1990. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1745.pdf>.



- [22] J. M. TABARES RODRIGUEZ, G. Rodriguez y J. A. A. MEDINA SAN JUAN,, «La Permacultura,» 2003. [En línea]. Available: <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788471146403/cultivo-moderno-del-tomate>.
- [23] M. F. Angos Mediavilla y H. A. Calvopiña Enriquez, «ESPE Diseño, construccion y simulacion de una maquina clasificadora de frutos por su tamaño,» Octubre 2013. [En línea]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7480/1/T-ESPE-047506.pdf>.
- [24] J. A. Galvis y A. Herrera, «El Tomate Manejo Postcosecha,» Julio 1995. [En línea]. Available: [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6543/tomate\\_manejo\\_postcosecha.pdf;jsessionid=BDDD1E607169A30ED1B3726A392C4FFE?sequence=1](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6543/tomate_manejo_postcosecha.pdf;jsessionid=BDDD1E607169A30ED1B3726A392C4FFE?sequence=1).
- [25] D. P. d. acero, «Eje AISI 1018 (Transmisión),» 2022. [En línea]. Available: <https://dipacmanta.com/producto/ejes/aisi-1018-transmision/eeje-aisi-1018-transmision/#:~:text=Es%20una%20barra%20de%20acero,n%C3%BAcleo%20no%20es%20muy%20importante..>
- [26] Bohman, «Acero 1018,» 2022. [En línea]. Available: <https://bohman.com.ec/>.
- [27] LAUFGANG, «Aceros inoxidables, Tratamiento termico de soldadura,» 07 Julio 2003. [En línea]. Available: <http://materias.fi.uba.ar/6750/ACEROS%20INOXIDABLES.pdf>.
- [28] A. S. C, «Soldadura de los Aceros Inoxidables,» 20 Enero 2017. [En línea]. Available: <http://docplayer.es/11383655-Soldadura-de-los-acerosInoxidables..>
- [29] S. Avner, «Introducción a la Metalurgia Física,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.libreriaingeniero.com/2020/08/introduccion-a-la-metalurgia-fisica-sydney-h-avner.html>.
- [30] D. O. Castro Macas y L. M. Tirira Suarez, «Diseño y construccion de una maquina despulpadora de frutas. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo,» 2014. [En línea].
- [31] A. S. C., «Soldadura de los Aceros Inoxidables,» 20 Enero 2017. [En línea]. Available: <http://docplayer.es/11383655-Soldadura-de-los-acerosInoxidables..>
- [32] Inducom, «Reductor y motoreductor lineal serie C,» [En línea]. Available: <https://inducom-ec.com/productos/motorreductor-lineal-bonfiglioli/>.
- [33] Ecuasierras, «Rodamientos y chumaceras,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.ecuasierras.com/chumacera-rodamiento>.

- [34] S. BI, «SOLIDWORKS,» 2018. [En línea]. Available: <https://solid-bi.es/solidworks/>.
- [35] SIEMENS, «LOGO! - lo pequeño es hermoso,» 2022. [En línea]. Available: <https://new.siemens.com/mx/es/productos/automatizacion/systems/industrial/plc/logo.html>.
- [36] Simotics, «El portafolio de motores,» 2019. [En línea]. Available: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:782b04d0-82f4-488a-936b-514cd8bb5d5f/version:1580149154/arteimpresioncatalogosimotics.pdf>.
- [37] DIPAC, «Productos de acero,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.dipacmanta.com/Catalogos-descargas/catalogo-2020.pdf>.
- [38] C. Noll y C. Lipson, «Metals Engineering Desing ASME,» [En línea].

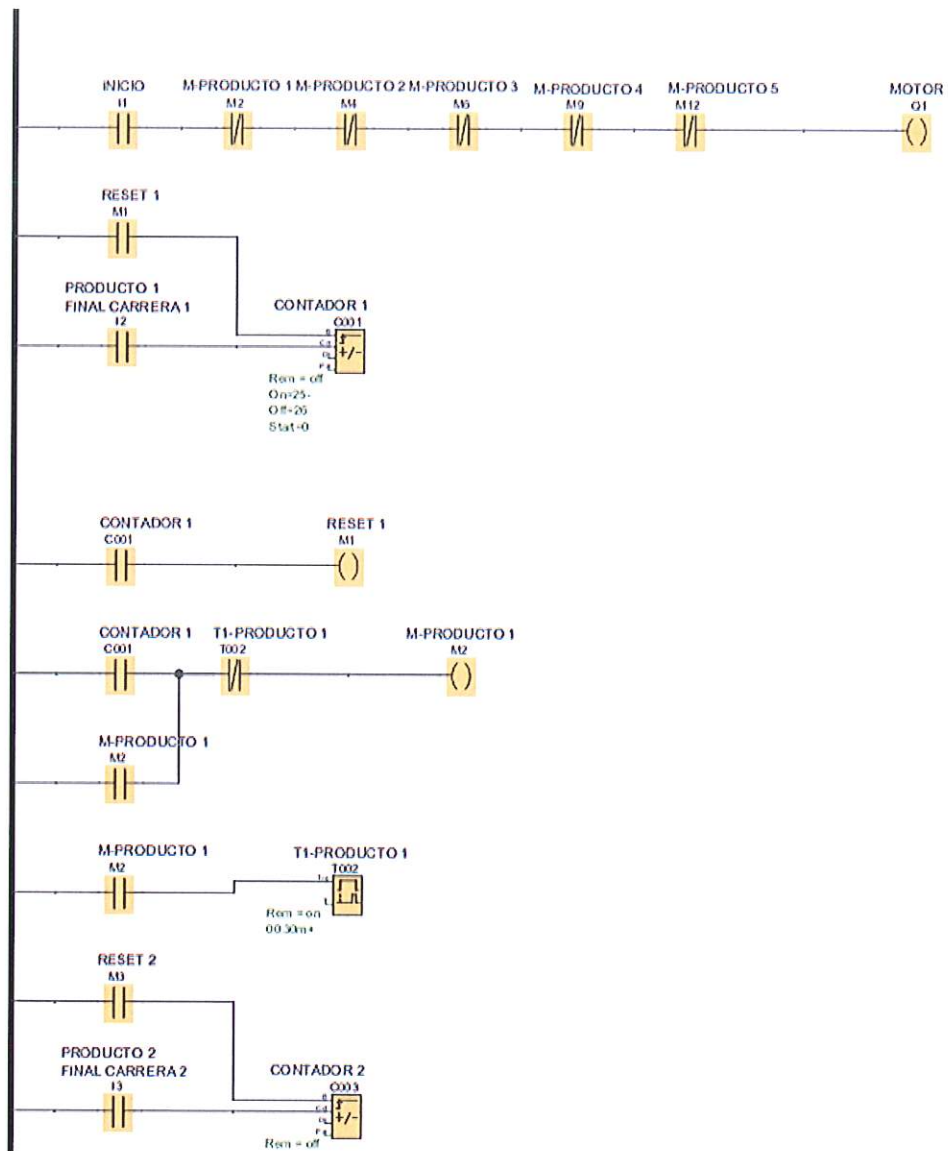
# ANEXOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
 CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

ANEXO I

Programación del LOGO

1/4

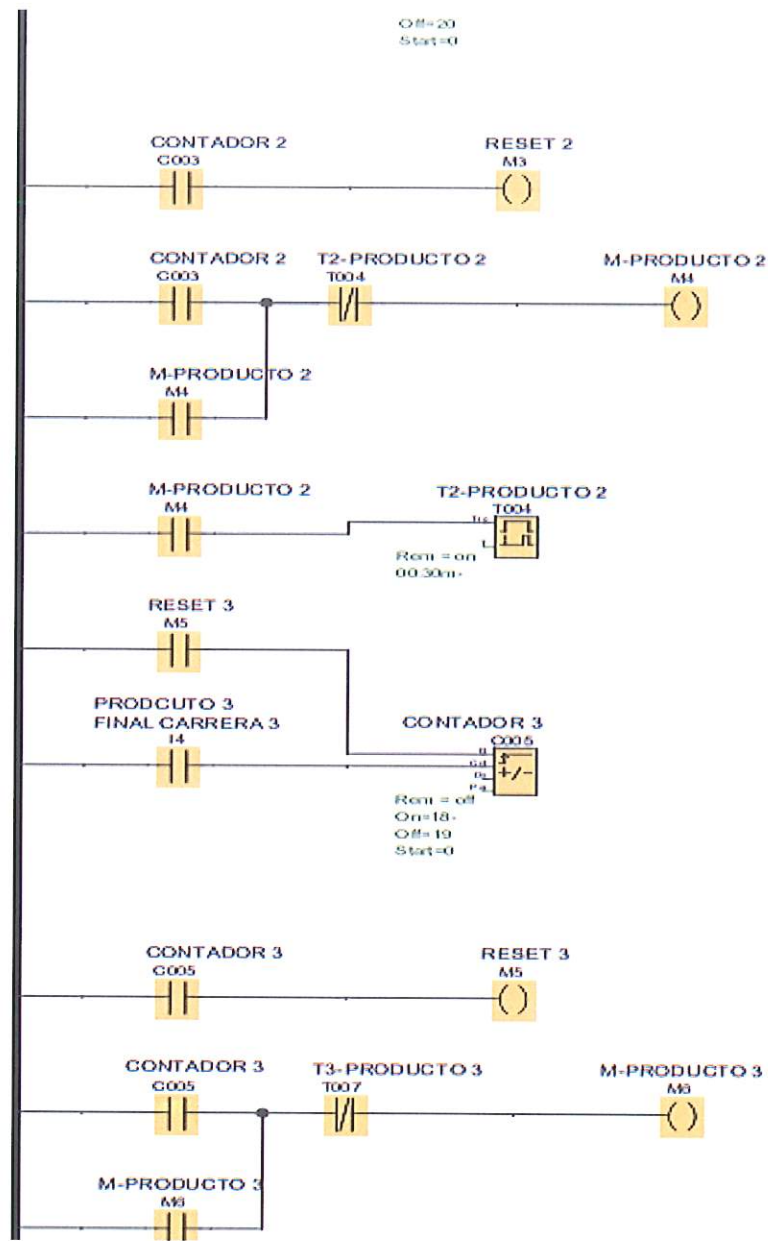


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

ANEXO I	Programación del LOGO	2/4
---------	-----------------------	-----

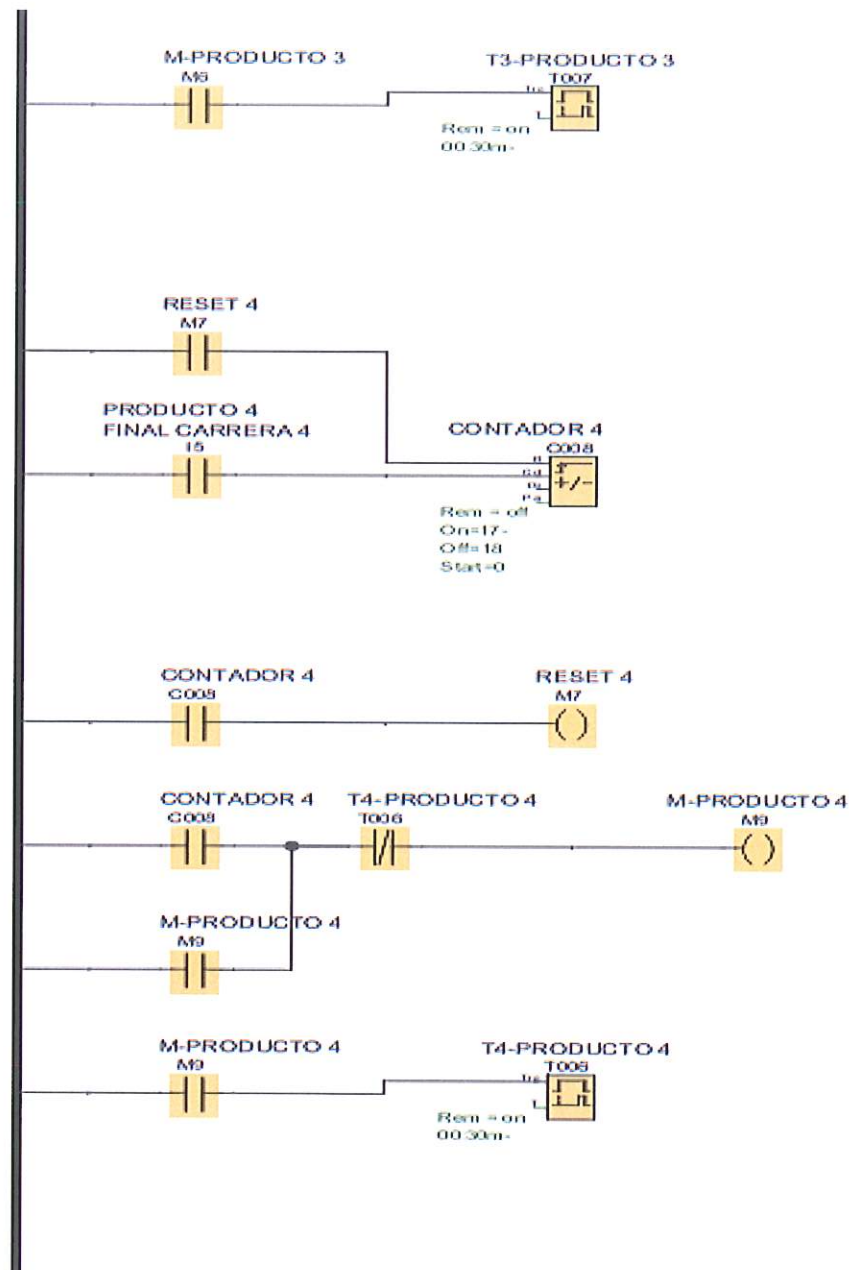


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

ANEXO I	Programación del LOGO	3/4
---------	-----------------------	-----



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

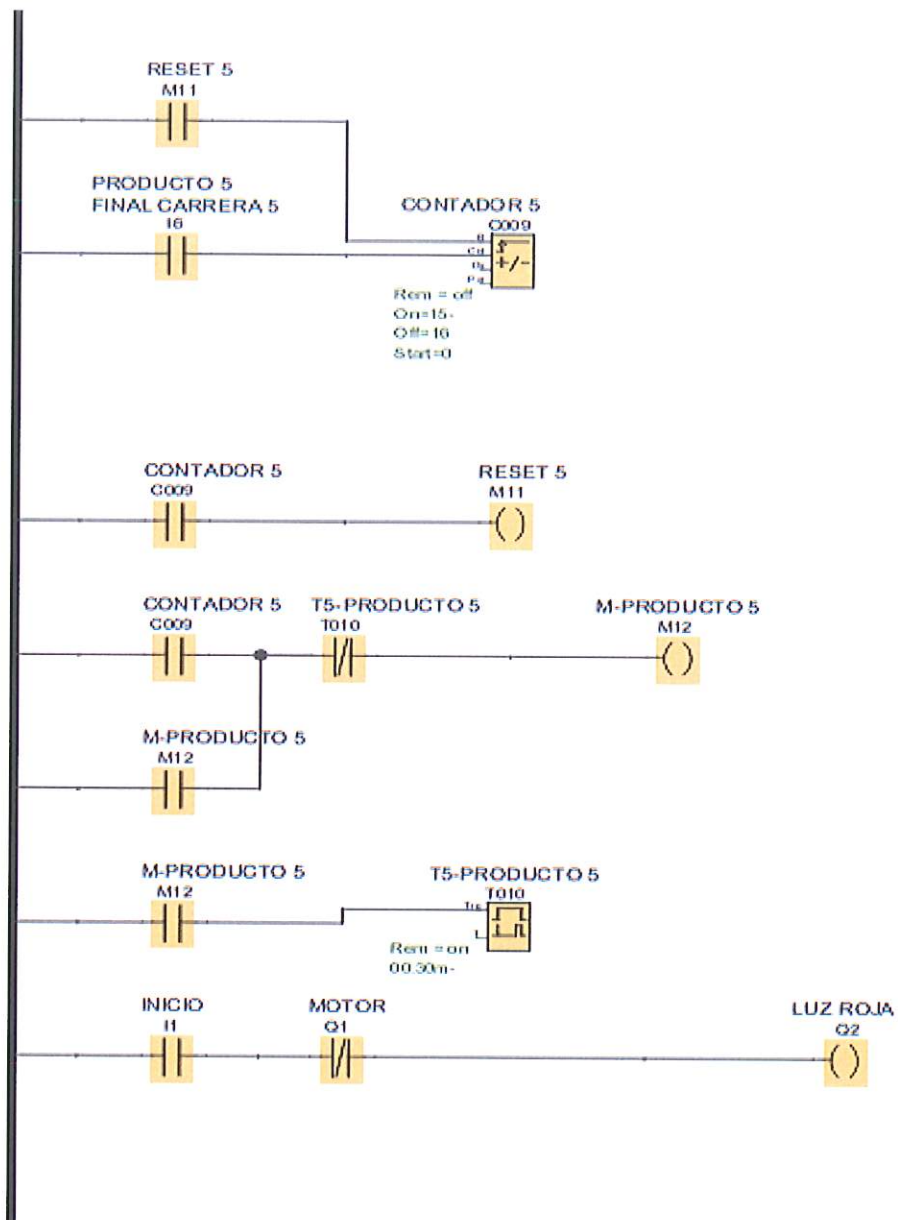
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

ANEXO I

Programación del LOGO

4/4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

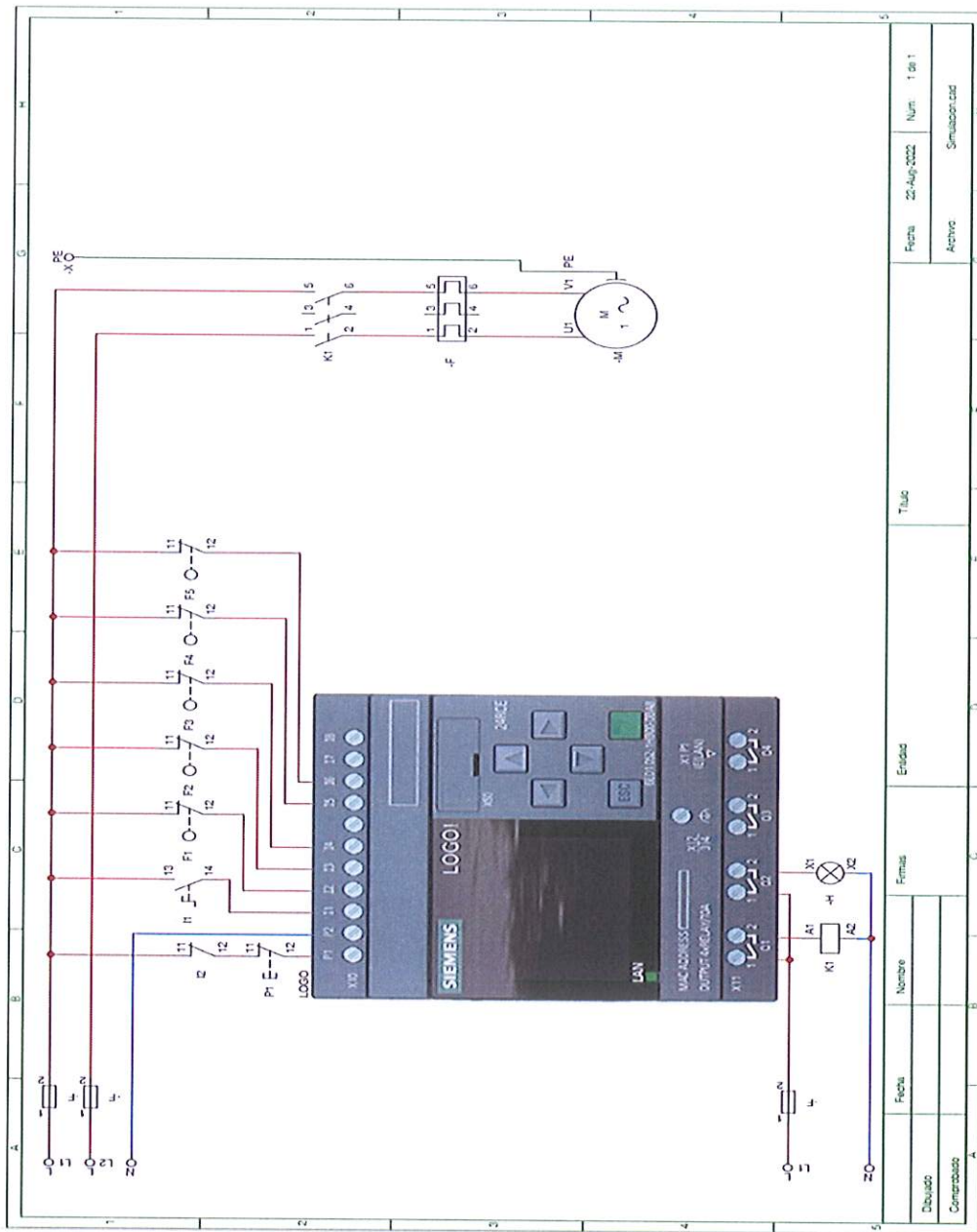
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

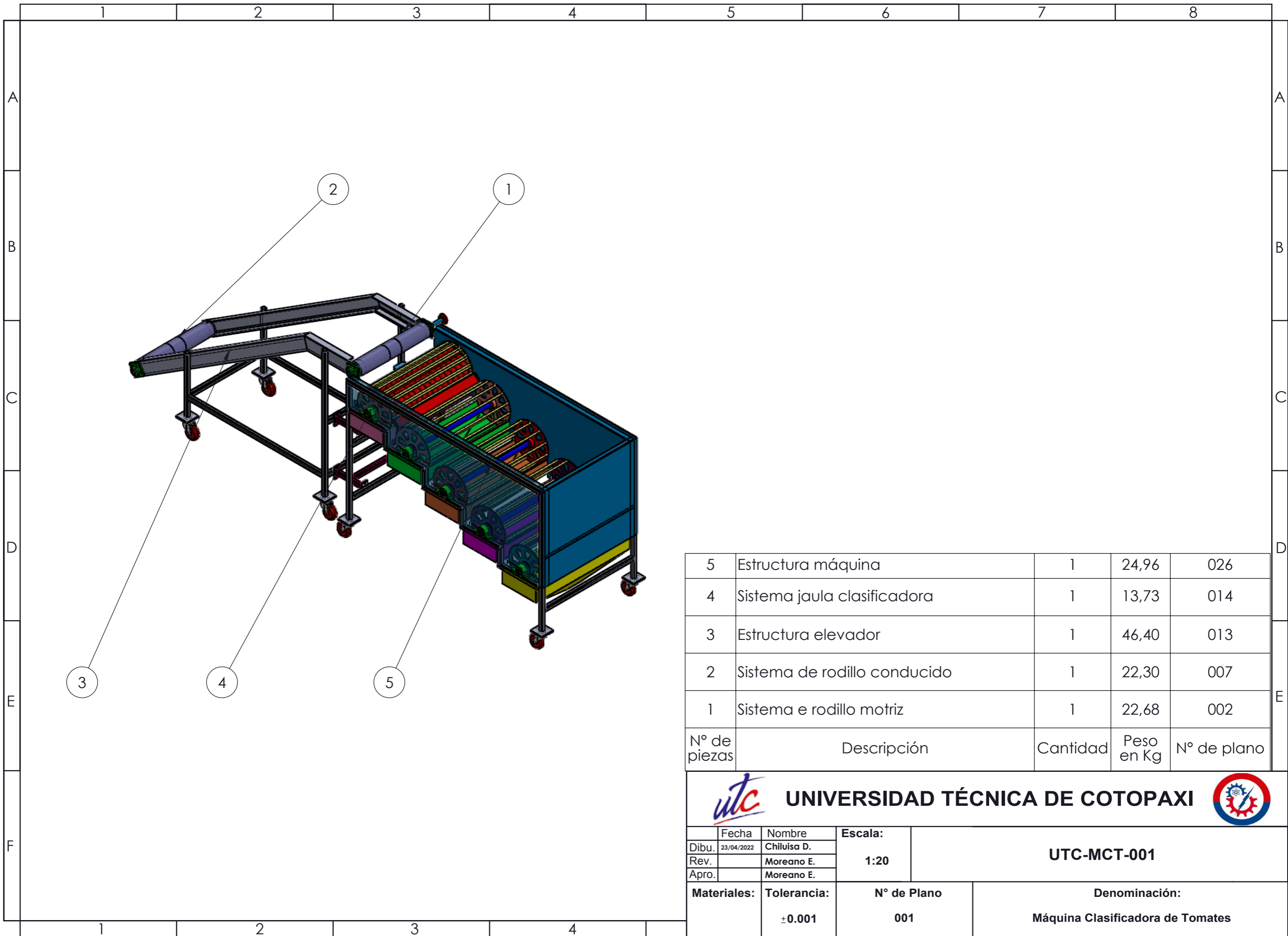
ANEXO 2

Planos eléctricos

1/1








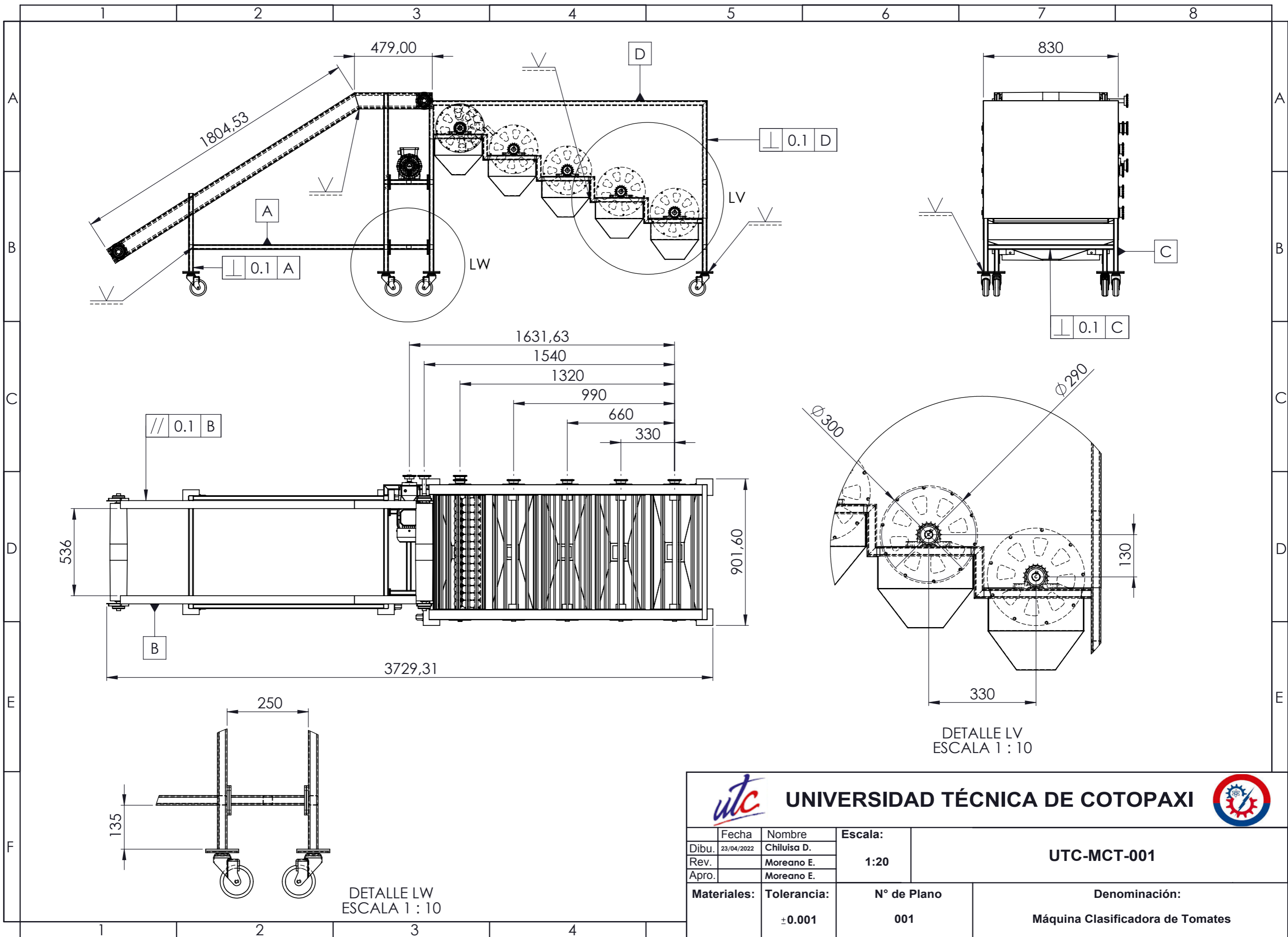
5	Estructura máquina	1	24,96	026
4	Sistema jaula clasificadora	1	13,73	014
3	Estructura elevador	1	46,40	013
2	Sistema de rodillo conducido	1	22,30	007
1	Sistema e rodillo motriz	1	22,68	002
Nº de piezas	Descripción	Cantidad	Peso en Kg	Nº de plano



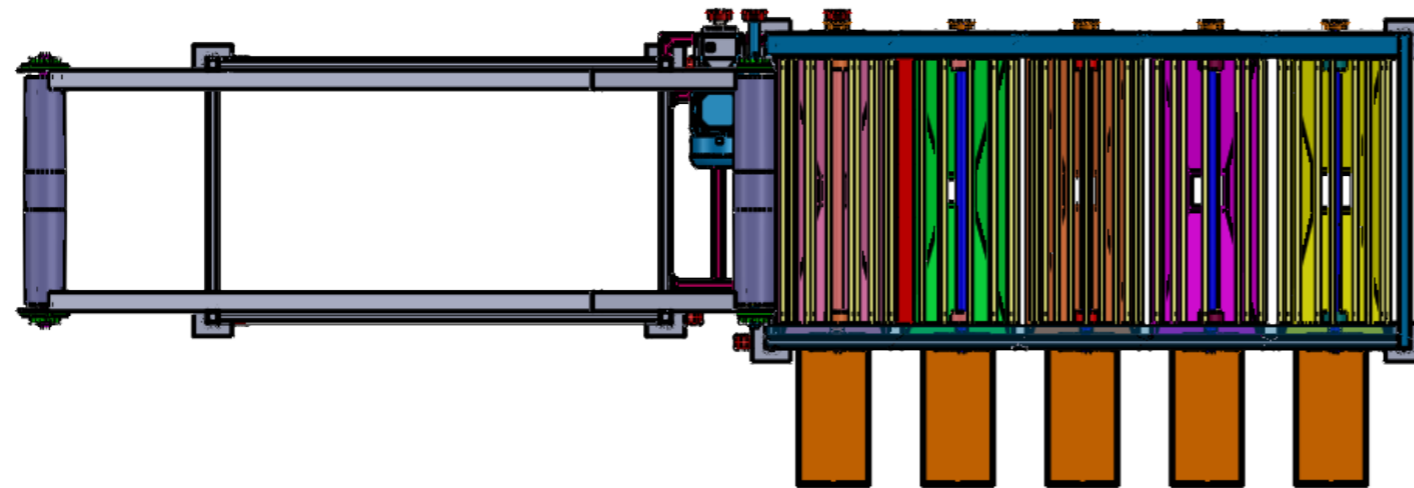
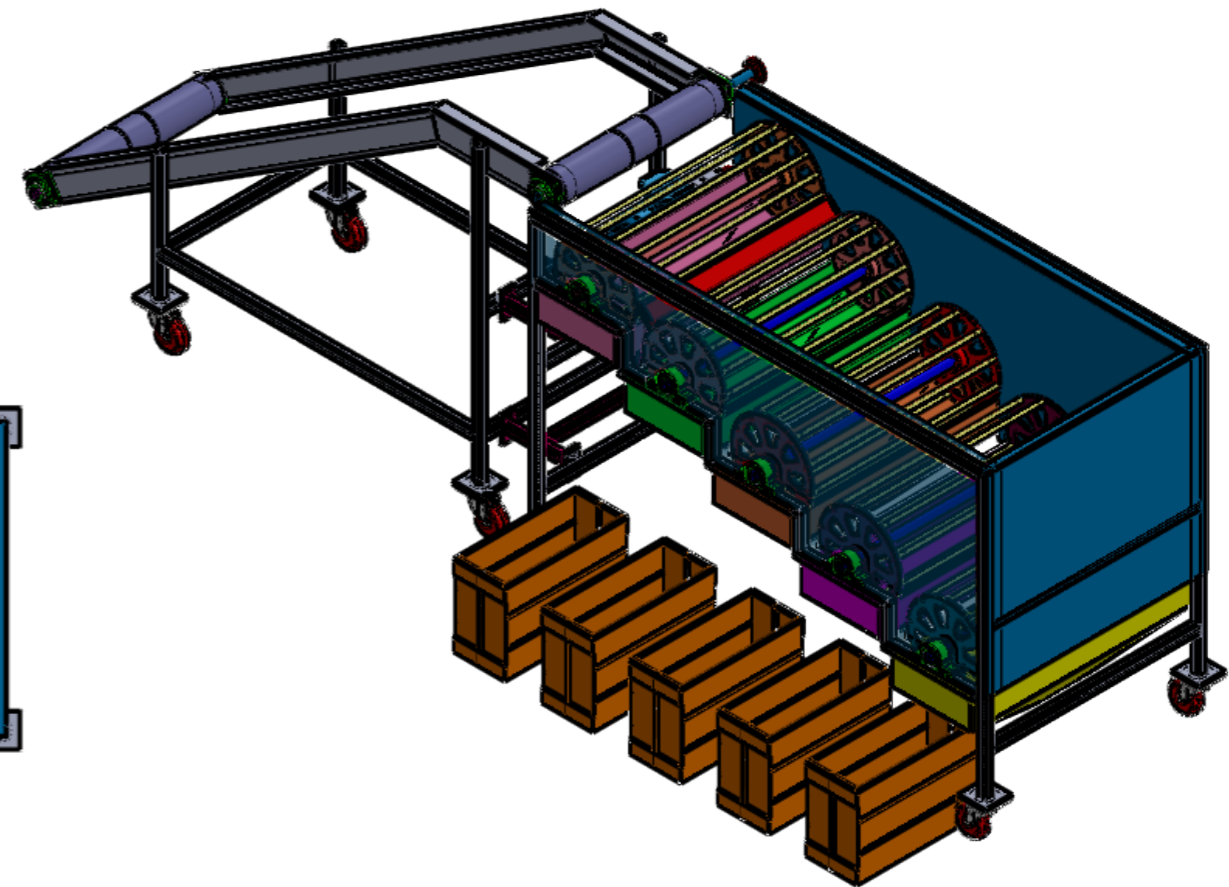
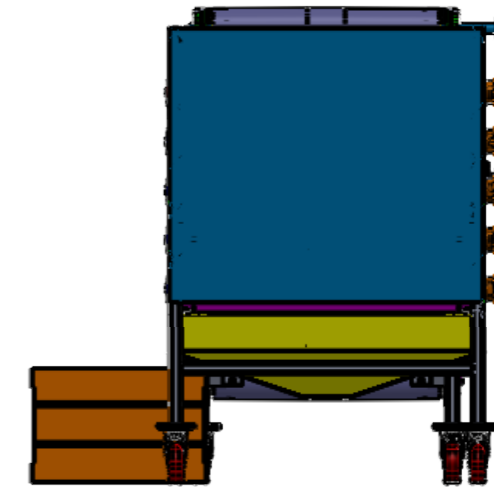
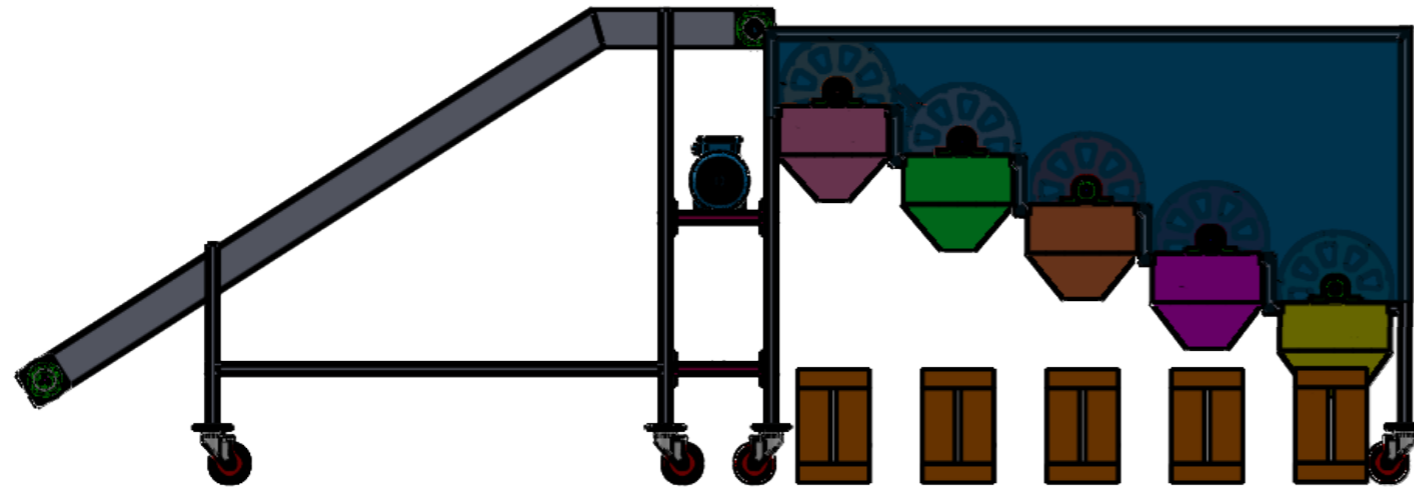
## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Fecha	Nombre	<b>Escala:</b> 1:20	<b>UTC-MCT-001</b>
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.		
Rev.	Moreano E.		
Apro.	Moreano E.		
<b>Materiales:</b>	<b>Tolerancia:</b> ±0.001	<b>Nº de Plano</b> 001	<b>Denominación:</b> Máquina Clasificadora de Tomates



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		
Fecha	Nombre	Escala:	<b>UTC-MCT-001</b>	
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.	1:20		
Rev.	Moreano E.			
Apro.	Moreano E.			
<b>Materiales:</b>	<b>Tolerancia:</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Denominación:</b>	
	$\pm 0.001$	001	<b>Máquina Clasificadora de Tomates</b>	

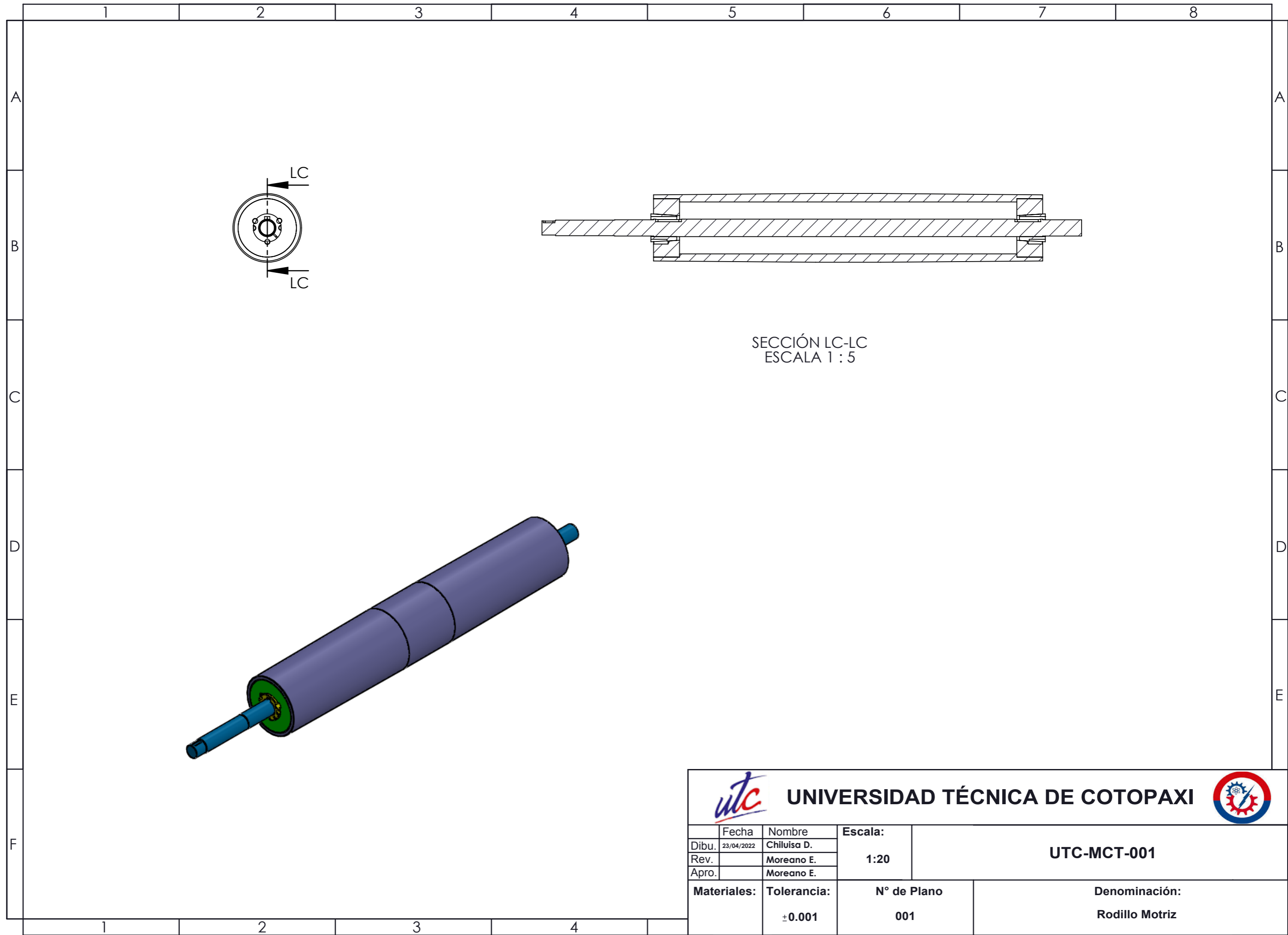


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



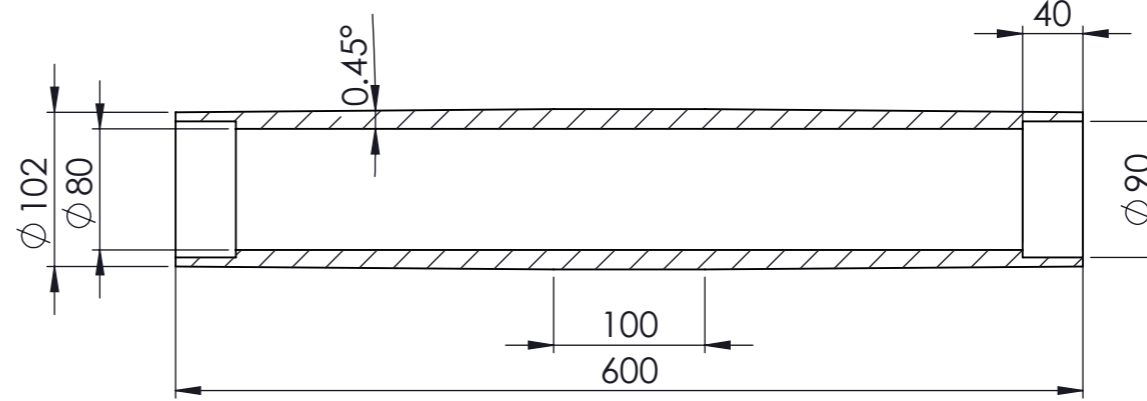
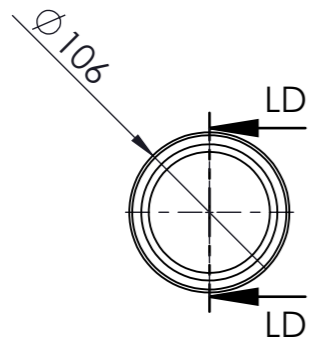
Dibu.	23/04/2022	Nombre	Chiluisa D.	Escala:	1:20	N° de Plano	001	Denominación:	Máquina Clasificadora de Tomates
Rev.		Nombre	Moreano E.						
Apro.		Nombre	Moreano E.						
Materiales:		Tolerancia:							
		±0.001							

UTC-MCT-001

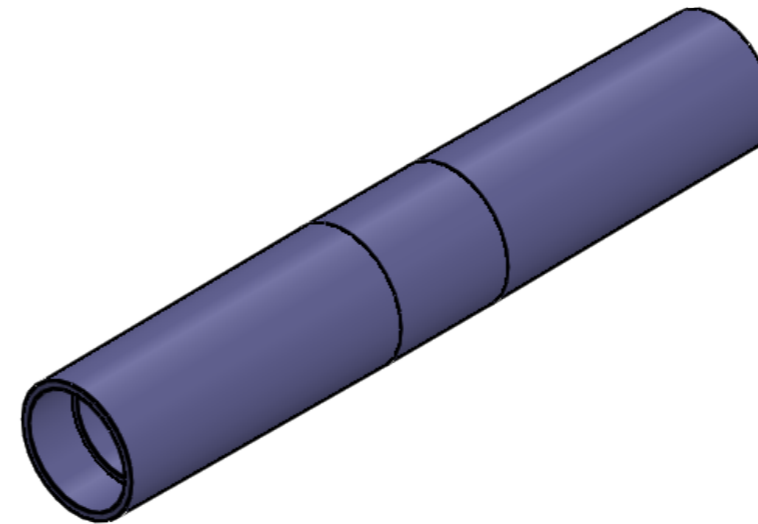


SECCIÓN LC-LC  
ESCALA 1 : 5

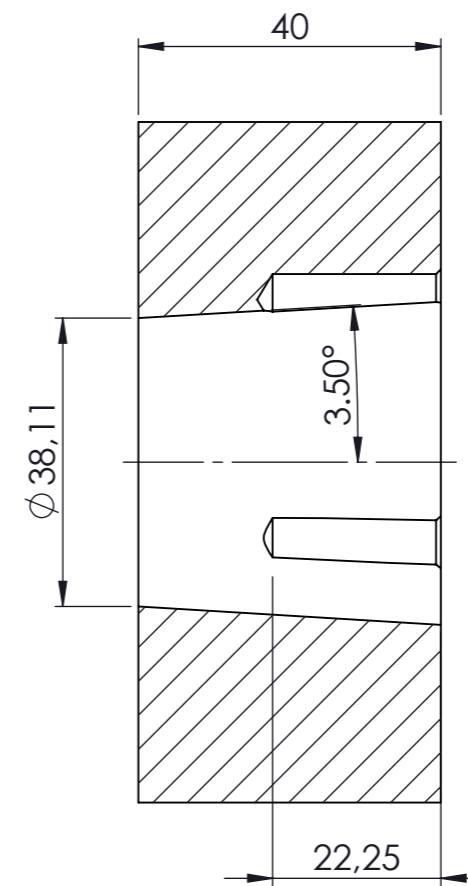
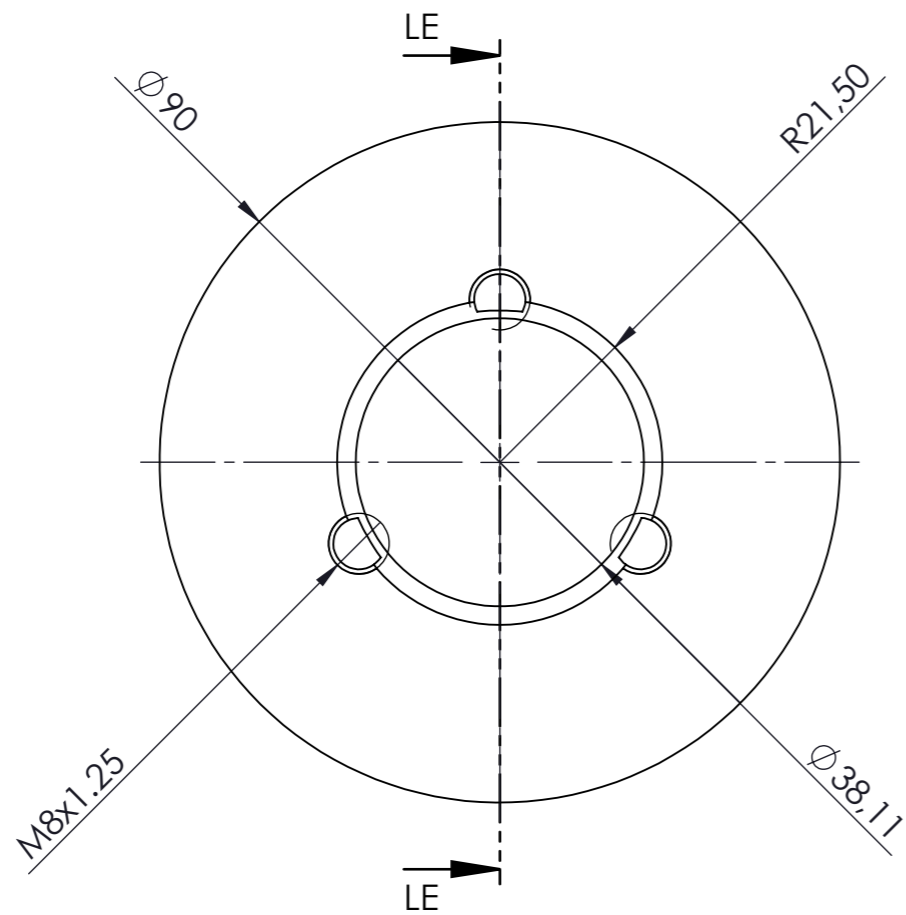
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		
Fecha	Nombre	Escala:	<b>UTC-MCT-001</b>	
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.			
Rev.	Moreano E.			
Apro.	Moreano E.	1:20		
<b>Materiales:</b>	<b>Tolerancia:</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Denominación:</b>	
	±0.001	001	Rodillo Motriz	



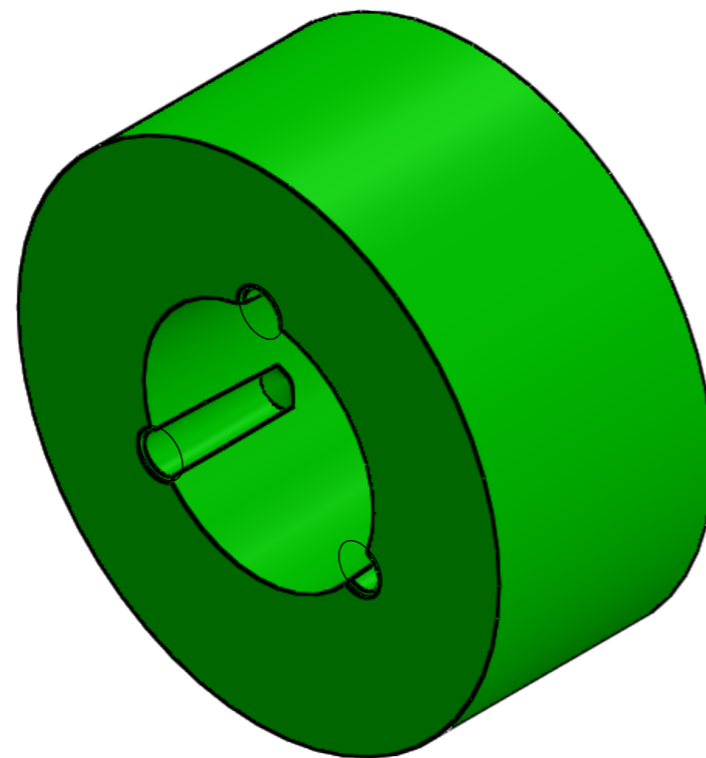
SECCIÓN LD-LD  
ESCALA 1 : 5



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>			
Fecha	Nombre	Escala:	UTC-MCT-001		
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.				
Rev.	Moreano E.				
Apro.	Moreano E.	1:20			
Materiales:	Tolerancia:	N° de Plano	Denominación:		
ASTM A36	±0.001	001	Rodillo Motriz Banda		

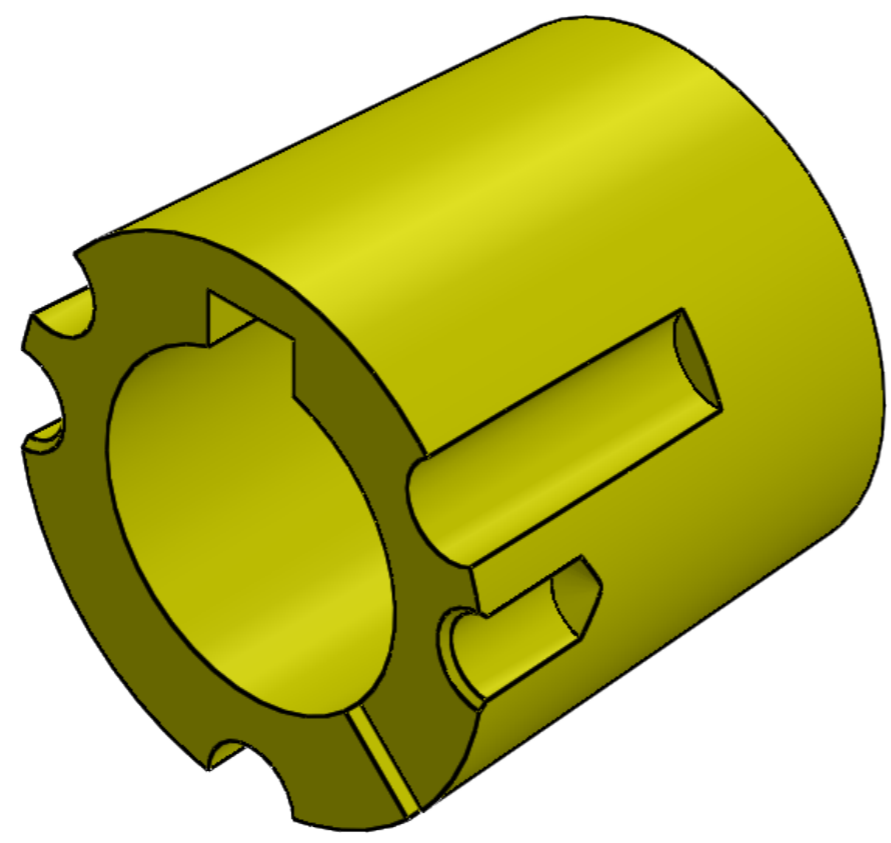
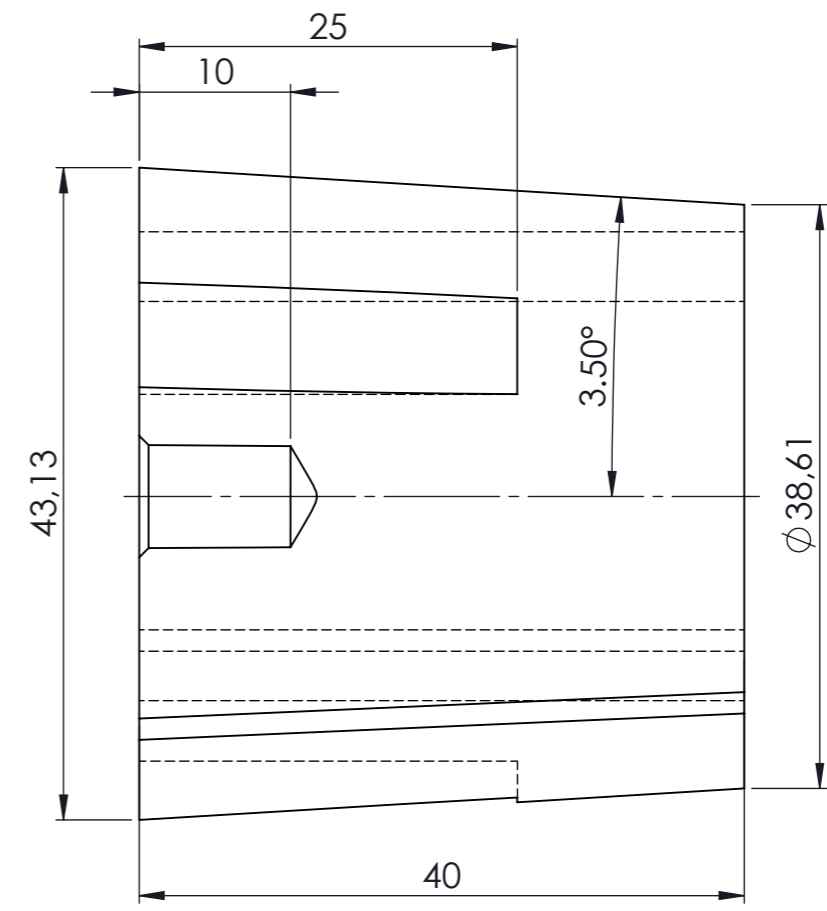
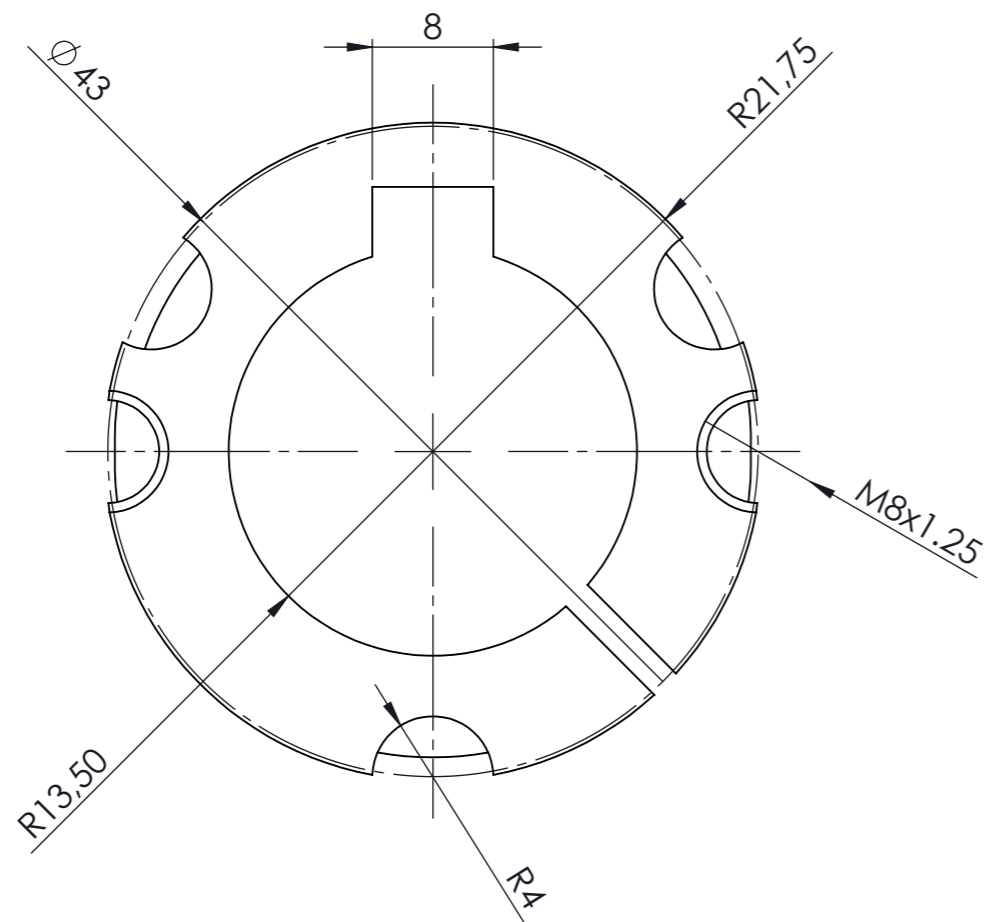


SECCIÓN LE-LE




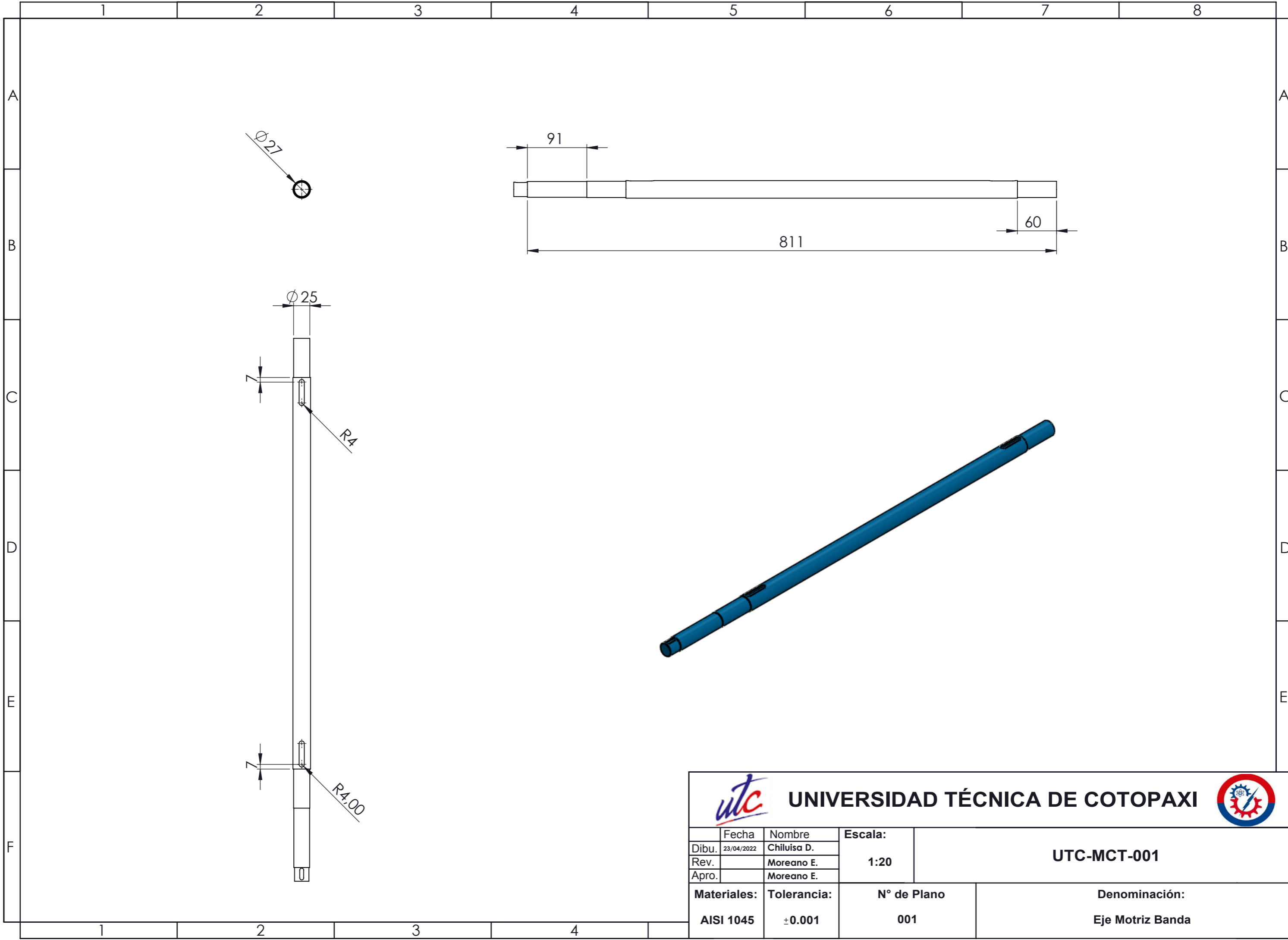
CANTIDAD: 2



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> 			
				Fecha	Nombre
Dibu.	23/04/2022	Chiluisa D.	Escala:	UTC-MCT-001	
Rev.		Moreano E.			1:20
Apro.		Moreano E.			
Materiales:	Tolerancia:	N° de Plano	Denominación:		
AISI 1045	$\pm 0.001$	001	Cono Interno		



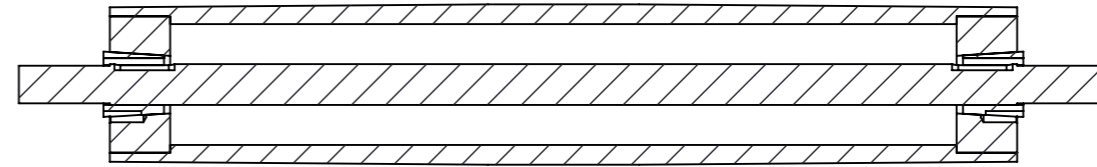
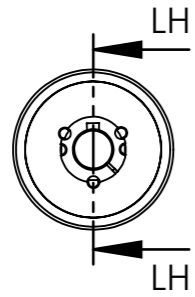
CANTIDAD: 2

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>			
Fecha	Nombre	Escala:	<b>UTC-MCT-001</b>		
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.				
Rev.	Moreano E.				
Apro.	Moreano E.	1:20			
<b>Materiales:</b>	<b>Tolerancia:</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Denominación:</b>		
AISI 1045	±0.001	001	Cono Perdido		

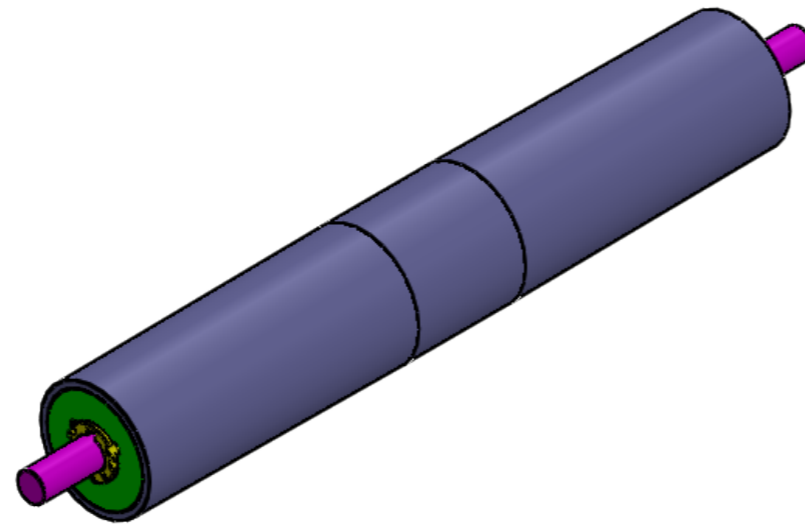


		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>			
Fecha	Nombre	Escala:	<b>UTC-MCT-001</b>		
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.				
Rev.	Moreano E.				
Apro.	Moreano E.	1:20			
<b>Materiales:</b>	<b>Tolerancia:</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Denominación:</b>		
AISI 1045	$\pm 0.001$	001	Eje Motriz Banda		

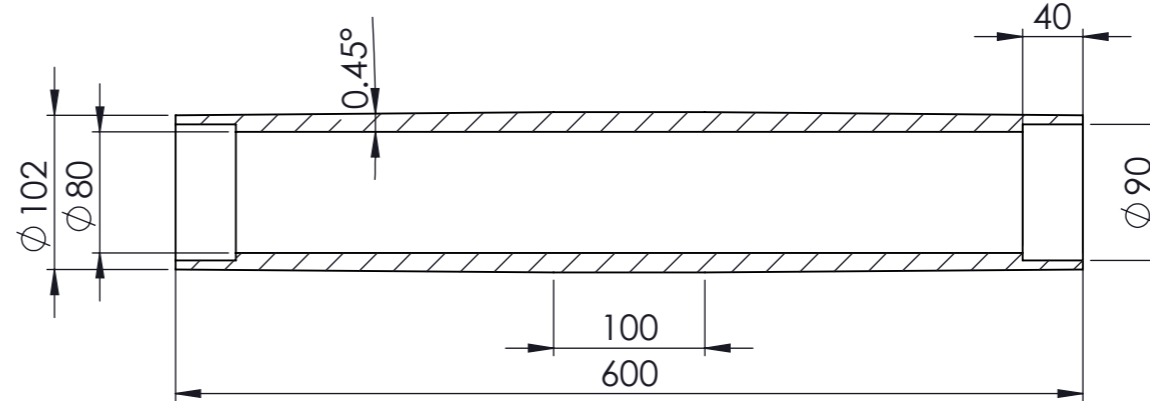
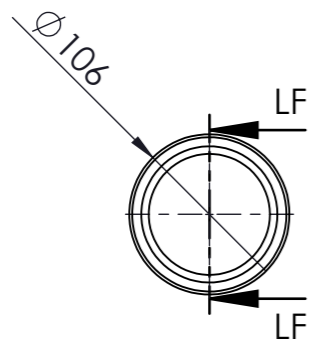




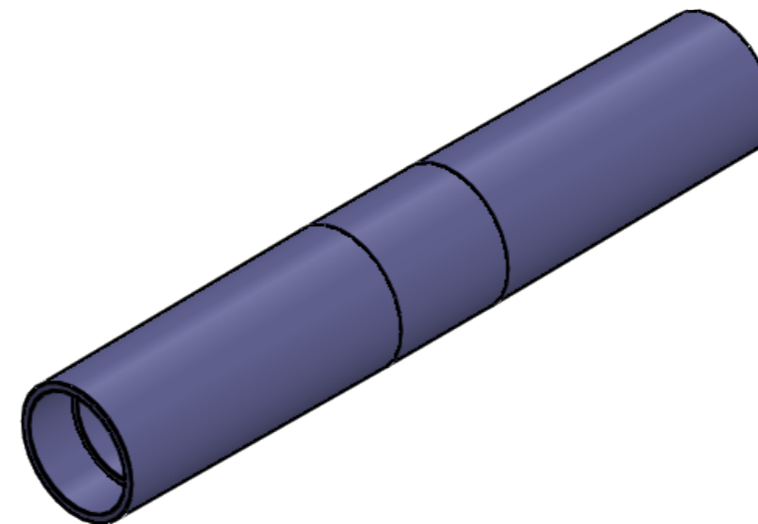
SECCIÓN LH-LH  
ESCALA 1 : 5



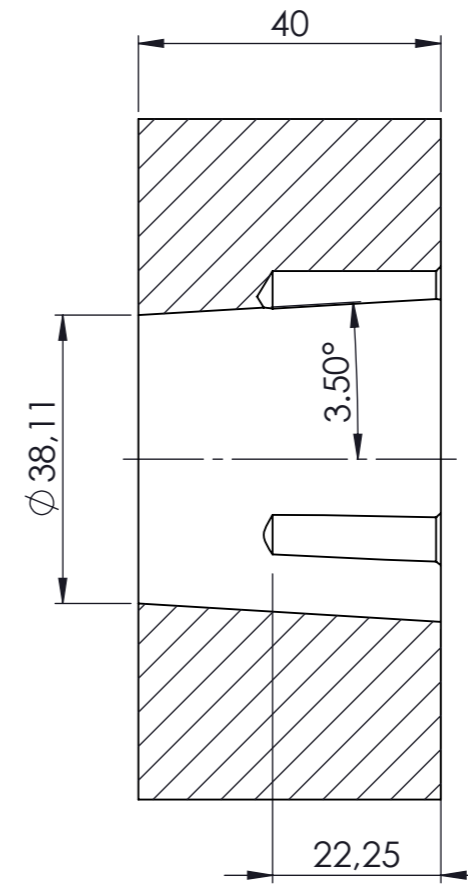
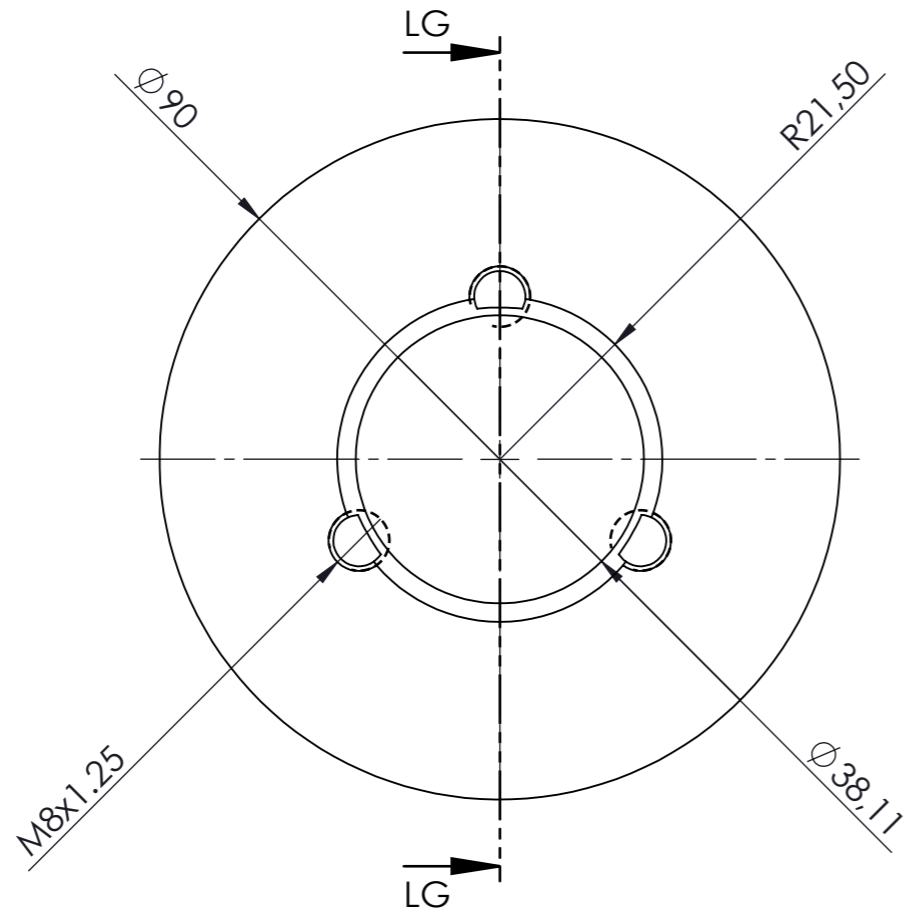
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		
Fecha	Nombre	Escala:	<b>UTC-MCT-001</b>	
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.			
Rev.	Moreano E.			
Apro.	Moreano E.	1:20		
Materiales:	Tolerancia:	N° de Plano	Denominación:	
	±0.001	001	Rodillo Conducido	



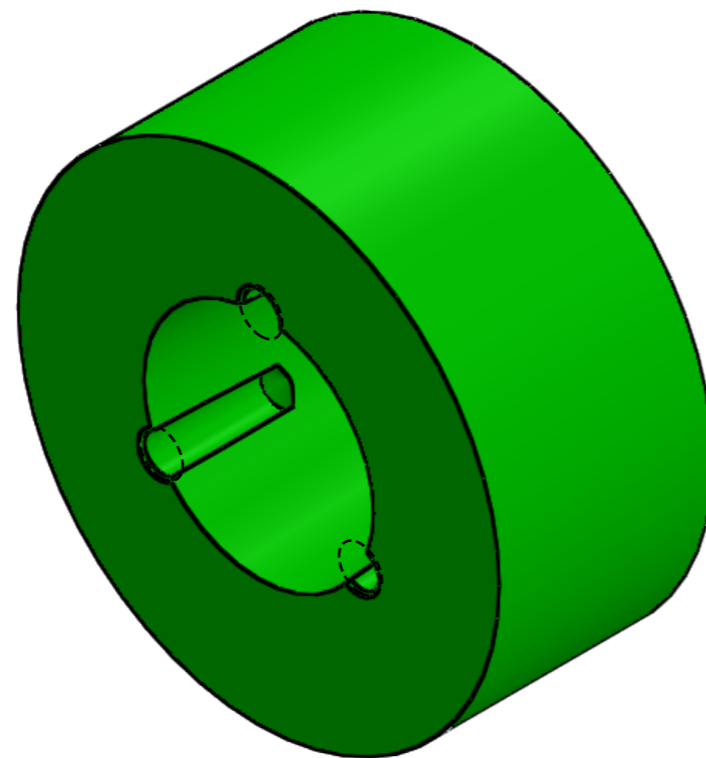
SECCIÓN LF-LF  
ESCALA 1 : 5



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> 		<b>UTC-MCT-001</b>	
Dibu.	23/04/2022	Chiluisa D.	<b>1:20</b>		
Rev.		Moreano E.			
Apro.		Moreano E.	<b>N° de Plano</b> <b>001</b>		
<b>Materiales:</b> <b>ASTM A36</b>		<b>Tolerancia:</b> <b><math>\pm 0.001</math></b>			



SECCIÓN LG-LG



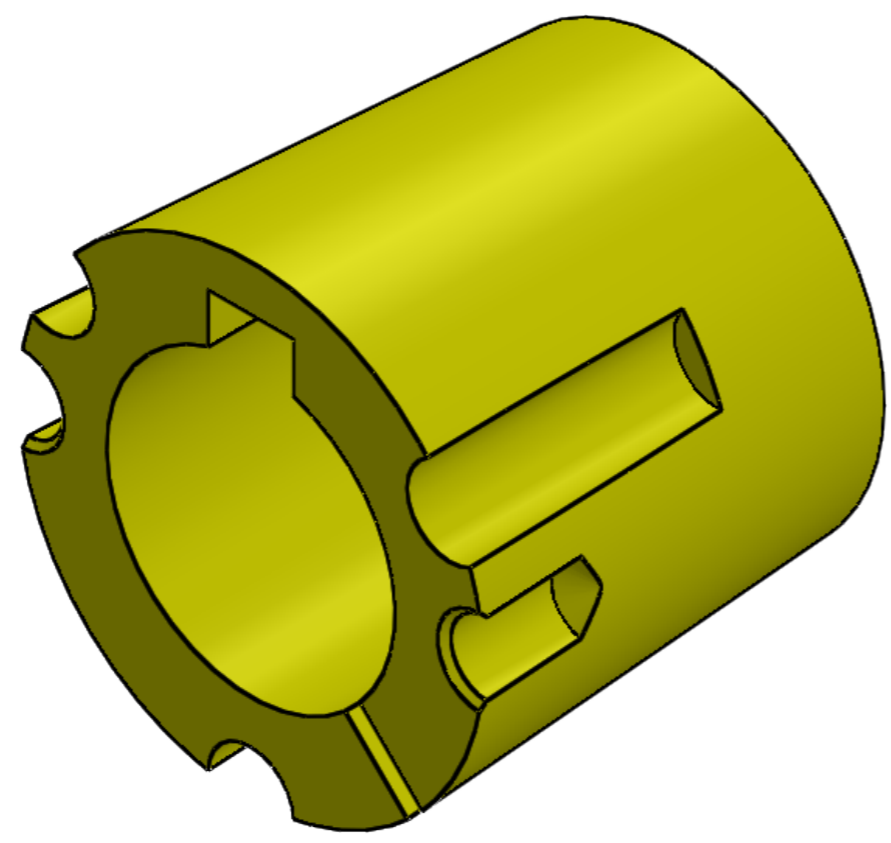
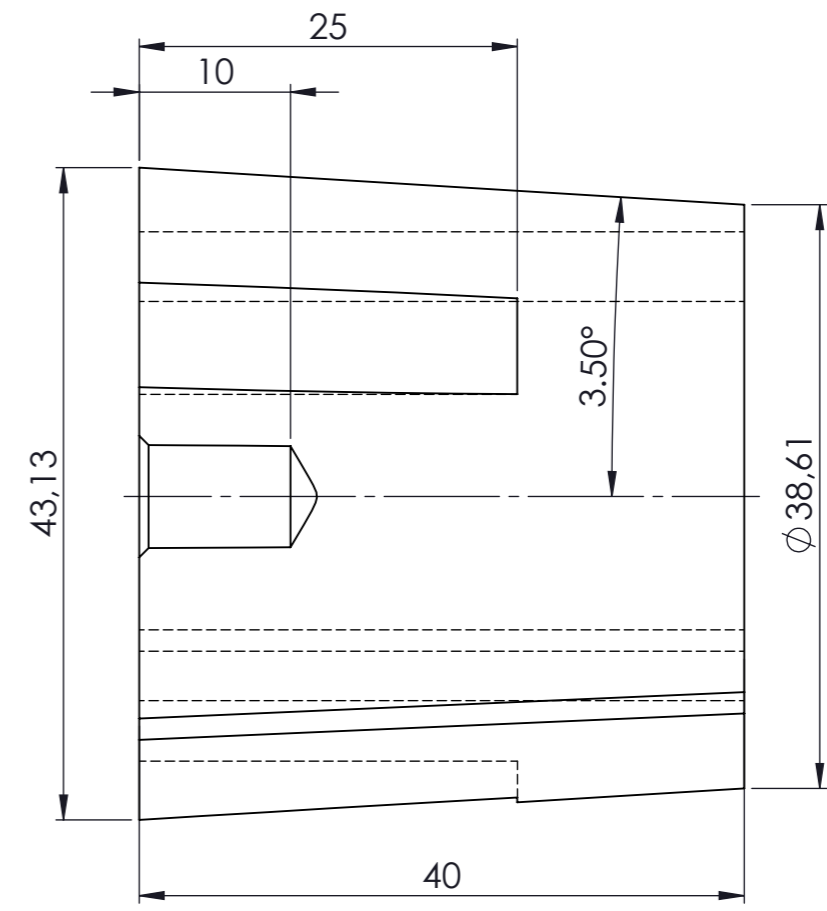
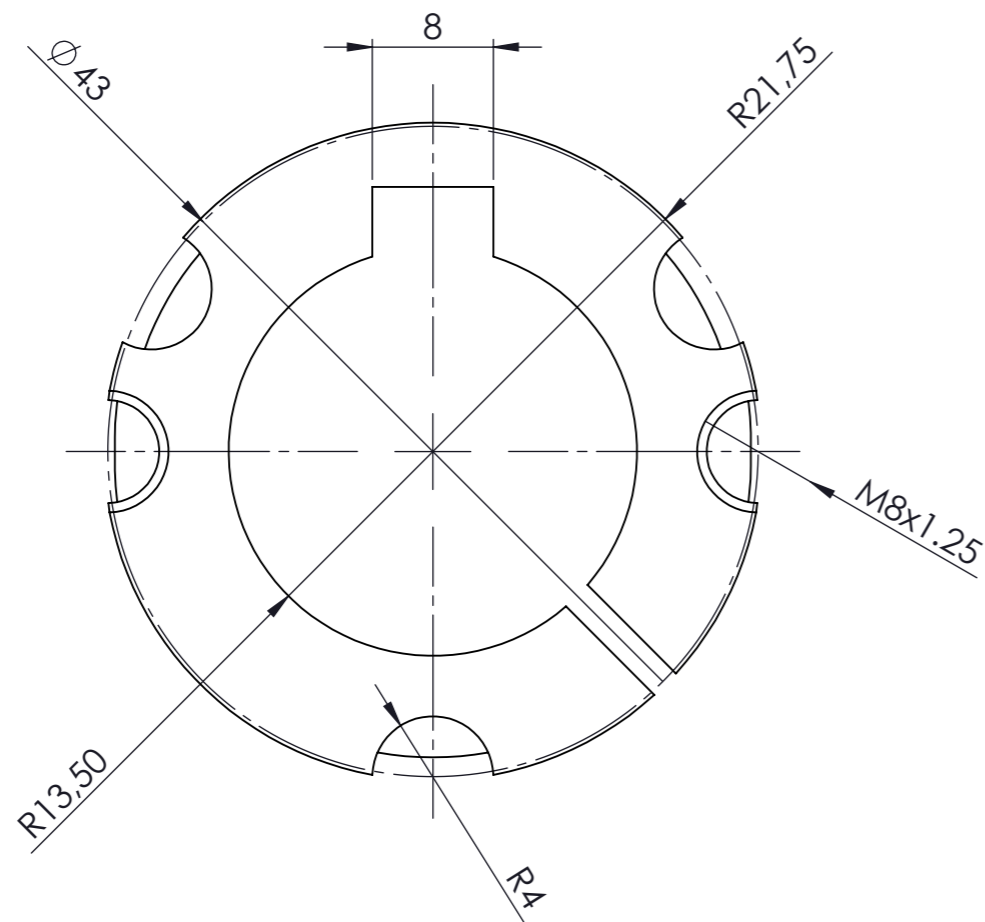
CANTIDAD: 2




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

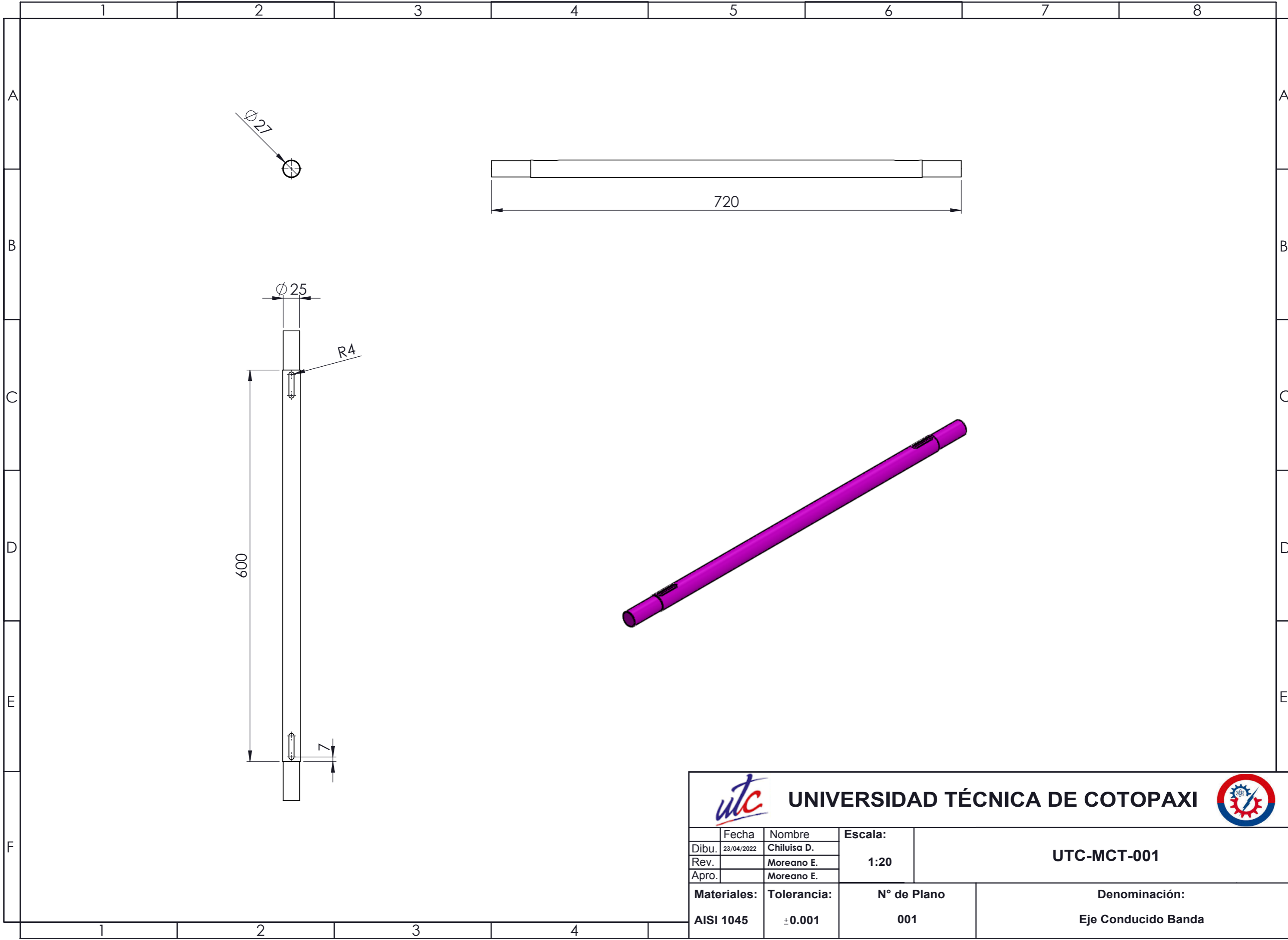




Fecha	Nombre	Escala:	UTC-MCT-001
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.	1:20	
Rev.	Moreano E.		
Apro.	Moreano E.	N° de Plano	Denominación:
Materiales:	Tolerancia:	001	Cono Interno
AISI 1045	±0.001		

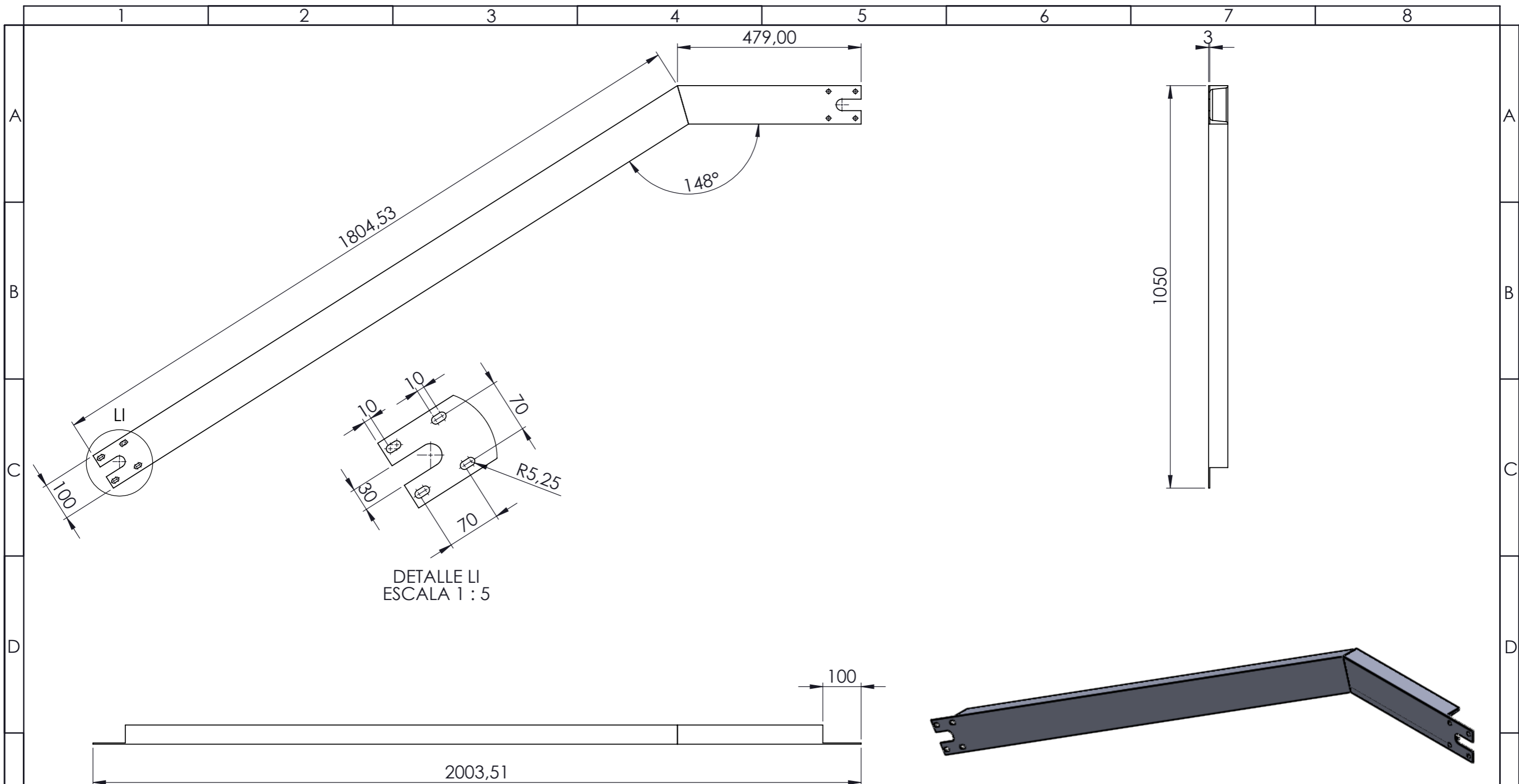


CANTIDAD: 2

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>			
Fecha	Nombre	Escala:	UTC-MCT-001		
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.				
Rev.	Moreano E.				
Apro.	Moreano E.	1:20			
<b>Materiales:</b>	<b>Tolerancia:</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Denominación:</b>		
AISI 1045	±0.001	001	Cono Perdido		

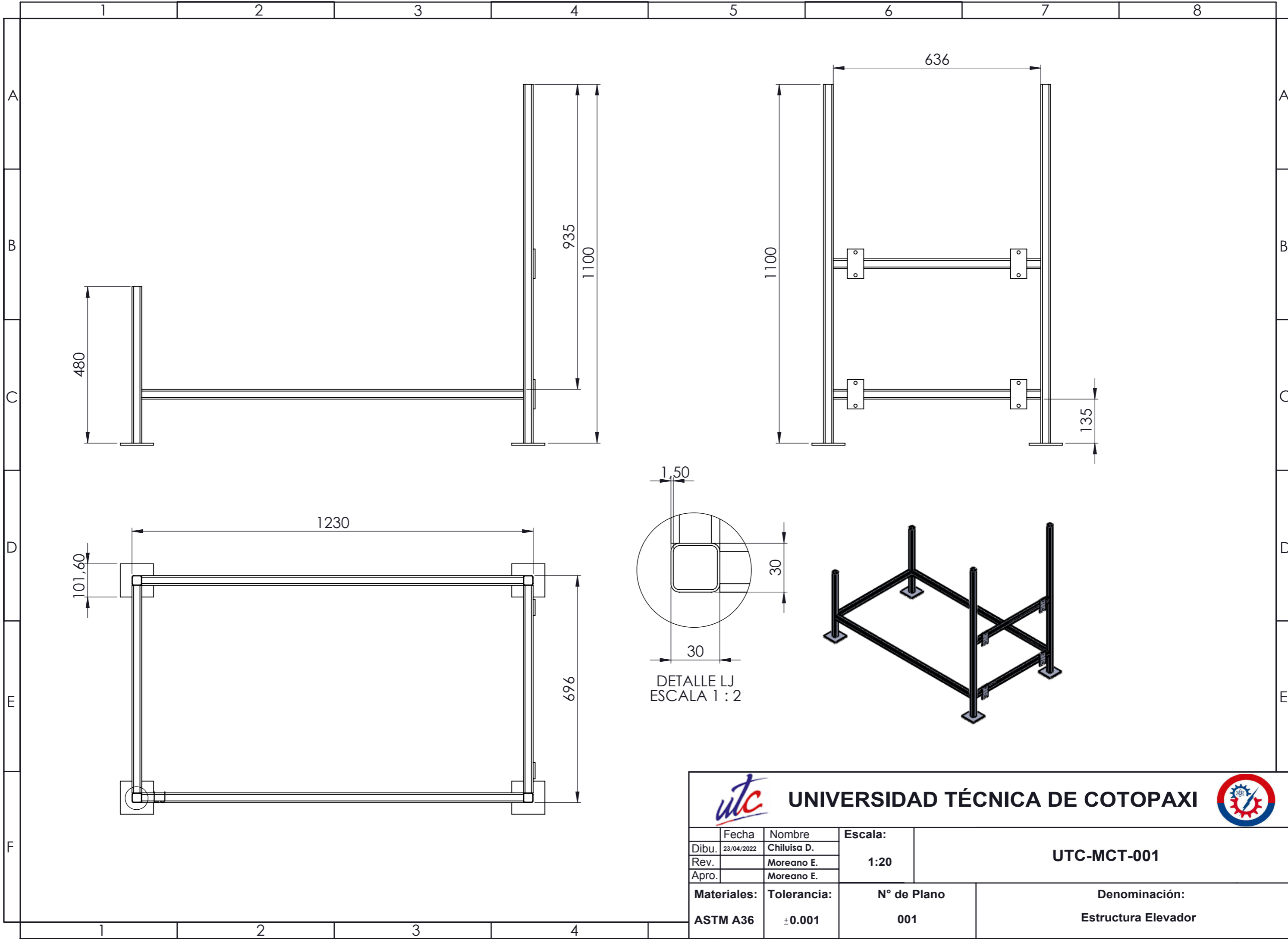



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		
Fecha	Nombre	Escala:	<b>UTC-MCT-001</b>	
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.			
Rev.	Moreano E.			
Apro.	Moreano E.	1:20		
<b>Materiales:</b>	<b>Tolerancia:</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Denominación:</b>	
<b>AISI 1045</b>	<b>±0.001</b>	<b>001</b>	<b>Eje Conducido Banda</b>	

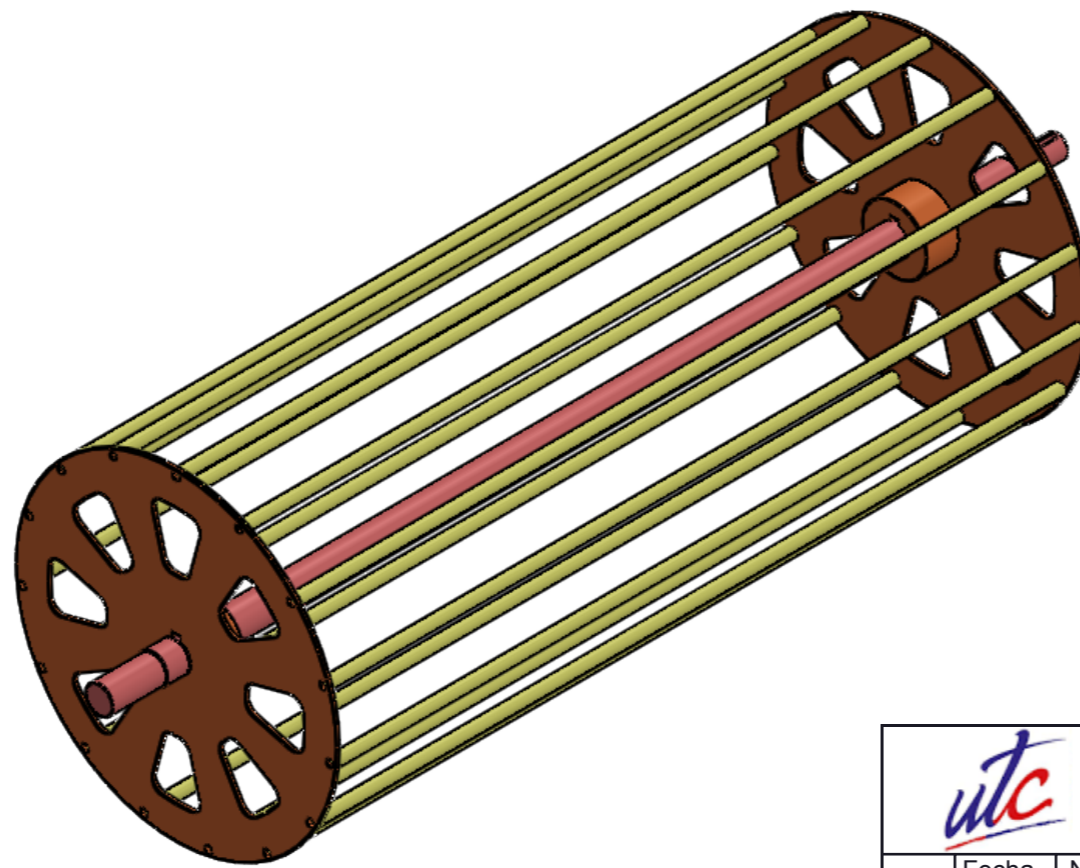
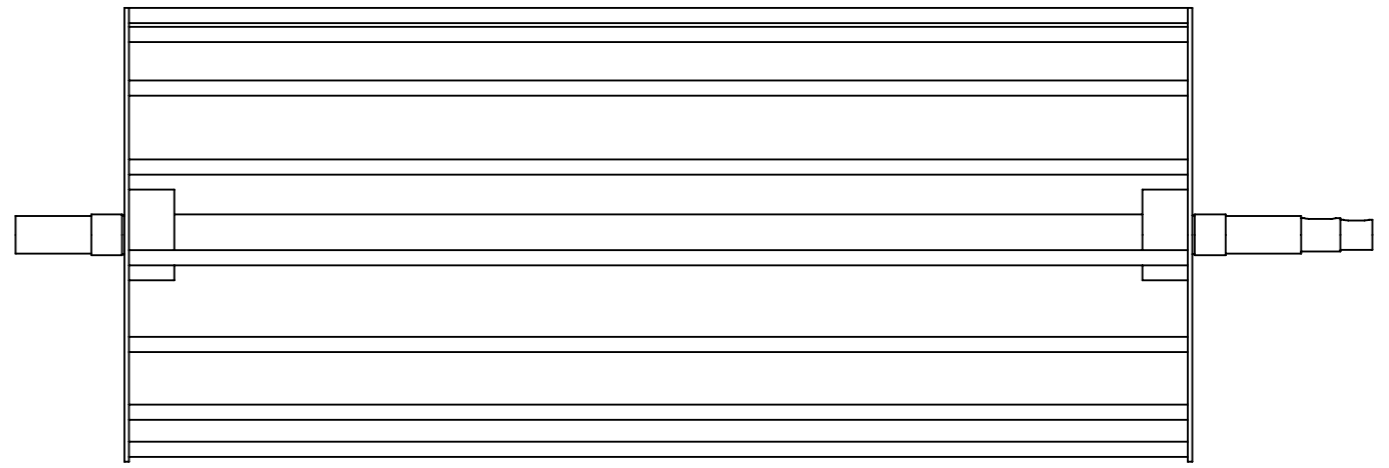
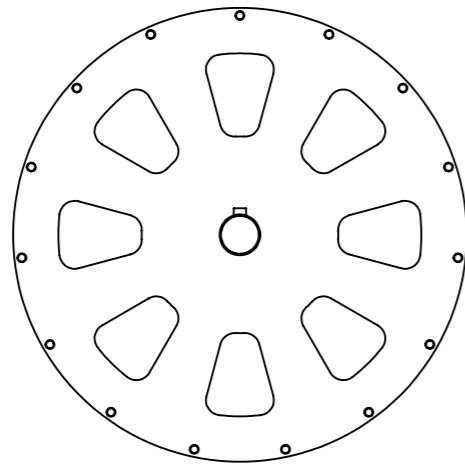


CANTIDAD: IZQUIERDA Y DERECHA

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> 	
<b>Materiales:</b> ASTM A36	<b>Tolerancia:</b> ±0.001	<b>N° de Plano</b> 001	<b>Denominación:</b> Estructura Lado Derecho



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> 		
				<b>UTC-MCT-001</b>
Fecha	Nombre	Escala:	N° de Plano	
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.			1:20
Rev.	Moreano E.			
Apro.	Moreano E.	Denominación:		
Materiales:	Tolerancia:	Estructura Elevador		
ASTM A36	±0.001	001		

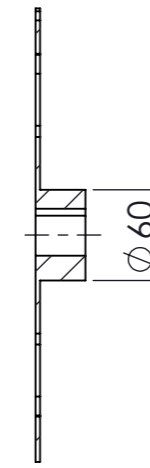
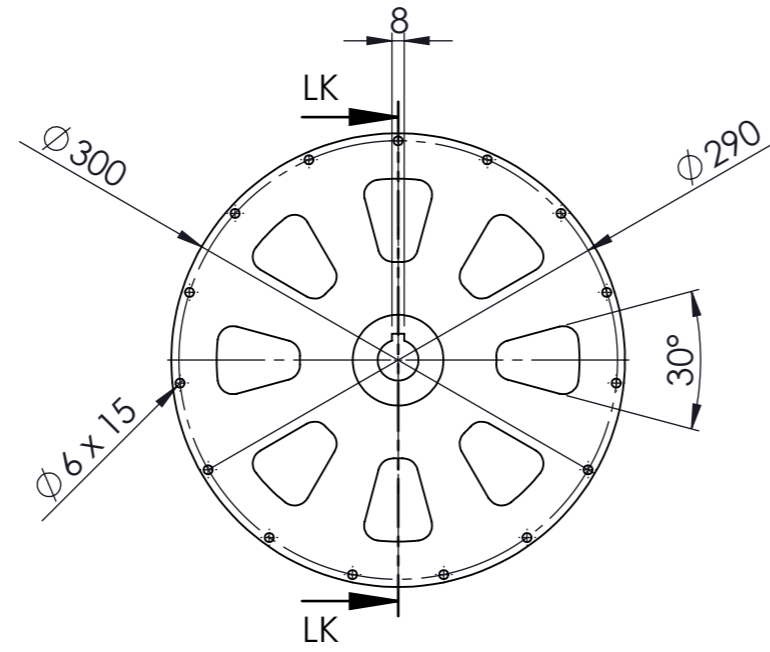


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

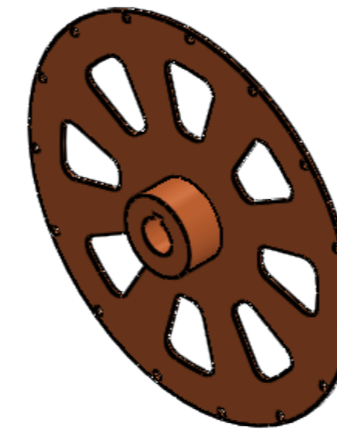
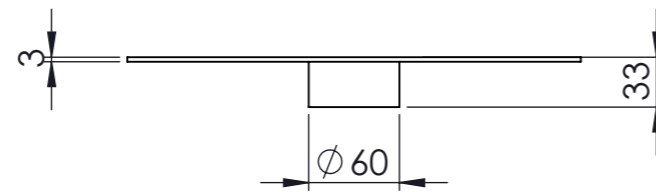


Dibu.	23/04/2022	Nombre	Chiluisa D.	Escala:	UTC-MCT-001
Rev.		Nombre	Moreano E.		
Apro.		Nombre	Moreano E.		
Materiales:		Tolerancia:	N° de Plano	Denominación:	
		±0.001	001	Jaula Clasificadora	





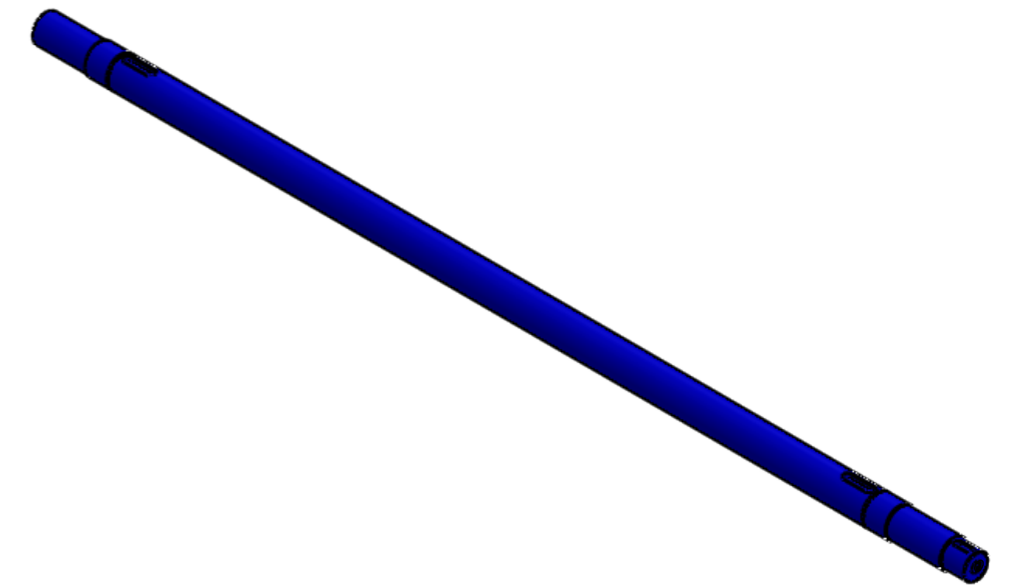
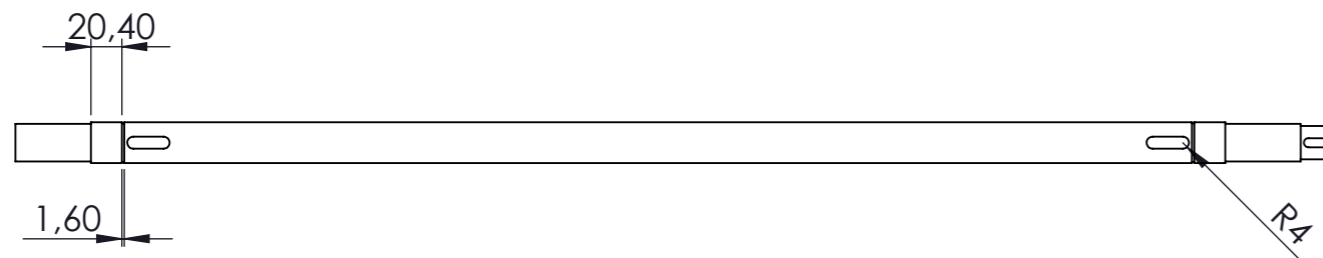
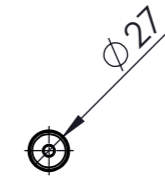
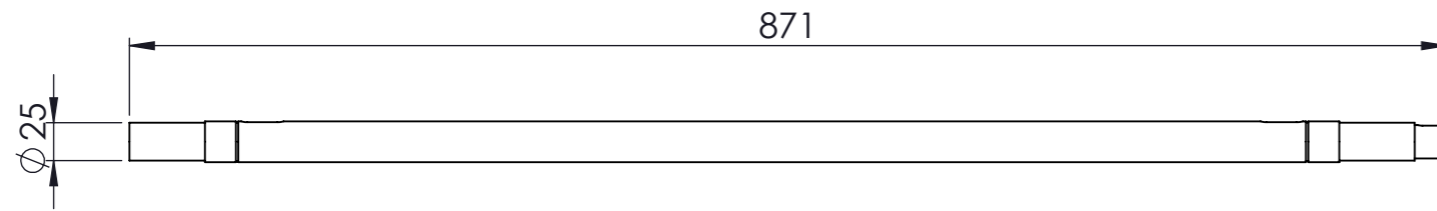
SECCIÓN LK-LK  
ESCALA 1 : 5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Fecha	Nombre	Escala:	<b>UTC-MCT-001</b>
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.	<b>1:20</b>	
Rev.	Moreano E.		
Apro.	Moreano E.		
<b>Materiales:</b>	<b>Tolerancia:</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Denominación:</b>
<b>ASTM A36</b>	<b>±0.001</b>	<b>001</b>	<b>Tapa 1</b>



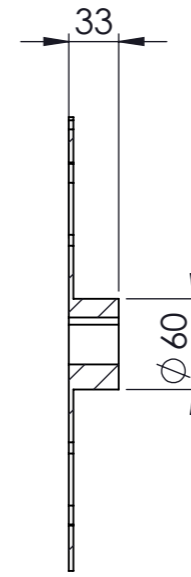
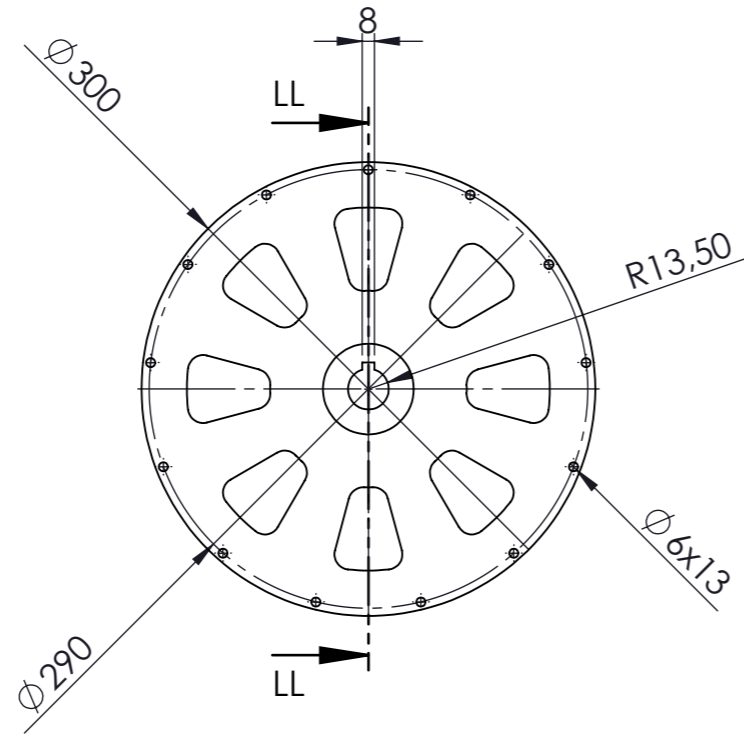
CANTIDAD: 5



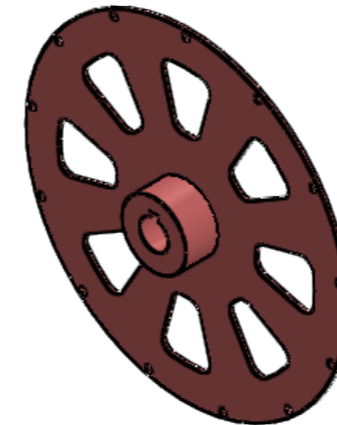
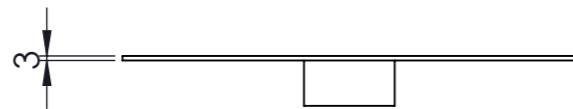
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Fecha		Nombre		Escala:	UTC-MCT-001	
Dibu.	23/04/2022	Chiluisa D.				1:20
Rev.		Moreano E.				
Apro.		Moreano E.				
Materiales:		Tolerancia:		N° de Plano	Denominación:	
AISI 1045		$\pm 0.001$		001	Eje Jaula Clasificadora	



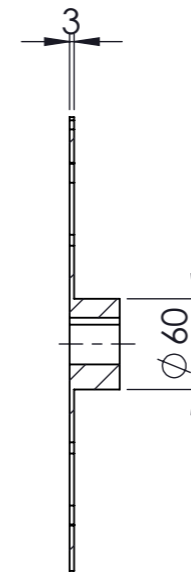
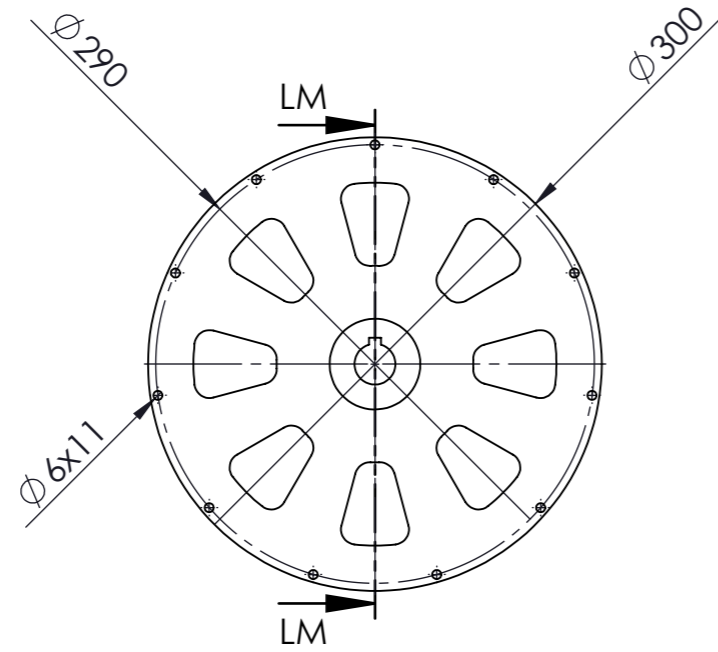
SECCIÓN LL-LL  
ESCALA 1 : 5



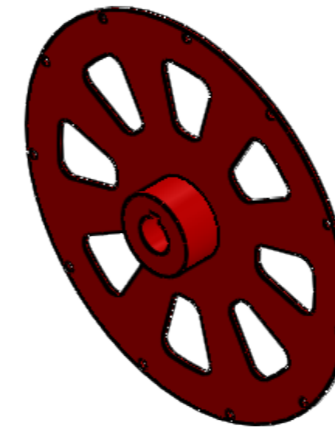
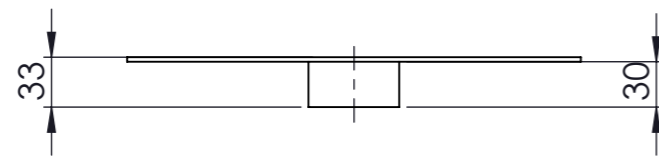
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dibu.	23/04/2022	Nombre	Chiluisa D.	Escala:	UTC-MCT-001
Rev.		Nombre	Moreano E.		
Apro.		Nombre	Moreano E.		
Materiales:		Tolerancia:	N° de Plano	Denominación:	
ASTM A36		±0.001	001	Tapa 2	



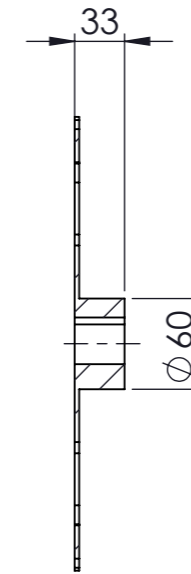
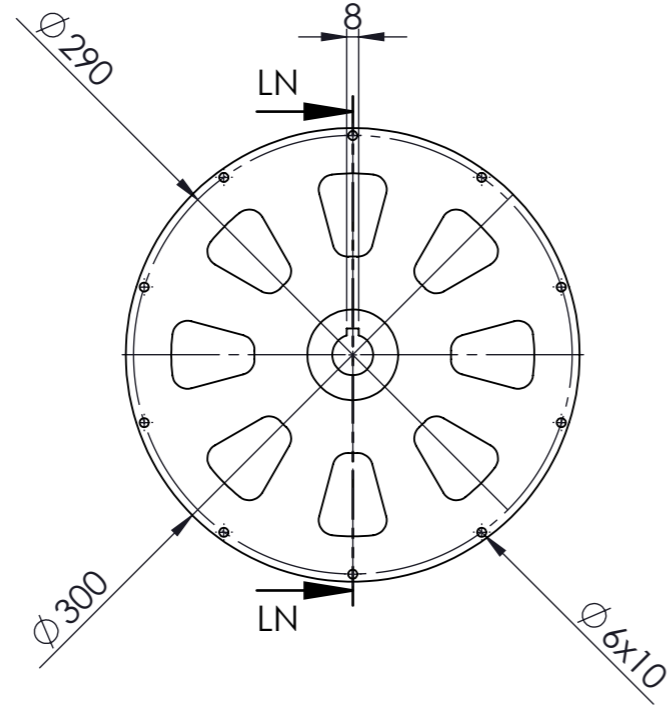
SECCIÓN LM-LM  
ESCALA 1 : 5



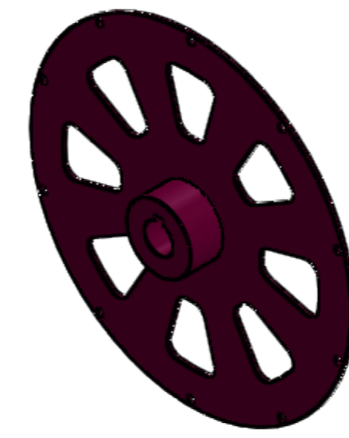
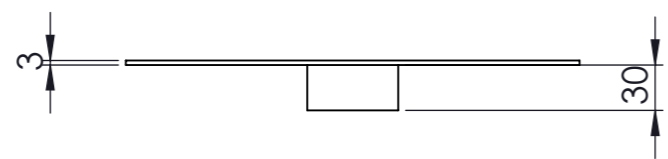
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Fecha	Nombre	Escala:	UTC-MCT-001
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.		
Rev.	Moreano E.		
Apro.	Moreano E.	1:20	
Materiales:	Tolerancia:	N° de Plano	Denominación:
ASTM A36	±0.001	001	Tapa 3



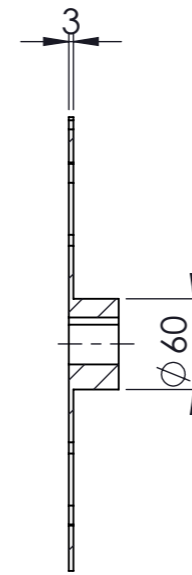
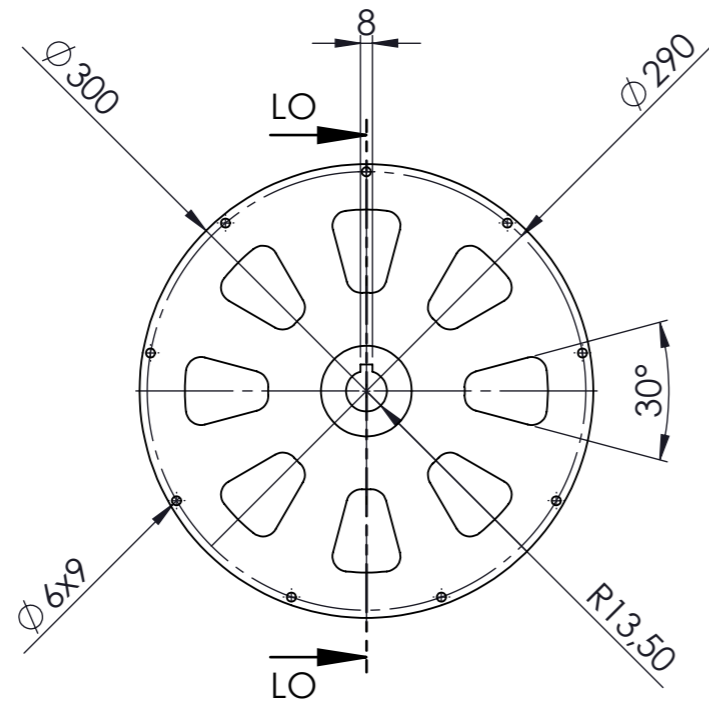
SECCIÓN LN-LN  
ESCALA 1 : 5



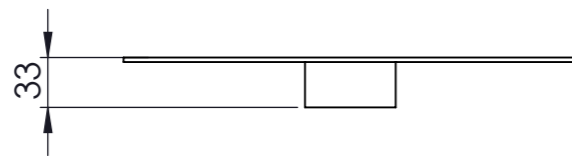
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Fecha	Nombre	Escala:	UTC-MCT-001
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.		
Rev.	Moreano E.		
Apro.	Moreano E.	1:20	
Materiales:	Tolerancia:	N° de Plano	Denominación:
ASTM A36	±0.001	001	Tapa 4



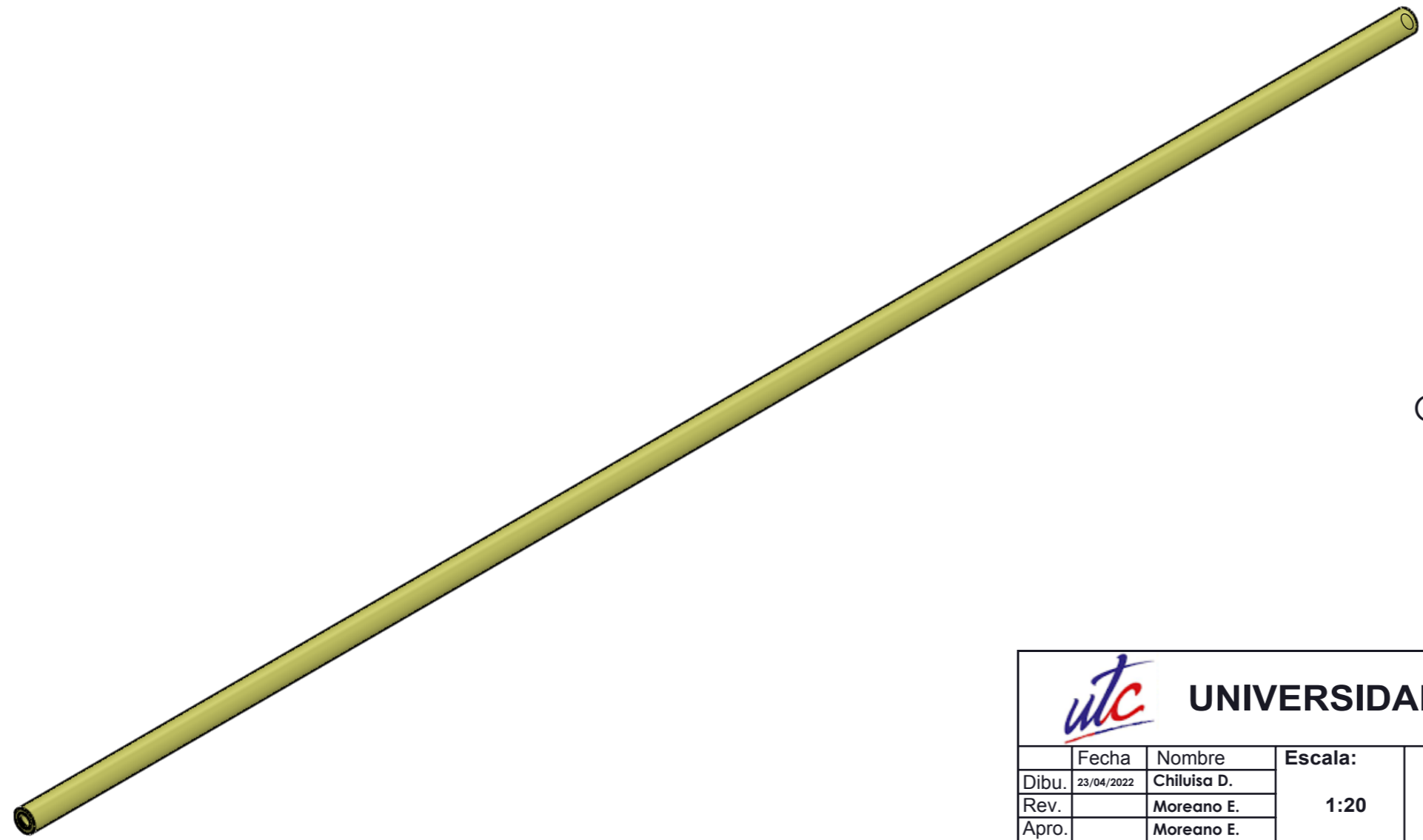
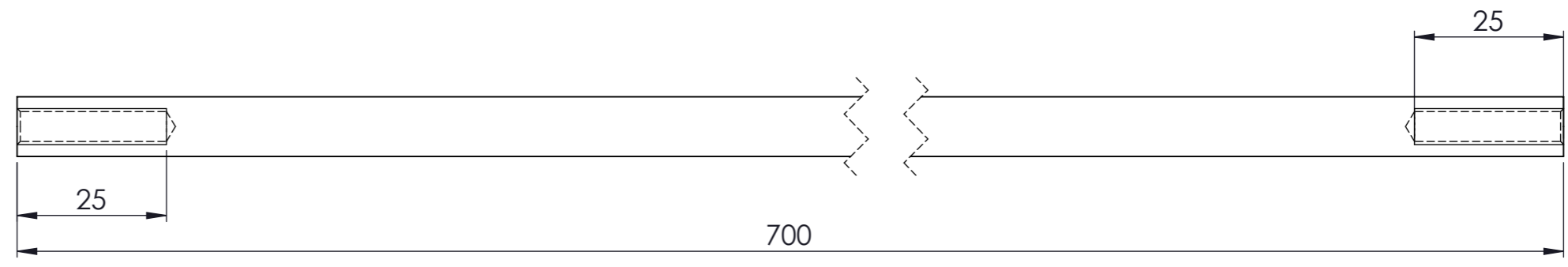
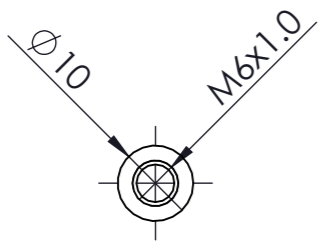
SECCIÓN LO-LO  
ESCALA 1 : 5





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

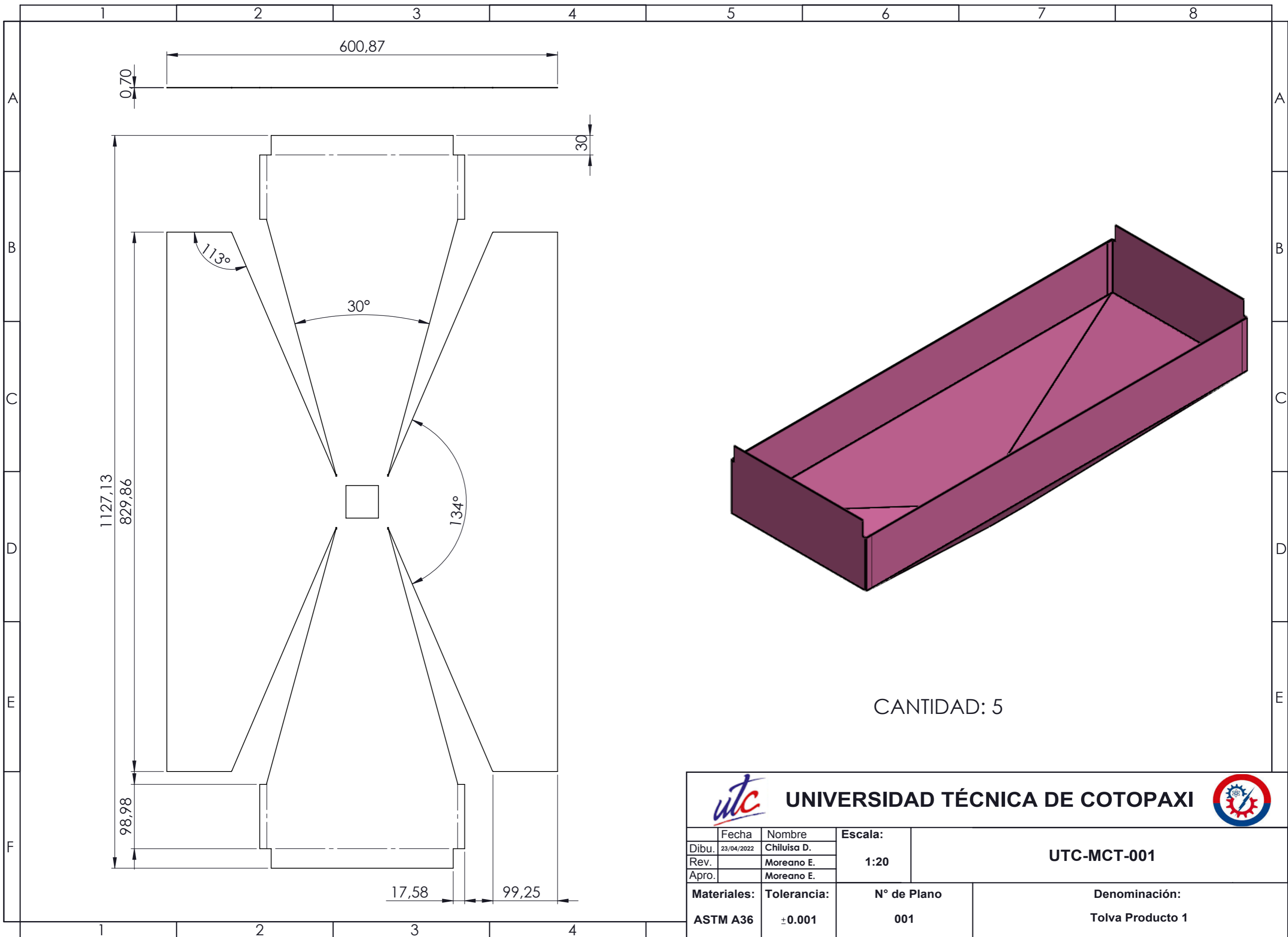


Fecha	Nombre	Escala:	UTC-MCT-001
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.		
Rev.	Moreano E.		
Apro.	Moreano E.	1:20	
Materiales:	Tolerancia:	N° de Plano	Denominación:
ASTM A36	±0.001	001	Tapa 5



CANTIDAD: 58

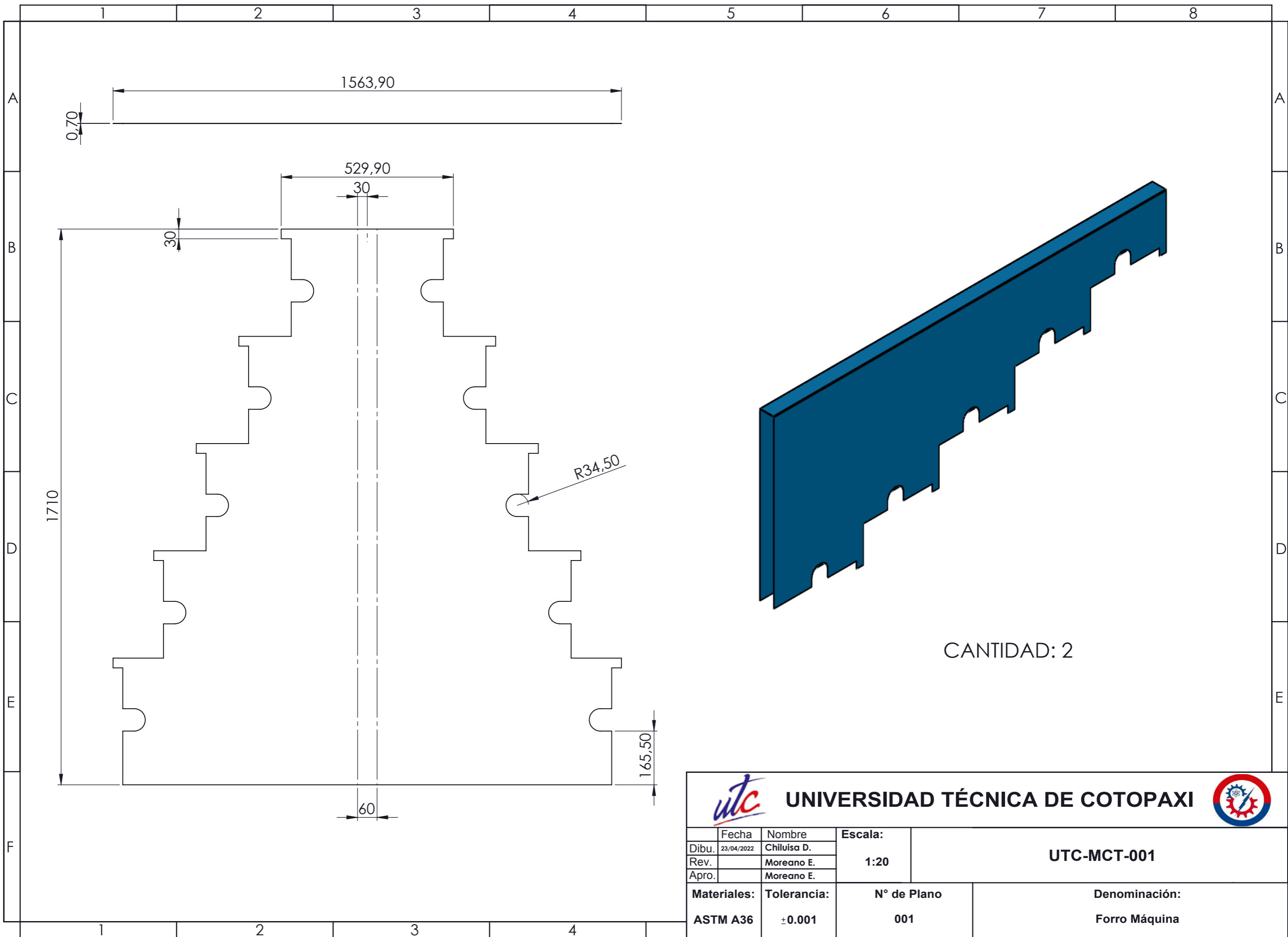
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		
Fecha	Nombre	Escala:	<b>UTC-MCT-001</b>	
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.			
Rev.	Moreano E.			
Apro.	Moreano E.	1:20		
<b>Materiales:</b>	<b>Tolerancia:</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Denominación:</b>	
AISI 304	±0.001	001	Rodillo Clasificador	



CANTIDAD: 5

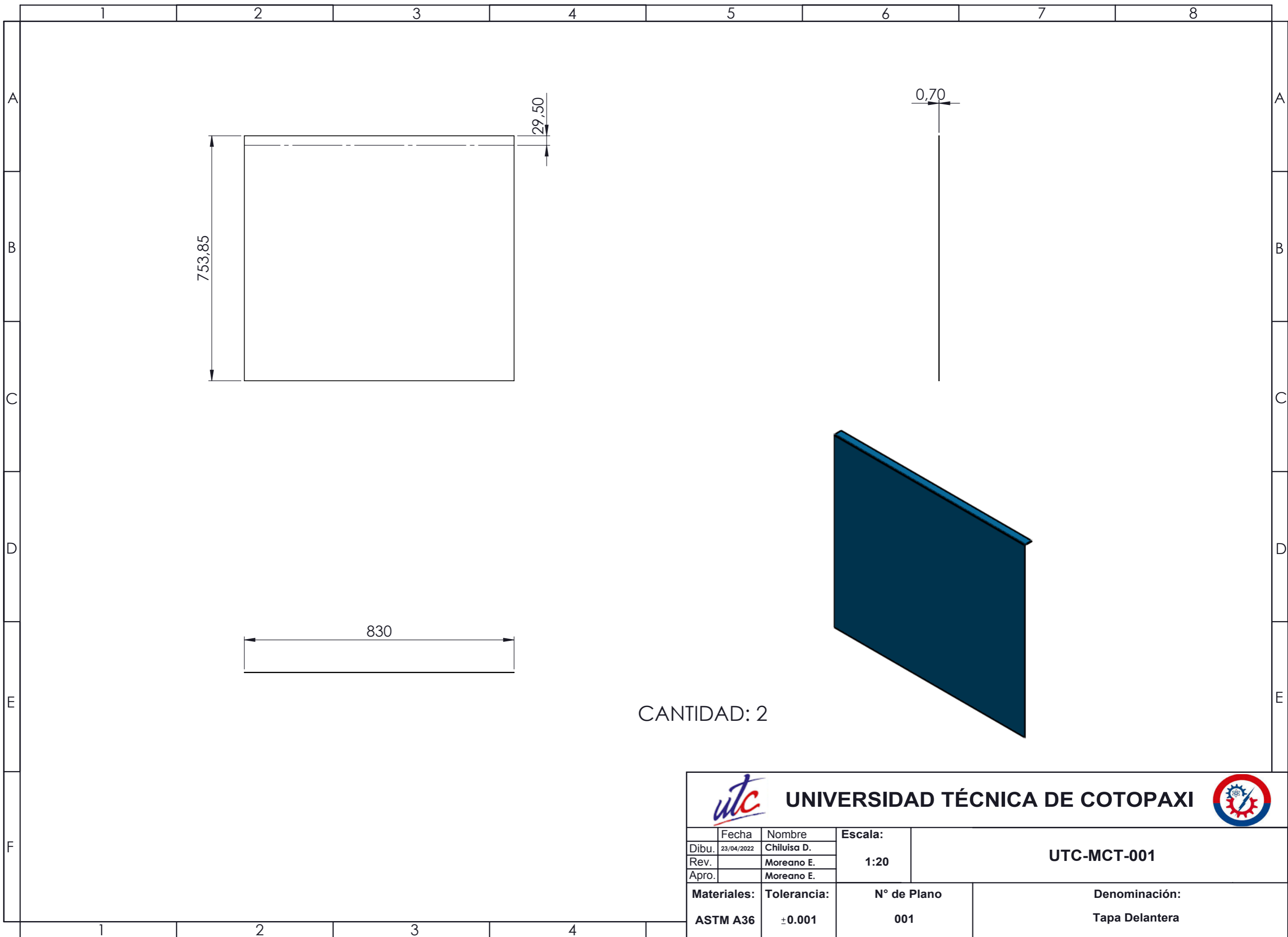
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> 	
Fecha: 23/04/2022	Nombre: Chiluisa D.	Escala: 1:20	Denominación: Tolva Producto 1
Rev.	Moreano E.		
Apro.	Moreano E.		
<b>Materiales:</b> ASTM A36	<b>Tolerancia:</b> ±0.001	<b>N° de Plano:</b> 001	





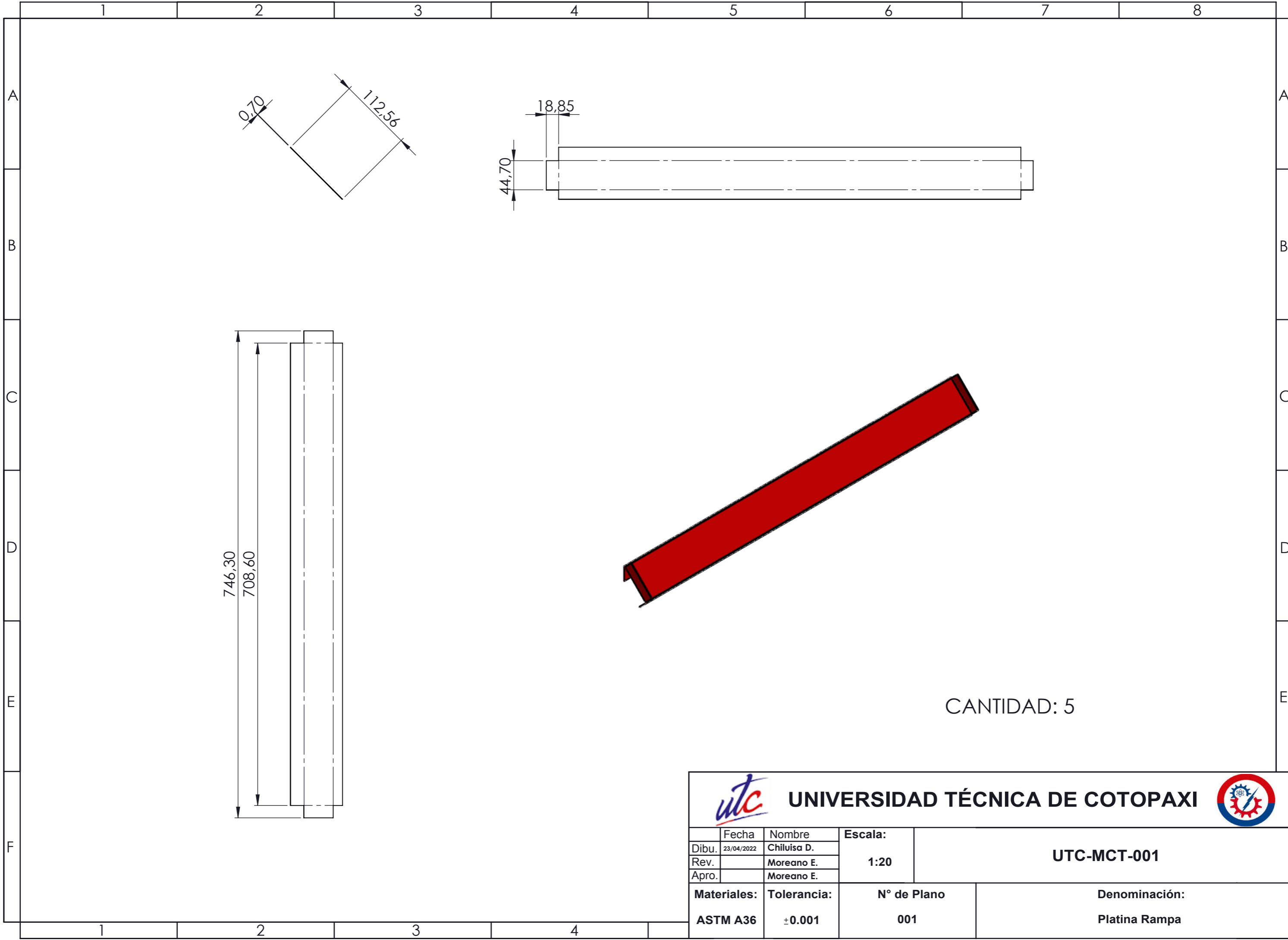
CANTIDAD: 2

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		
Fecha	Nombre	Escala:	<b>UTC-MCT-001</b>	
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.			
Rev.	Moreano E.			
Apro.	Moreano E.	1:20		
<b>Materiales:</b>	<b>Tolerancia:</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Denominación:</b>	
ASTM A36	±0.001	001	Forro Máquina	





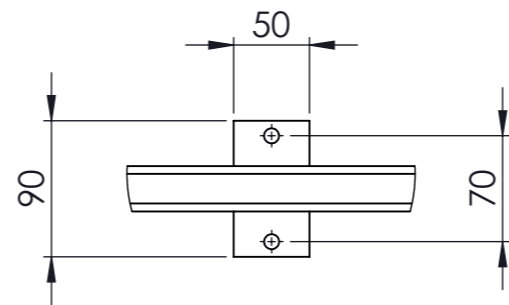
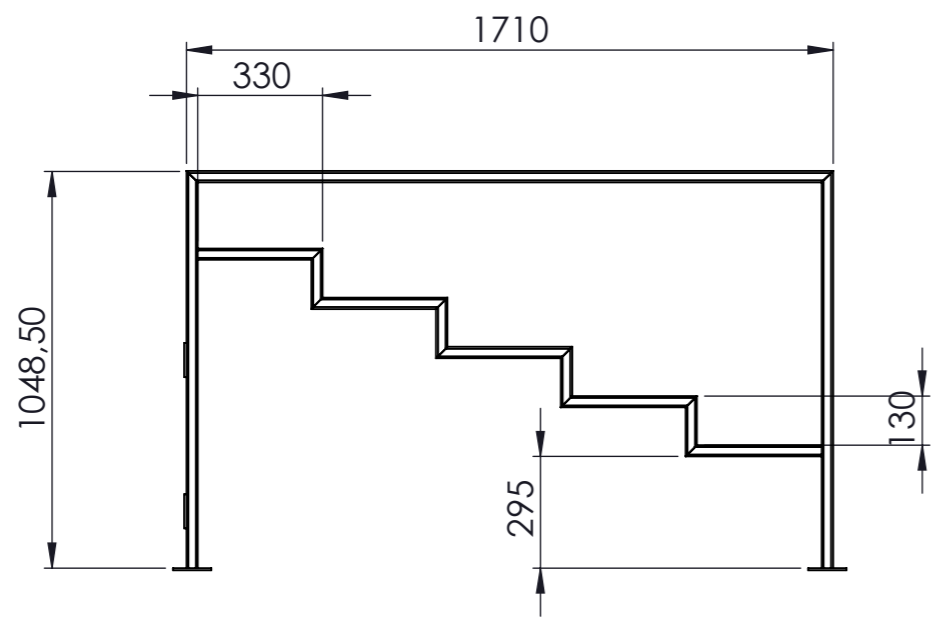
CANTIDAD: 2

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>			
Fecha	Nombre	Escala:	<b>UTC-MCT-001</b>		
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.				
Rev.	Moreano E.				
Apro.	Moreano E.	1:20			
<b>Materiales:</b>	<b>Tolerancia:</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Denominación:</b>		
ASTM A36	±0.001	001	Tapa Delantera		

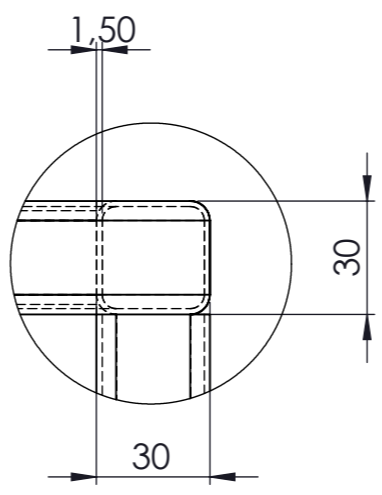
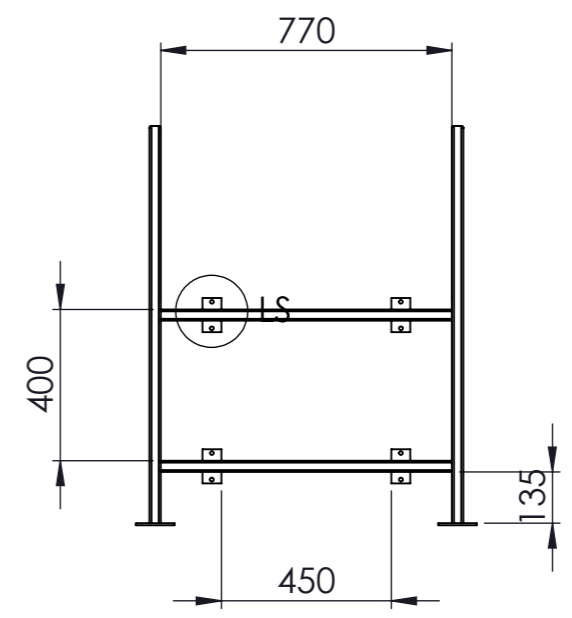


CANTIDAD: 5

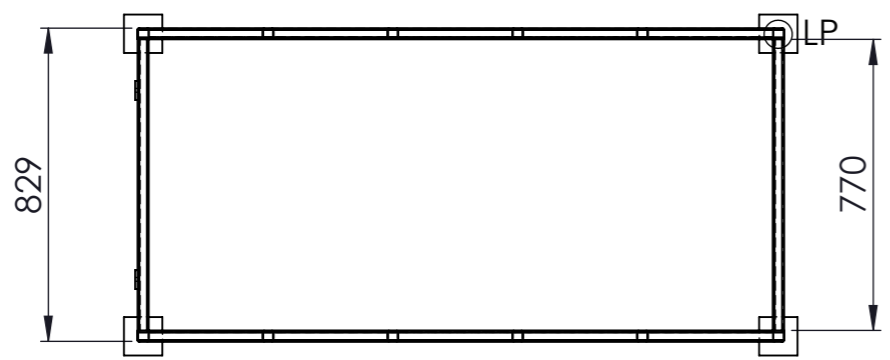
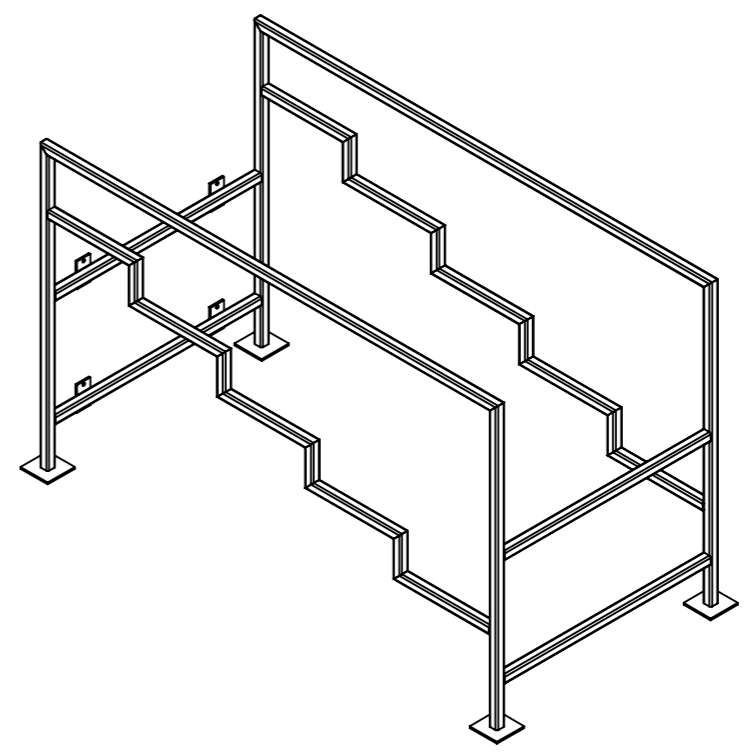
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>			
Fecha	Nombre	Escala:	UTC-MCT-001		
Dibu. 23/04/2022	Chiluisa D.				
Rev.	Moreano E.				
Apro.	Moreano E.	1:20			
<b>Materiales:</b>	<b>Tolerancia:</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Denominación:</b>		
ASTM A36	±0.001	001	Platina Rampa		





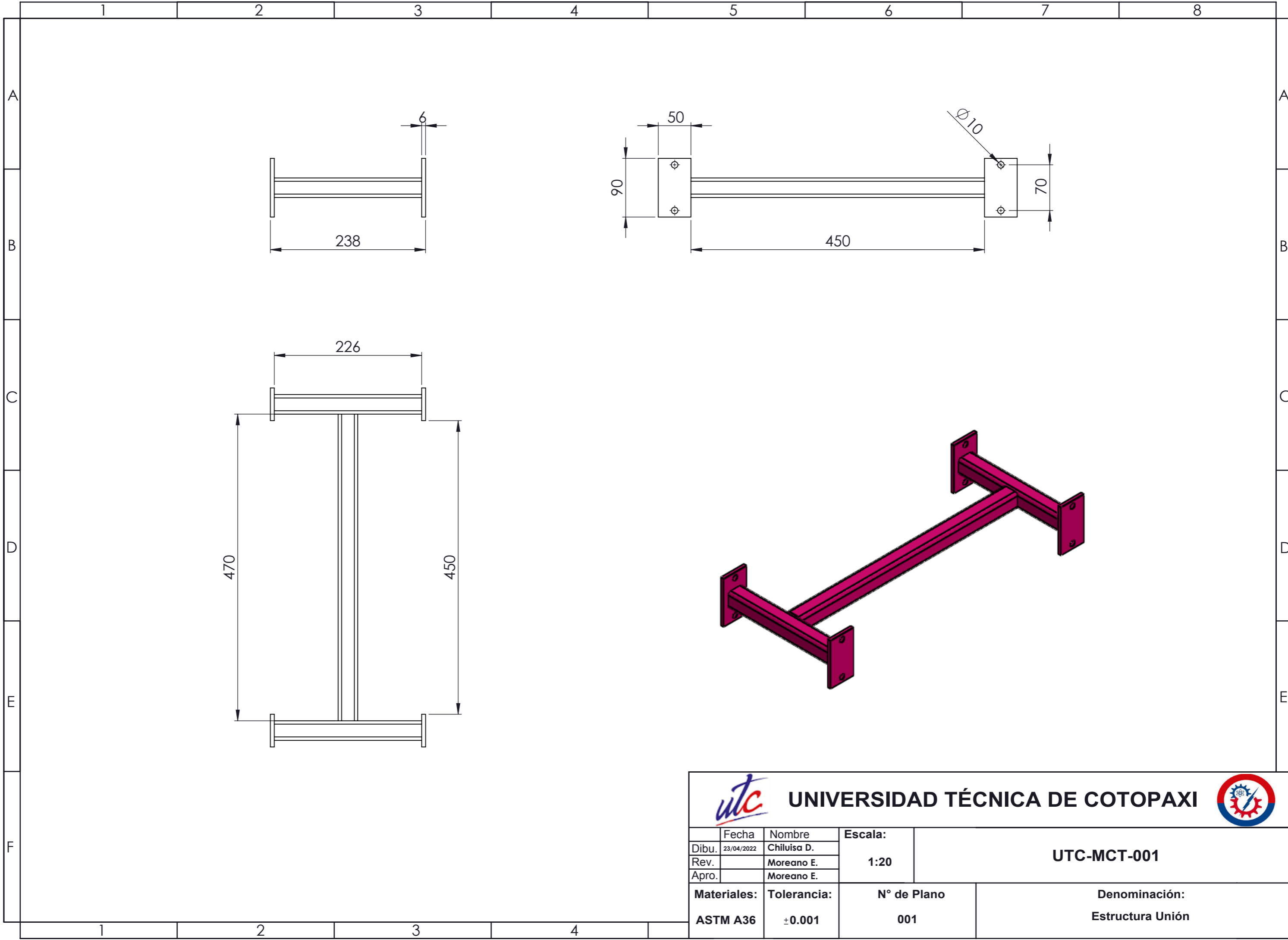
DETALLE LS  
ESCALA 1 : 5





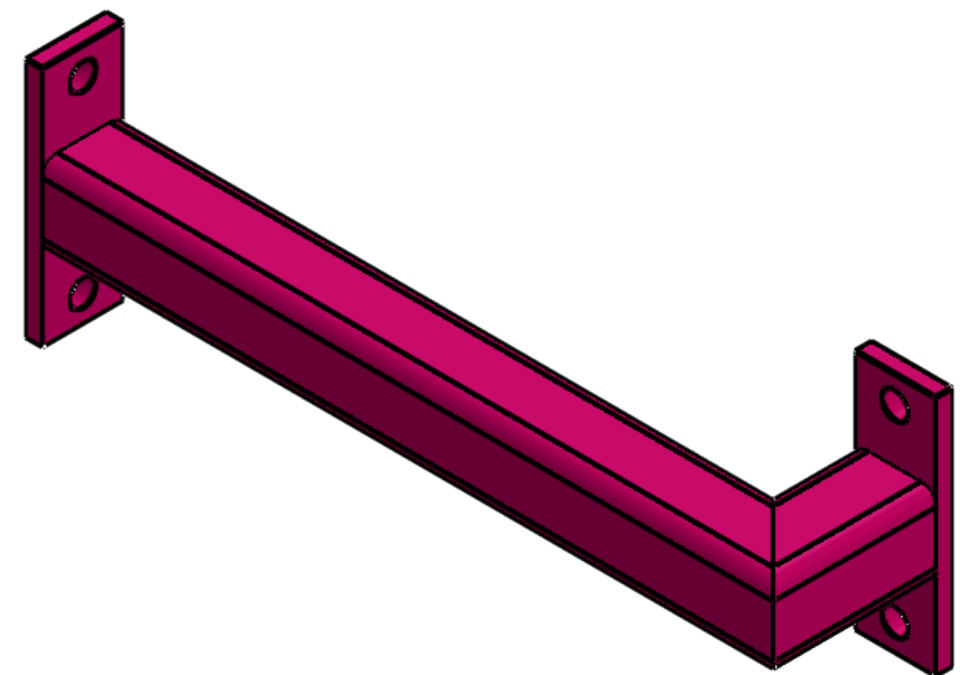
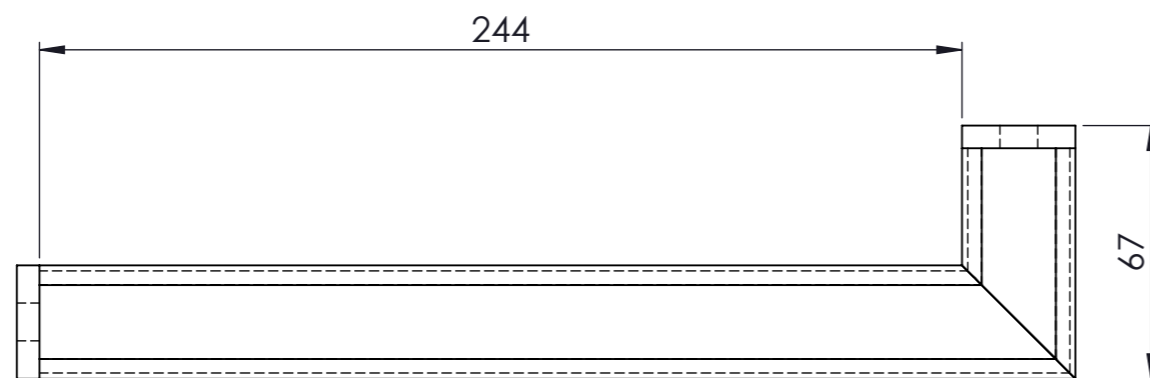
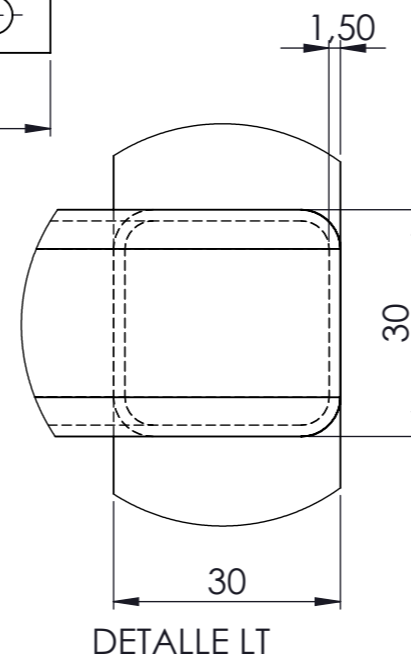
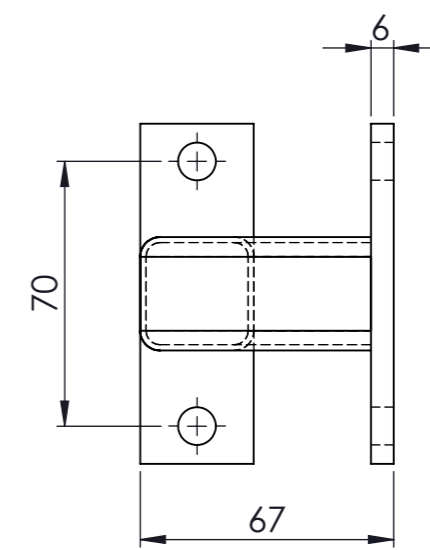
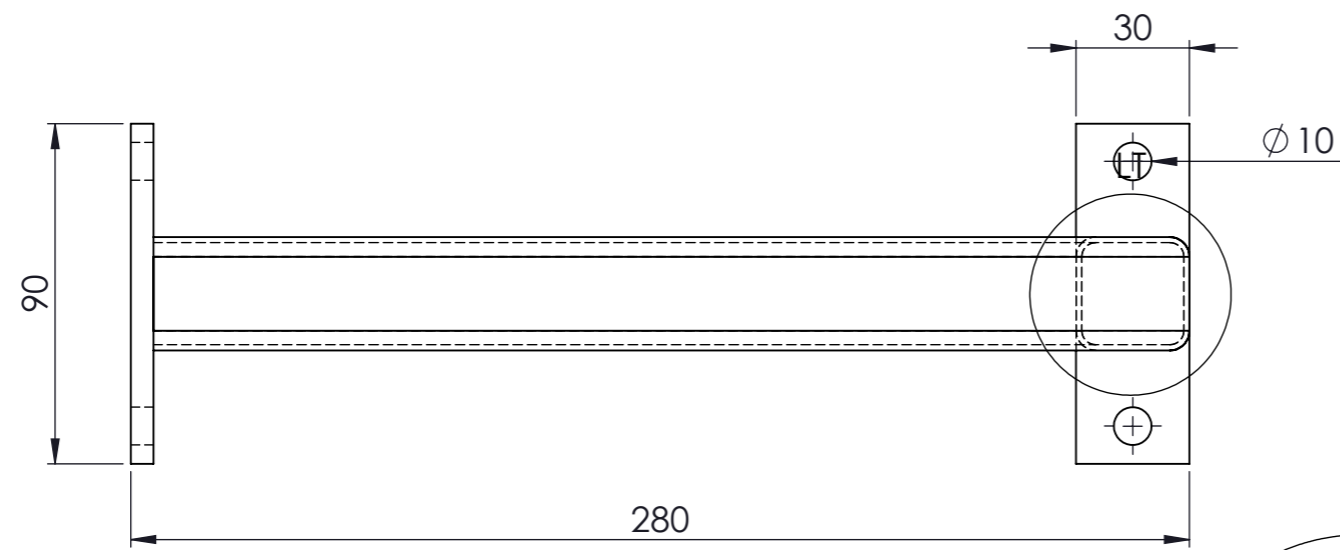
DETALLE LP  
ESCALA 1 : 2



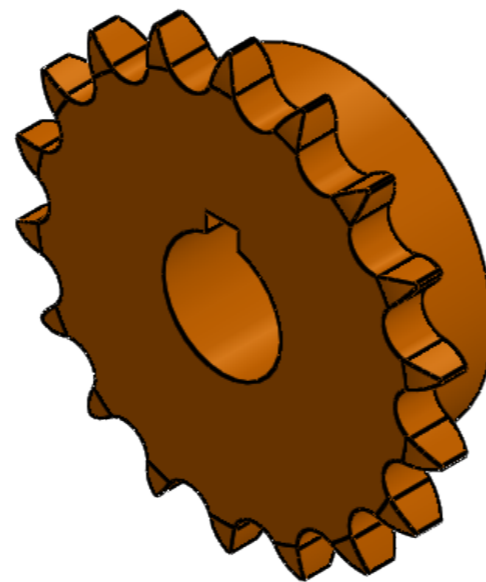
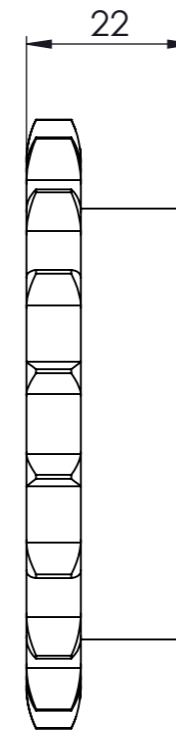
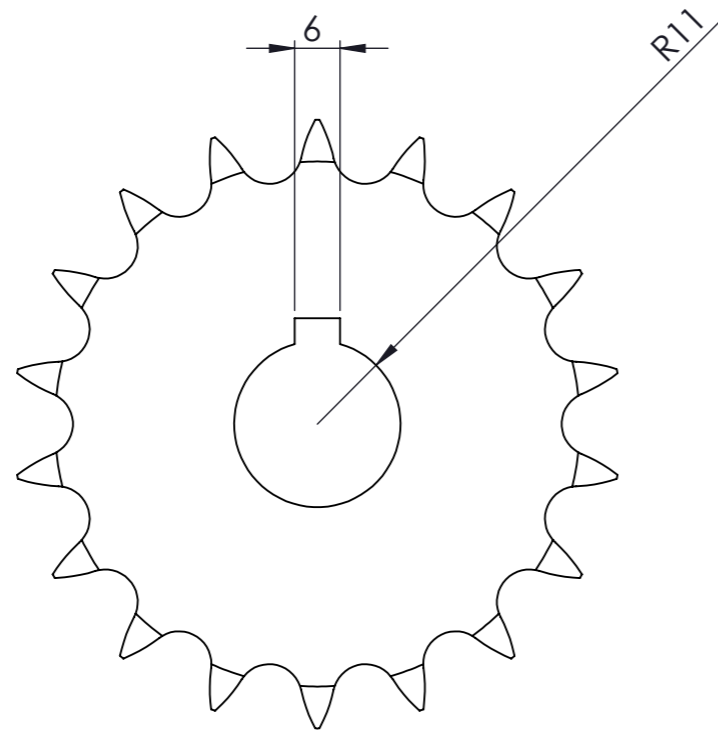
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> 	
<b>Materiales:</b> <b>ASTM A36</b>	<b>Tolerancia:</b> <b>±0.001</b>	<b>N° de Plano</b> <b>001</b>	<b>Denominación:</b> <b>Máquina Clasificadora de Tomates</b>



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> 	
Rev.	Moreano E.	N° de Plano: 001	Denominación: Estructura Unión
Apro.	Moreano E.		
<b>Materiales:</b> ASTM A36	<b>Tolerancia:</b> $\pm 0.001$		



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> 	
Rev.	Moreano E.	N° de Plano: 001	Denominación: Unión Estructura
Apro.	Moreano E.		



CANTIDAD: 8

NOTA: Solo se daran medidas de diámetros internos y chaveteros



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Fecha		Nombre		Escala:	UTC-MCT-001	
Dibu.	23/04/2022	Chiluisa D.				1:20
Rev.		Moreano E.				
Apro.		Moreano E.				
Materiales:		Tolerancia:		Nº de Plano	Denominación:	
ASTM A36		±0.001		001	Catalina 8B Z18	

## Document Information

Analyzed document	TESIS-Changoluisa-Chiluisa final - 1.docx (D143455811)
Submitted	2022-08-31 23:38:00
Submitted by	
Submitter email	deysi.chiluisa7658@utc.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	edwin.moreano.utc@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

- SA** **DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MAQUINA CLASIFICADORA DE TOMATE RIÑÓN - VARIEDAD DANIELA.docx**  
Document DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MAQUINA CLASIFICADORA DE TOMATE RIÑÓN - VARIEDAD DANIELA.docx (D30048907)
- SA** **PROYECTO DE TITULACION - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA CLASIFICADORA DE TOMATE RIÑÓN-VARIEDAD DANIELA..docx**  
Document PROYECTO DE TITULACION - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA CLASIFICADORA DE TOMATE RIÑÓN-VARIEDAD DANIELA..docx (D29676128)
- SA** **Digital Tesis Andrés Carrillo (1).docx**  
Document Digital Tesis Andrés Carrillo (1).docx (D48395525)
- SA** **8. TESIS-SEBRADORA DE QUINUA vf.docx**  
Document 8. TESIS-SEBRADORA DE QUINUA vf.docx (D64164878)
- SA** **tesis trilladora portatil de quinua (21-10-19).docx**  
Document tesis trilladora portatil de quinua (21-10-19).docx (D57892674)
- SA** **TESIS DESPULPADORA DE GUANABANA.docx**  
Document TESIS DESPULPADORA DE GUANABANA.docx (D50789665)
- SA** **PROYECTO FINAL.pdf**  
Document PROYECTO FINAL.pdf (D111216405)

## Entire Document

1.  
INFORMACION GENERAL  
Título: Implementación de una clasificadora automática de tomate riñón para reducir el tiempo en la etapa de postcosecha del invernadero de la señora Juana Chiluisa  
Fecha de inicio: abril 2022 Fecha de finalización: agosto 2022 Lugar de ejecución: Región Sierra, Provincia de Tungurahua, Cantón Santiago de Pillaro, Parroquia San Andrés, Comunidad Huapante Grande  
Facultad  
que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica  
Proyecto de investigación vinculado: Proyecto formativo:  
Para la formación de futuros tesisistas.  
Equipo de Trabajo: Tutor Nombres: Edwin Homero Apellidos: Moreano Martínez Email: edwin.moreano@utc.edu.ec Cedula: 050260750-0 Ponente 1 Nombres: Fabian Oswaldo Apellidos: Changoluisa  
Email: fabian.changoluisa0296@utc.edu.ec Cedula: 055023029-6 Ponente 2 Nombres: Deysi Rosana Apellidos: Chiluisa Chiluisa Email: deysi.chiluisa7658@utc.edu.ec Cedula: 180539765-8  
Área de Conocimiento: Campo amplio 07 ingeniería, Industria y Construcción Campo Especifico 071 ingeniería y Profesionales Afines Campo Detallado 0714 electrónica  
y Automatización  
Línea de investigación: Procesos Industriales Sub líneas de investigación de la Carrera Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas  
electrónicos

2. INTRODUCCIÓN 2.1  
EL PROBLEMA  
La clasificación y demanda en los mercados de este producto el tomate riñón es por tamaños, y el excede el tiempo en la clasificación por el tamaño causa pérdidas económicas al propietario y a ext  
utilizar exceso de personal y su mano de obra para llevar a cabo la clasificación. 2.1.1 Situación problemática  
La forma de producción y a la utilización de excesivo tiempo que en la actualidad sigue utilizando como es la mano de obra la cual utiliza todos los invernaderos de tomate riñón, exige una gran dem  
tiempo los distintos tipos de clasificación.  
Por lo tanto, existen máquinas clasificadoras de tomate riñón a un costo muy alto que se les dificulta obtenerlas a las pequeñas y medianas empresas. Por tal motivo se propone el diseño de una máq  
clasificadora automática con un costo accesible para el pequeño productor.  
Figura 2.1: Diagrama de causa efecto (Ishikawa) 2.1.2 Formulación Del Problema  
La clasificación de tomate riñón es un proceso que se realiza de forma manual y a su vez es un proceso que requiere tiempo para realizar este tipo de trabajo que limita la producción de la postcosech  
OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN 2.2.1 Objeto de estudio Máquina clasificadora de tomate riñón. 2.2.2 Campo de acción Automatización. 2.3 BENEFICIARIOS: 2.3.1 Beneficiarios Directos: Señora Juana  
2.3.2 Beneficiarios Indirectos: Los postulantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica. 2.4 JUSTIFICACIÓN  
En el Ecuador la demanda del producto es por tamaños y la clasificación del tomate riñón se efectúa manualmente, lo cual acciona mayor dedicación de tiempo, lo cual nos conlleva a crear un protot  
una máquina clasificadora con elementos que encontremos en el mercado nacional ya que la manufacturación final no sea de costos excesivos.  
Este proyecto tiene como objetivo crear una maquina clasificadora para ayudar en la post cosecha ya que este trabajo generalmente se realiza manualmente, por lo que cada empleado tarda mucho  
clasificar o es muy ineficiente, lo que genera muchas pérdidas. El propósito de esta máquina es mejorar el ambiente de trabajo de los agricultores y reducir el riesgo de los empleados que realizan esta  
Finalmente, el proyecto pretende ser una solución viable para los pequeños y medianos productores en cuanto al uso de la automatización para clasificar los tomates riñón.  
La provincia de Tungurahua es una región productora agrícola, en la que se ubica el cantón Pillaro parroquia San Andes en la comunidad de Huapante Grande; Donde su principal fuente vital es el cult  
tomates riñones, donde la clasificación se realiza manualmente, debe basarse en su tamaño. La ventaja de la investigación es que se puede construir una máquina clasificadora en cualquier taller mec  
según el diseño especificado, muy útil para aumente la producción, reduzca el tiempo de clasificación.

2.5 HIPÓTESIS



El diseño e implementación de una máquina clasificadora de tomate riñón garantizará un sistema funcional para mejorar la distribución selectiva por tamaños grande, mediano y pequeño del cultivo, invernadero de la Señora Juana Chiluiza de la parroquia San Andrés, cantón Pillaro provincia de Tungurahua. 2.6 OBJETIVOS 2.6.1 Objetivo General Implementar una máquina de clasificación de tomates en los tamaños grande, mediano y pequeño, para mejorar el tiempo de clasificado en la etapa de postcosecha en el invernadero de la señora Juana Chiluiza ubicado en la provincia de Tungurahua, cantón Pillaro, parroquia San Andrés en la Comunidad de Huapante Grande. 2.6.2 Objetivos Específicos

- Realizar una revisión bibliográfica de los tipos de máquinas clasificadoras de tomate riñón, conociendo un sistema de forma de clasificación automatizado en la etapa de postcosecha.
- Diseñar una máquina automática con la ayuda de un software de simulación, para los elementos que compete la clasificadora del tomate riñón de acuerdo a su tamaño.
- Validar el funcionamiento de máquina clasificadora de tomate riñón en el invernadero de la señora Juana Chiluiza para su funcionamiento ejerciendo las pruebas de campo.

2.7 SISTEMA DE TAREAS Sistema de tareas de la propuesta tecnológica Objetivos específicos Actividades (tareas) Resultados esperados Técnicas, medios e Instrumentos Realizar una revisión bibliográfica de los tipos de máquinas clasificadoras de tomate riñón, conociendo un sistema de forma de clasificación automatizado en la etapa de postcosecha. Investigar documentos como tesis, Artículos científicos que tenga una inversión de acuerdo a tema planteado. Obtener información de cómo se puede operar una maquina clasificadora de tomate riñón. Documentos investigativos Diseñar una máquina automática con la ayuda de un software de simulación, para los elementos que compete la clasificadora del tomate riñón de acuerdo a su tamaño. Seleccionar los diferentes componentes para su respectivo ensamblaje de la máquina. Diseño, ensamblaje y programación. Investigaciones bibliográficas y experimentación. Validar el funcionamiento de máquina clasificadora de tomate riñón en el invernadero de la señora Juana Chiluiza ejerciendo las pruebas de campo. Pruebas de funcionamiento de la máquina clasificadora en el invernadero de plantas de tomates riñón. Prueba de funcionalidad de la máquina clasificadora en el invernadero. Experimentación en el invernadero.

### 3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 3.1 ANTECEDENTES

En el presente ítem se detallan las investigaciones que tienen relación con nuestro proyecto. Esta revisión bibliográfica se describirá en el ámbito macro, meso y micro.

La Universidad La Salle publicó un trabajo con el título "Diseño de una máquina para la clasificación de tomate chonto *Lycopersicon esculentum* mill", es un trabajo investigativo presentado por Casabianca Hamilton Ricardo y Muñoz Domínguez Carlos Eduardo previo a la obtención del título de Ingeniería en Automatización de la Universidad de La Salle, ubicada en Bogotá Colombia. El proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema de clasificación de tomates chontos por tamaño y color. Para determinar los parámetros de selección del tomate tradicional se realizó una encuesta entre varios productores de ciudades de la provincia de Cundinamarca. Con base en los resultados obtenidos a través de la encuesta y las observaciones realizadas durante las visitas al invernadero donde se cultivó esta fruta, se establecieron los

criterios de diseño para el sistema de clasificación. En ese orden de ideas, para el diseño del sistema de clasificación se decide realizar dos diseños por separado: uno para tamaño y otro para color CITATION Muñ20 \l 3082 [1].

Figura 3.1: Máquina de tomates CITATION Muñ20 \l 3082 [1].

El "Diseño y construcción de una máquina clasificadora de tomate riñón-variedad Daniela de 80 cartones de 23 Kg/h de capacidad", es un trabajo investigativo presentado por Tene López Darwin Carlos y Villagrán Ayala José Luis previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Riobamba. El proyecto tiene como

finalidad el diseño y construcción que nos ayude para la solución de problemas, en la parroquia de Yaruquíes del estado de Riobamba, se cultivan tomates rojos y su clasificación se realiza de forma manual, sin normas de manipulación de alimentos, de ahí la necesidad de construir máquinas clasificadoras. Utilizamos una metodología para encontrar la mejor solución, la cual partimos del estudio del arte, con ello realizamos un análisis previo, guiándonos con encuestas, un estudio de campo, características del tomate, métodos de clasificación CITATION Esp20 \l 3082 [2].

Figura 3.2: Máquina clasificadora de tomate riñón- variedad Daniela CITATION Ten17 \l 3082 [2].

El presente trabajo de titulación denominado "Diseño y simulación de una máquina clasificadora de tomate de riñón para los productores del sector de Patatin perteneciente a la parroquia Panzaleo de la provincia de Cotopaxi". Fue presentado en el año 2020 por Espin Bautista Lenin Mauricio y Palomo Astudillo Henry David, en la Universidad Técnica de Cotopaxi, en resumen, este documento presenta una propuesta tecnológica tiene como objetivo el diseño y simulación de una máquina clasificadora de tomate de riñón, mediante un análisis matemático y un método de elementos finitos, para los productores del sector de Patatin perteneciente a la parroquia Panzaleo de la provincia de Cotopaxi, analizando las principales variables en el proceso; empleándose una selección del tipo de máquina, sistema de transmisión, utilizándose materiales existentes el mercado local CITATION Esp20 \l 3082 [3].

Figura 3.3: Máquina clasificadora CITATION Esp20 \l 3082 [3]. 3.2 INTRODUCCIÓN

En la presente sección está designado a la investigación y descripción de los conceptos técnicos teóricos que será necesario para el desarrollo de la máquina clasificadora, implementando las normas nacionales e internacionales que beneficiarán en la mano de obra y disminuirá el tiempo de clasificado. Tomando en cuenta que estará subdividido por variables independientes y dependientes. 3.3 TOMATE Los tomates son la hortaliza más importante del

mundo. Se cultiva en todo el mundo, siendo los principales países productores China y Estados Unidos. Se consume de muchas formas, tanto cruda como procesada para la industria. Hoy en día hay muchas variedades, que se cultivan todo el año y dan frutos en una variedad de tamaños, formas y colores. Además, es un alimento rico en fibra y bajo en calorías que aporta vitaminas y minerales CITATION Int22 \l 3082 [4].

Figura 3.4: El tomate CITATION Int22 \l 3082 [4]. 3.3.1 La Planta

El tomate es una planta con un tallo ramificado que no es robusto, por lo que se debe sembrar con tutores para mantener el árbol erguido. Las flores crecen en racimos, amarillentas, florecen en oleadas. El fruto es una baya carnosa, generalmente de color rojo, aunque también los hay amarillos o rosados CITATION Int221 \l 3082 [5].

Figura 3.5: La Planta de tomate

CITATION Int221 \l 3082 [5]. El tallo Los tallos de tomates verdes, peludos, de 2 a cm de espesor, más anchos en la base. Es bastante frágil, se daña fácilmente si se frota contra un objeto duro o se rompe si se dobla demasiado. Del tallo principal surgen nuevos tallos secundarios, hojas y racimos florales CITATION Mun16 \l 3082 [6]. Las hojas Las hojas de tomate son pintadas y compuestas, con 7 a 9 pinnas lobuladas, dentadas, opuestas y opuestas. Al igual que el tallo, las hojas están cubiertas de pelos glandulares y son de color verde oscuro.

Al manipularlos, desprenden un olor muy característico, agradable para muchas personas, al tocarlos con una mancha de color amarillo

verdoso. Si no se lavan al momento, resulta muy complicado de eliminar CITATION Mun16 \l 3082 [6]. Las flores Son flores

de tomate amarillas,

con cinco o más sépalos, cinco pétalos y cinco o seis estambres. Se agrupan en inflorescencias de tipo racimo que suelen aparecer en el tallo, cada 2 o 3 hojas CITATION Mun16 \l 3082 [6]. El fruto Es el fruto de dos o varias semillas, de forma más o menos redonda y de peso muy variable según la variedad y el crecimiento de la planta. El color del fruto joven es verde, al madurar se torna rojo, rosado, amarillo, anaranjado, morado, pardo con diferentes matices. Depende de la raza en cuestión. En el interior del fruto y recubiertas de un mucilago se encuentran las semillas. Estas son de forma ovalada y están cubiertas de vello CITATION Mun16 \l 3082 [6]. Las raíces El sistema radicular del tomate

consta de raíces principales, raíces accesorias y raíces accesorias.

Suele extenderse hasta 1.5 metros alrededor de la planta y profundizar 50 cm como máximo, aunque la mayor parte de las raíces se distribuyen en los primeros 20 cm de suelo CITATION Mun16 \l 3082 [6]. 3.3.2 Características

El Jitomate es originario de la planta generalmente llamada tomatara, estimando como

una hortaliza, botánicamente un fruto, utilizado como verdura y cuenta con una gran calidad gastronómica. Asimismo, es un alimento rico en fibra, con escasa cantidad de calorías, su peso es agua, boro y hidratos de carbono, posee un poder antioxidante, rico aportes de minerales y vitaminas que son muy esenciales para el organismo humano.

A su vez, se cultiva en todo el mundo, es el vegetal más mercantilizado del mundo, se consume de variadas maneras, cuenta con gran diversidad de frutos de diversas formas, tamaños o colores. 3.3.3 Requerimientos edafoclimáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de éstos incide sobre el resto CITATION Inf00 \l 3082 [7].

Temperatura: Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. La temperatura óptima de cultivo es de 20 a 30

°C durante el día y de 1 a 17°C por la noche. Temperaturas superiores a 30-35°C afectan al cuajado (óvulo subdesarrollado) y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular.

Temperaturas

por debajo de los 12-15°C también provocan problemas durante el crecimiento de las plantas. Humedad: La humedad relativa óptima se encuentra entre el 60 y el 80%. La humedad relativamente alta durante el desarrollo de enfermedades aéreas, agrietando el fruto y dificultando el proceso de fertilización, debido a que los granos de polen se comprimen provocando que parte de la flor se marchite. El agrietamiento de la fruta también puede ser causado por demasiada humedad en el suelo o por demasiada irrigación después de un periodo de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor

CITATION Inf00 \l 3082 [7]. Luminosidad: Un valor de luz reducido puede afectar negativamente la floración y la fertilización,

así como el desarrollo vegetativo de las plantas. En momentos críticos de la temporada de crecimiento, la correlación entre la temperatura diurna y nocturna y la luz es importante CITATION Inf00 \l 3082 [7]. Suelo: Las plantas de tomate no requieren suelo, excepto para el drenaje. Prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. Sin embargo, crece perfectamente en suelos franco arenosos CITATION Inf00 \l 3082 [7]. Fertilización con carbón: El suministro de CO<sub>2</sub> puede compensar el consumo de la planta y asegurar que se mantengan las concentraciones superiores

a la media en el invernadero. De esta manera, se estimula la fotosíntesis y se acelera el crecimiento de las plantas.

El enriquecimiento de CO<sub>2</sub> en el invernadero depende de la calidad, el rendimiento y la frescura del cultivo. Cabe señalar que el exceso de CO<sub>2</sub> provoca daños al cerrar las estomas, deteniendo la fotosíntesis posiblemente provocando quemaduras. CITATION Inf00 \l 3082 [7]. En el cultivo del tomate, la ingesta óptima de CO<sub>2</sub> está entre 700 y 800

ppm. En cuanto a los rendimientos netos, proporcionan incrementos del 15-25% en función del tipo de invernadero, el sistema de control climático y entre otros

CITATION Inf00 \l 3082 [7]. 3.3.4 Tipos de tomates riñón Todo el país tiene 3.333 hectáreas de tomate. La producción es de 61.26 toneladas anuales, según el último censo agropecuario de 2000.

La mayoría de tomateras está ubicada en la provincia de Santa Elena y en los valles de Azuay, Imbabura y Carchi

CITATION EIC11 \l 3082 [8]. A escala mundial, existen tipos de fruta fresca para consumo y 2 variedades para industria. En el Ecuador ocho tienen mayor acogida: fortuna, sheila, charleston, titán, pietro, fortaleza, cherry y chonto

CITATION EIC11 \l 3082 [8].

Figura 3.6: Tipos de tomates riñón CITATION Paz22 \l 3082 [9]. •

Fortuna: Crece en 8 meses.

A los tres meses comienza a producir. Se cultiva bajo invernadero. El fruto pesa de 240 a 260 gramos. Es resistente y dura hasta un mes en la percha. •

Sheila: Los tomates alcanzan 5-6 cm de tamaño y hasta 200 gramos de peso. Esta variedad es apreciada tanto para cultivos de campo

como de invernadero. Cabe mencionar que

un tomate contiene 95% agua, 0,3% grasa, 1% proteína, 0,5% celulosa y oligoelementos como calcio, hierro y fósforo, vitaminas A, B y C. Este fruto posee apenas 25 calorías por cada 100 gramos

CITATION Bue15 \l 3082 [10]. •

Charleston: Es un híbrido de larga vida. Los frutos son firmes y tienen un excelente sabor. Se cosecha 3 meses después del trasplante. Se desarrolla mejor en clima templado CITATION Bue15 \l 3082 [10].

Titán: Su fruto es redondo. Es ideal para el cultivo en campo abierto y en invernaderos. Los frutos pesan de 200 a 250 gramos. Son muy firmes y resistentes a la manipulación

CITATION Bue15 \l 3082 [10]. • Pietro: Arbusto vigoroso, con racimos de 5 a 7 frutos semicirculares de color rojo intenso. El fruto de esta variedad pesa de 230 a 260 gramos Tiene larga vida en la percha

CITATION Bue15 \l 3082 [10]. • Fortaleza: Es ideal para invernaderos. La fruta crece incluso en lugares fríos

y con poca luz. Tiene excelente color y dureza. Crece, principalmente, en los valles de la Sierra

CITATION Bue15 \l 3082 [10]. •

Cherry: El fruto es del tamaño de una cereza. Necesita mucha luz y crece en climas tropicales. Su área de producción es mínima y su mercado está dirigido a la cocina gourmet

CITATION Bue15 \l 3082 [10]. • Chonto: Esta es una variedad de fructificación media que alcanza los 120 a 180 gramos de peso.

La consistencia del tomate chonto es dura y muy resistente a los viajes largos

CITATION Bue15 \l 3082 [10]. 3.4 INVERNADEROS Por lo general la obtención de tomates es de campo abierto, en lo cual nos permite verificar la producción en los

invernaderos o túneles de plásticos es cada día más importante para abastecer frutos frescos al mercado local. A diferencia

del cultivo al aire libre con limitaciones de tiempo, las plantas de tomate en un invernadero se pueden almacenar hasta por 11

meses. Los tomates de invernadero generalmente se cosechan verdes y se dejan madurar durante el transporte y luego

al supermercado. Frutos de invernadero con toda su maduración en la planta, tienden a tener una vida de anaquel más larga, mejor sabor y mayor valor en el mercado comparado con los que se cultivan al aire libre

CITATION Yar22 \l 3082 [11]. 3.4.1

Tipos de invernaderos 3.4.1.1 Invernadero tipo parral ("Almería") El invernadero tipo parral se caracteriza porque gran parte de sus elementos estructurales son flexibles, estando constituidos por alambres

cordeles individuales que son sometidos a una tensión inicial, durante

la

construcción, mediante el uso de cuerdas tensoras se fijan al suelo. El cerramiento de la cubierta se realiza con láminas flexibles de plástico, situadas entre dos mallas de alambre, que se extienden por

superficie de la estructura CITATION IEP17 \l 3082 [12].

Figura 3.7: Invernadero tipo parral.

• Parral simple: El parral simple es un invernadero a dos aguas al que se pueden adaptar canaletas laterales en caso de que exista una necesidad de recogida de aguas CITATION IEP17 \l 3082 [12].

• Parral en raspa y amagado:

La variedad de

raspa y amagado es un invernadero con una estructura compleja formada por diferentes módulos cuyos techos tienen diferentes ángulos de inclinación, desde 6° hasta 20°. La intersección de dos techos

cubierta de un módulo en su parte más alta se denomina "raspa",

que es la intersección "amagado"

entre módulos contiguos. Generalmente sobre el amagado se instalan canalones interiores para la evacuación de las aguas pluviales, pudiendo instalarse también canaletas laterales en los lados perimetrales

del parral CITATION IEP17 \l 3082 [12]. 3.4.1.2 Invernadero tipo capilla

La capilla del invernadero, también conocida como capilla de varias cámaras, se caracteriza por la forma del techo formado por arcos de medio punto y su estructura totalmente metálica. Este tipo de

invernadero será del tipo comúnmente denominado túnel múltiple, con invernaderos góticos e invernaderos asimétricos. El montaje se realiza de la misma forma que

Mecano. Las diferentes partes se unen con grapas, tuercas y tornillos, por lo que no es necesario soldar CITATION NOV002 \l 3082 [13].

Figura 3.8: Invernadero tipo capilla CITATION NOV00 \l 3082 [13]. 3.4.1.3 Invernadero tipo túnel

El invernadero tipo túnel no tiene paredes rectas, la estructura es completamente curva desde el punto de unión al suelo

hasta la cumbre. La forma de los arcos puede ser curva u ojival CITATION NOV00 \l 3082 [14].

Figura 3.9: Invernadero tipo túnel

CITATION NOV001 \l 3082 [14]. 3.4.1.4

Invernadero tipo de raspa y amagado

Los invernaderos de raspa y amagado son invernaderos típicos de Almería que resultan de una transformación de los invernaderos planos o tipo parral con el objetivo de poder evacuar el agua de lluvia

principalmente a que, en los invernaderos planos, al llover, se forman grandes bolsas de agua que perjudican y comprometen seriamente la estructura

CITATION NOV001 \l 3082 [15].

Figura 3.10: Invernadero tipo de raspa y amagado CITATION NOV002 \l 3082 [15]. 3.5

NORMATIVAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO 3.5.1 ASTM

Por sus siglas en inglés (American Society for Testing and Materials), es una institución internacional, esta norma está relacionada a la producción de metales, construcción, polímeros, combustible, etc.

puede aplicar a estudios e investigaciones de desarrollo en eficiencia y calidad de productos, así como en el comercio mundial

CITATION Esp19 \l 3082 [16]. 3.5.2

AISI

Por sus siglas en inglés (American Iron and Steel Institute), esta norma está dirigida a la producción de aceros y materiales que no contienen hierro en su estructura y composición química. La primera norma

explica la aleación, la segunda la cantidad del elemento con el que está principalmente diseñado y los dos últimos nos informan los porcentajes de carbono que contiene

CITATION Guz18 \l 3082 [17]. 3.5.3

NFPA 70E

Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo, se encarga de los requisitos de seguridad que deben alcanzar las instalaciones eléctricas ya sean domiciliarias o industriales, encargados básicamente de preservar el bienestar del operador y de la gente que se encuentra en el entorno CITATION NFP21 \l 3082 [18]. 3.5.4 Normas INEN

Estas normas están encargadas de inspeccionar los métodos de mercadeo, asegurando un manejo adecuado de los productos que se consumen en el Ecuador. De esta manera preservar la salud y conformidad de los compradores, verificando que se cumplan los estándares de calidad en la producción

CITATION Gob22 \l 3082 [19]. 3.5.5

Norma CPE INEN 01:1987 código de práctica para la manipulación de alimentos

En este código se aconseja usar métodos adecuados de aseo al momento de manipular alimentos con el propósito de que se evite el consumo de productos contaminados que perjudican la salud. Las disposiciones normativas de carácter técnico del presente código se complementarán con los reglamentos y otras regulaciones de carácter administrativo que expidan los Ministerios de Salud y Agricultura que corresponda

CITATION INS87 \l 3082 [20]. 3.5.6

Equipos y utensilios

En el artículo 3.2.5 de la norma CPE INEN 01:1987, se habla de los materiales que estén dirigidos al manejo de alimentos, estos no deben transferir sustancias tóxicas, hablando específicamente de los recipientes, estos no deberán emitir corrosión, las superficies de dicho material tienen que estar libres de imperfecciones tales como agujeros o aspereza que se desprenda y adhiera al producto. De igual manera menciona el artículo 3.5.1.1, que para este tipo de trabajos no se deberá utilizar material que se sabe que contiene sustancias extrañas, a menos que estas puedan reducirse a niveles tolerables CITATION INS87 \l 3082 [20]. 3.5.7 Norma INEN 1 745

En el artículo 4.1 se especifica que, para la clasificación del tomate se deberá tomar de referencia su diámetro ecuatorial. Para cada tipo se establece los grados de calidad correspondientes a una producción eficiente en cierto sector

CITATION INE90 \l 3082 [21]. 3.6 Método de clasificación 3.6.1 Descripción del método de clasificado tradicional

Hoy en día, la clasificación de los tomates por parte de los pequeños y medianos productores de invernadero suele realizarse de forma manual, por lo que la clasificación según la demanda del mercado se basa en el criterio individual de la persona que realiza el trabajo. Ordenar por tamaño ahora se ajusta de 1 a 5 rangos. Después de clasificar las frutas, el operador las almacenará en cajas de madera de 10 kg de peso, luego las colocará en un almacén fresco y seco para su posterior venta en el mercado mayorista o a proveedores locales.

Figura 3.11: Clasificado manual del tomate riñón. 3.7 Tipos de máquinas clasificadoras

Existen dos sistemas de clasificación: manual y mecanizado, aunque en algunos cultivos se

utiliza una combinación de los dos, como, por ejemplo: "cebolla, papa, zanahoria y otros, donde se facilita por medios mecánicos el destierro para la recolección manual del producto. 3.7.1

Máquina clasificadora mediante bandas transportadoras divisoras

La característica de esta máquina es que tiene un sistema de alimentación manual, donde los tomates se colocan en una tolva y se dejan caer por gravedad sobre una cinta transportadora con aberturas de diferentes diámetros están calibrados para los diversos tamaños del producto. Cada cinta transportadora y su consiguiente ranura constituyen un módulo, el mismo módulo perteneciente a cada dimensión que se desea clasificar, estos presentan una mínima inclinación, con ello el producto sin clasificar avanzará al módulo deseado.

Figura 3.12: Máquina clasificadora de tomates mediante bandas teletransportadores divisoras

CITATION TAB03 \l 3082 [22]. 3.7.2

Máquina clasificadora de acuerdo a la masa

Esta máquina cuenta con un sistema que a medida que la fruta ingresa a la máquina, avanza a una sucesión de contenedores, los cuales se trasladan al sistema de pesaje. El peso de la fruta al igualar a un contrapeso, lo supera y desciende dócilmente sobre la cinta transportadora situada abajo. En tanto el mecanismo de calibre se puede ajustar activando un simple contrapeso. Finalmente, los pequeños tomates son anulados por un transportador en la última parte de la máquina.

Figura 3.13: Máquina clasificadora de frutos de acuerdo a su masa

CITATION TAB03 \l 3082 [22].

3.7.3

Máquina clasificadora por tambor giratorio

Este sistema de clasificación se encuentra diseñado para la clasificación de verduras, frutas y hortalizas con forma redonda u oval, tales como tomates riñón, duraznos, frutillas, sandías, manzanas, mandarinas, naranjas y tomates de árbol. La máquina de clasificación dispone de una tolva o cinta de alimentación, en donde se coloca la fruta a clasificar, y luego cae en un tambor giratorio, normalmente con cubiertas de goma el exterior, para que la fruta se deslice por su periferia.

Figura 3.14: Máquina clasificadora de frutos mediante tambor giratorio

CITATION Muñ20 \l 3082 [1]. 3.7.4

Máquina clasificadora de banda transportadora

El siguiente sistema clasificador tiene un transportador de bandas que separa los tomates de diferentes tamaños a medida que viajan por el camino de la máquina, a medida que se van clasificando el producto caerá sobre las cajas.

Figura 3.15: Máquina clasificadora de frutos mediante banda transportadora

CITATION Ang13 \l 3082 [23]. 3.8 Cosecha

Recuerde que una buena gestión de las operaciones de cosecha a menudo se refleja en la velocidad a la que los productos se mueven desde el campo hasta el mercado o el centro de acopio. Aunque generalmente cosecha se define como el conjunto de frutos cogidos, o la temporada en que se recolectan, el manejo actual de los cultivos confiere a la cosecha una serie de aspectos importantes, que van desde la manera de retirar el fruto de la planta, su acondicionamiento y selección, hasta el empaque para ser trasladado al sitio donde se comercializará.

Dependiendo de la variedad, la cosecha comienza de 65 a 100 días después del trasplante y puede durar de 80 a 90 días, exhibiendo la siguiente distribución:

- 25% en los primeros 20 días o primer mes.
- 50% en los 20 días siguientes o segundo mes.
- 25% en el período restante

CITATION Gal95 \l 3082 [24]. 3.9 Post cosecha

Después de que la fruta sale del campo, se lavan brevemente con agua limpia para eliminar el polvo o las impurezas de la fruta, luego se dejan secar a temperatura ambiente y finalmente se clasifican en sus respectivos tamaños.

Figura 3.16: Proceso de post cosecha de tomate en el invernadero de la señora Juana Chiluiza 3.10 Caracterización física del tomate

riñón

Según el estudio de campo realizado, los tomates se clasifican en cinco tamaños como primero, segundo, tercero, cuarto

y quinto. En la figura se observa la clasificación típica del tomate piéto.

Figura 3.17: Clasificación del tomate piéto de acuerdo a su tamaño.

Las características físicas que se han determinado son: dimensión y peso

del tomate. 3.10.1 Dimensiones del tomate

Se tomaron las dimensiones del alto y el diámetro mayor en milímetros como se indica en la figura 3.18, mediante el empleo del calibrador pie de rey con precisión de 0.05 (mm). El alto corresponde a la medida entre la zona apical y pendular, el diámetro corresponde al diámetro horizontal o ecuatorial considerando la dimensión mayor.

Figura 3.18: Dimensiones del tomate piéto 3.10.2 Masa del tomate piéto

La masa se determina utilizando una balanza electrónica marca Shine con capacidad de 5000 gramos, con una precisión de 1 gramo por lectura directa como se muestra en la Figura 3.19.

Figura 3.19: Ensayos de masa

realizada a cada tipo de tomate piéto.

De acuerdo a las pruebas realizadas a los tomates en la medición de dimensión y masa, los resultados obtenidos

se presentan en la Tabla 3.1. Tabla 3.1 Clasificación del tomate piéto de acuerdo a su tamaño.

CLASE

DIÁMETRO MAYOR

ALTURA

MASA APROXIMADA

Primera

Mayor a 85 (mm)

Mayor a 63 (mm)

Entre 60 y 70 (g)

Segunda

Mediano de 85 a 75 (mm)

Mediano de 63 a 61 (mm)

Entre 40 y 60 (g)

Tercera

Mediano de 75 a 65 (mm)

Mediano de 61 a 57 (mm)

Entre 30 y 40 (g)

Cuarta

Pequeño de 65 a 55 (mm)

Pequeño de 57 a 54 (mm)

Entre 20 y 30 (g)

Quinta

Menor de 45 (mm)

Menor de 52 (mm)

Menor a 10 (g)

3.11 Aceros de transmisión AISI 1018

Este acero

se utiliza en aplicaciones con cargas mecánicas ligeras, cierta dureza, por ejemplo, pernos y tuercas, piezas pequeñas de máquinas, ejes, bujes, pasadores, abrazaderas y entre otros. Puede cementar

penetración debido al alto contenido de manganeso. Tiene una

excelente soldabilidad. En la siguiente tabla se observa las propiedades mecánicas

CITATION DIP22 \l 3082 [25].

Tabla 3.2 Propiedades mecánicas AISI 1018 CITATION Boh22 \l 3082 [26].

Diámetro (mm)

Esfuerzo de cedencia (Kg/mm<sup>2</sup>)

Min 31

Resistencia a la tracción (Kg/mm<sup>2</sup>)

51-71

Elongación A5

20 %

Reducción de área Z

57 %

Dureza (HB)

163 3.11.1

Aceros inoxidables

El acero inoxidable se utiliza como material de ingeniería debido a

su excelente resistencia a la corrosión en muchos entornos. La resistencia a la corrosión de este acero se debe a su alto contenido en cromo,

con cantidades superiores al 10%, posiblemente hasta el 30%. Cr es un metal que reacciona

y se combina con el oxígeno del aire o bajo cualquier otra condición para formar un óxido superficial que protege la aleación de hierro

y cromo subyacente de la corrosión.

91%

MATCHING BLOCK 1/12

SA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MAQUINA CLASIFICA ... (D30048907)

Para que exista este óxido protector, el acero inoxidable debe estar expuesto a agentes oxidantes CITATION LAU03 \l 3082 [27].

Tabla 3.3 Métodos de corte de acero inoxidable CITATION ACE17 \l 3082 [28].

Método Espesor Comentario Guillotina Láminas, cintas, placas finas Prepara el borde expuesto al ambiente para eliminar rendijas. Corte por sierra y abrasivo Amplio rango de espesores Retire cualquier

lubricante o fluido de corte antes de soldar o tratar térmicamente. Máquina Amplio rango de formas Eliminar lubricantes o fluidos de corte antes de soldar o tratar térmicamente. Corte con

acero plasma Amplio rango de espesores Amolar las superficies cortados

para limpiar el metal Corte con polvo metálico Amplio rango de espesores

Corta con menos precisión que el plasma, se debe eliminar toda la escoria. Corte por arco de grafito La hoja de arco de grafito se usa

para golpear la parte posterior de la soldadura y cortar Amolar las superficies cortados para limpiar el metal 3.11.2 Aceros inoxidables austeníticos

Se trata de acero inoxidable

cromo-níquel (3xx) y cromo-níquel manganeso (2xx), que tienen austenítico; son esencialmente no magnéticos en estado refinado y no envejecen con el tratamiento térmico. El trabajo en frío

desarrolla una amplia gama de propiedades mecánicas, son muy resistentes al impacto y difíciles de procesar si contienen azufre y selenio.

Estos aceros tienen mayor resistencia a la corrosión que los de tipo ferrítico y martensítico porque los carburos pueden conservarse en solución sólida mediante el enfriamiento rápido a partir de altas

temperaturas

CITATION Syd22 \l 3082 [29]. 3.11.3

Acero inoxidable austenítico 304

Es un acero ampliamente utilizado para equipos químicos y procesamiento de alimentos. Tiene excelentes propiedades de formación y soldadura. Tiene propiedades especiales para soldadura, buena

resistencia a

la corrosión. Tabla 3.4 Propiedades del acero inoxidable

CITATION Cas14 \l 3082 [30].

Propiedades mecánicas Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI) Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI) Elongación 30 % (en 50 mm) Reducción de área 40 % Moduló de elasticidad 200 GPa (2900 KSI)

Propiedades físicas Densidad 7.8 g/cm<sup>3</sup> (0.28 lb/

in<sup>3</sup>) Propiedades químicas 0.08 % C min. 2.00 % Mn 1.00 % Si 18.0-20.0 %

Cr 8.0-10.5 % Ni 0.045 % P 0.03 % S Usos Equipos de procesamiento de alimentos, enfriadores de leche,

calentadores, contenedores y

productos químicos, tanques de almacenamiento de vino y cerveza, repuestos para extintores.

3.11.4 Factores que afectan la resistencia a la corrosión de las soldaduras en acero inoxidable

Es útil describir los tipos de soldaduras y superficies de acero inoxidable que funcionarán mejor en ambientes corrosivos. Estos son factores que el soldador puede controlar, no la elección del material

generalmente el usuario. La producción de equipos anticorrosión debe ser un esfuerzo conjunto de seleccionar la aleación correcta y

luego usar buenos procesos de soldadura y fabricación. Ambos elementos son esenciales CITATION ACE171 \l 3082 [31]. 3.11.5 Electrodo para soldadura de aceros inoxidables

Hay muchos tipos diferentes de electrodos

que a menudo producen un metal de soldadura con una

composición

química muy similar a la del material base.

Tabla 3.5 Tipos de electrodos para soldar acero inoxidable

CITATION Cas14 \l 3082 [30].

Metal base

Electrodo recubierto AWS

Electrodo desnudo AWS

AISI (UNS)

AWS A5.4 (UNS)

AWS A 5.9 (UNS)

304 (S30400)

E308(W30810)

ER308(S30880)

304L (S30400)

E308L(W30813)

ER308L(S30883)

316(S31600)

E308(W31610)

ER308(S31680)

316L(S30400)

E316L(W31613)

ER316L(S31683) 3.12

Parámetros para seleccionar un motor

Los aspectos fundamentales para escoger un motor son los siguientes observar anexo 4:

- Voltaje al que va a trabajar el motor.
- Frecuencia.
- Velocidad de trabajo del motor.
- Condiciones ambientales donde va a trabajar el mismo.
- Fácil mantenimiento.
- Potencia del motor.
- Costo. 3.13

Motor reductor

La importancia del motorreductor es adaptar el movimiento del motor a la velocidad requerida para que la máquina funcione. Los engranajes son una parte importante de los

motores mecánicos, eléctricos, hidráulicos y biológicos. Es más fácil pensar en un reductor de engranajes como un

solo engranaje o una serie de engranajes que funcionan juntos para aumentar el par motor. Los motorreductores tienen motores que están

directamente acoplados. La sencillez del principio de funcionamiento y su grado de utilidad en una gran variedad de aplicaciones es lo que ha construido la trascendencia de este invento al través de

CITATION Ind \l 3082 [32]. 3.14 Tolva de alimentación

Esto se denomina dispositivo grande tipo tolva para almacenar

y transferir materiales granulares o en polvo; Son de forma cónica y siempre de paredes inclinadas, su reabastecimiento se realiza por arriba y su evacuación por abajo. 3.15 Chumaceras

Una chumacera es

una fundición tubular donde es la combinación de un cojinete de bolas radial y sellos en una carcasa de hierro fundido o acero prensado de alta calidad, tienen diferentes diseños y características.

Figura 3.20: Variedad de chumaceras CITATION Ecu20 \l 3082 [33]. 3.16 Voz del usuario

De acuerdo con la investigación de campo y la investigación del fabricante, el automóvil debe tener lo siguiente características:

- Facilidad de uso.
- Alimentado por electricidad.
- Materias primas.
- Clasificación de 5 tamaños diferentes de tomates.
- Desmontable.
- De fácil mantenimiento.
- Construida con materiales que cumpla parámetros de manipulación de alimentos (hortalizas).
- Clasifique de una manera rápida.

Clasificando un buen número de tomates, su potencial de masa es considerable..

- Sin alto costo 3.17 Voz del Ingeniero

Después de analizar los parámetros clave de las necesidades del usuario, se traducen técnicamente, dando como resultado las siguientes características.

- Ergonomía.
- Suministro de energía.
- Alimentación manual.
- Tiempo de proceso de clasificación.
- Dimensiones.
- Periodos de mantenimiento.
- Materiales
- Confiabilidad.
- Numero de cajas/ hora
- Costo. 3.18

MEMORIA DE CÁLCULO

Para

organizar el diseño, cada elemento que compone la máquina se ha subdividido y tiene una secuencia de cálculo como se muestra en la Figura 3.21.

Figura 3.21: Secuencia de cálculos 3.19

Análisis funcional

La función principal de la máquina es clasificar los tomates riñón, en tamaños primero, segundo, tercero, cuarto y quinto, respectivamente.

Cabe señalar que se ha adaptado un espacio adicional para la clasificación mediante jaula, que se desplazará sobre su propio eje y permitirá clasificar tomates de menos de 4 cm de diámetro.

El diagrama de bloques de la clasificadora de tomates se muestra en la figura 3.22.

Figura 3.22: Diagrama funcional de la máquina

Para el primer parámetro del análisis funcional, las señales de entrada son: el

tomate, que corresponde al material, la señal de energía, que es eléctrica, y la señal de control, que es el arranque. 3.20 Señales que salen del sistema son: Los tomates

se clasifican por tamaño de primero, segundo, tercero, cuarto y quinto.

Las habilidades que resumen la operación

principal de la máquina, clasificando los tomates de acuerdo con los requisitos anteriores, se presentan en la Figura 3.23.

Figura 3.23: Modelo funcional

En cuanto al diseño de la máquina

de tomates, cada función que realiza la máquina es para cumplir su cometido y se resume en un módulo. 3.21 Definición de módulos

Un módulo nos ayuda a definir el rendimiento del producto, reducir costes y facilitar el mantenimiento.

Alternativas a módulo

- Funcionamiento.
- Alimentación.
- Clasificación.
- Transporte de los productos clasificados.
- Recogida de productos clasificados.

Preguntamos a los propietarios qué querían que tuviera la máquina para obtener la información necesaria para conocer la calidad técnica de la máquina para la que fue diseñada, se encontraron las siguientes soluciones para

los requerimientos con mayor impacto. Tabla 3.6 Alternativas de solución

La opción seleccionada es la número 2,

que incluye el inicio automático,

la alimentación de los tomates se realizará en la tolva, el método de clasificación se realizará por jaula, los tomates caerán por gravedad en diferentes contenedores clasificados. 3.21.1 Puesta en marcha

En nuestro país, la mayoría de los agricultores tienen 220 voltios en casa como fuente de energía eléctrica. 3.21.2 Energía eléctrica

La

energía

eléctrica es una forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos que,

al estar en contacto con un objeto conductor, puede crear una corriente eléctrica entre ellos.

Ventajas

- La energía eléctrica es muy fácil de transportar y de distribuir.
- Satisfacer necesidades

del

hogar y la oficina.

- Permitir su accesibilidad a los lugares más remotos.

Desventajas

•

Para obtener electricidad,

destruimos muchos hábitats naturales.

- Las personas que abusan de la electricidad como fuente de energía no ayudan al medio ambiente.

La energía eléctrica de hoy es tan fundamental que si desapareciera sería un caos. 3.21.3 Alimentación. Colocar el producto en la tolva La alimentación puede ser manual o automática.

A pedido del promotor, se utiliza una alimentación manual. 3.21.4 Principios de funcionamiento de la máquina clasificadora de tomate

El motor de clasificación se activa mediante un interruptor de combinación en el motor, colocamos los contenedores en las posiciones respectivas

para recoger los tomates clasificados.

Cargamos manualmente la tolva de alimentación, excluyendo producto dañado o defectuoso, su capacidad es de 0.0576 3 tomates previamente sin clasificar, que es 1 caja con capacidad de 23 [kg] f

cumplir con la capacidad establecida

del objetivo, la alimentación de material se realiza a intervalos de aproximadamente 30 segundos o cuando no queda material en la tolva de entrega.

El módulo

clasifica automáticamente los tomates, dejando caer los tomates clasificados por gravedad en sus respectivos cajones.

Después de llenar cada caja (23 [kg]), se retira y luego

se coloca otra caja vacía para que la máquina siga clasificando automáticamente. 3.22

Características de la máquina clasificadora de tomate riñón MEDIANTE JAULAS

Luego de analizar las diferentes alternativas, así como los criterios

pertinentes, se procedió

a la selección de la mejor, ver anexo 5.

La máquina seleccionada fue una clasificadora de jaulas, cumpliendo con la voz del usuario.

El mismo ha

sido traducido a especificaciones por parte del ingeniero y obtenido un prediseño, como se puede apreciar en la figura 3.24, en la cual se pueden observar los componentes de la máquina.

Figura 3.24: Prototipo de la máquina clasificadora Tabla 3.7 Elementos de la máquina N° de elemento Denominación 1 Motor reductor 2 Banda transportadora 3 Garullas de 15mm 4 Ejes 5 Chumaceras

7 Cajas 8 Pernos 9 Arandela 10 Tolva de alimentación 11 Tolva de descarga 12 Piñones 13 Cadenas 3.22.1

Elementos de la máquina clasificadora de tomate riñón

Cumplen las siguientes funciones:

- Tolva de alimentación: La tolva se diseña de acuerdo a la capacidad de producción y será el almacenamiento de materias primas para su posterior clasificación.
- Estructura: El propio diseño debe ser capaz de soportar

el peso de todos los elementos que componen la máquina, respetando las exigencias del usuario.

- Bandejas de despacho: Sirven para recibir materias primas clasificadas en diferentes módulos.

• Motor:

Al tener la función de convertir

la energía eléctrica en energía mecánica, se requiere un motor trifásico para fuente

de 220 Voltios, esta fuente

permitirá el funcionamiento de la máquina.

- Eslabones: Es el elemento que actúa como enlace para mantener la distancia necesaria entre las jaulas. Para cada módulo, hay diferentes tipos de enlaces.

- Eje: Es la pieza que forma la parte principal de transmisión de la máquina, incluyendo las partes móviles.

•

Piñón:

Nos permite la transmisión de velocidad

- Sistema de transmisión: Es el encargado de transmitir la potencia del motor a cada eje de los módulos, que movilizarán los rodillos para su limado.

- Jaulas: Son los encargados de transportar los tomates para su clasificación.

- Rodamientos: Es un rodamiento que minimiza el rozamiento que se produce entre el eje y las piezas que se conectarán a él, que actúa como soporte y facilita su movimiento.
- Anillos de retención: Estos son componentes de precisión diseñados para ser aplicados a ejes o en ranuras y brindan apoyo para ajustar la posición de las partes
- Chumaceras: Ayudan a sostener los rodamientos.
- Carcasa de la estructura de la máquina: Se utiliza como medida de protección ya que se considera el principal medio de protección para controlar riesgos mecánicos en maquinaria, incluyendo como resguardo: "un medio de protección que impide o impide el acceso de personas o de sus extremidades a un punto o área peligrosa de la

48%

MATCHING BLOCK 3/12

SA PROYECTO DE TITULACION - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ... (D29676128)

máquina". • Protector de cadena: Se debe utilizar una barrera protectora ya que las cadenas de transmisión estarán en constante movimiento y al aire libre, existe el riesgo de atrapamiento o

enredo del

operador. 3.23 Capacidad de la máquina clasificadora automática de tomate riñón

El criterio básico que tenemos para enfocarnos en el diseño de la máquina es su capacidad, trabaja para empacar en invernadero con una capacidad de la caja de 23 Kg.

Capacidad = 80 cajas de 23 /h = 1840 /h

Esta capacidad requerida se debe al requerimiento de la casa patrocinadora y de tomate riñón producido en invernadero de tomates.. 4. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de la máquina clasificadora automática se fundamentó en la planificación y construcción que permitió un diseño de dicho elemento, en base a herramientas computacionales de diseño, programación. El sustento del diseño de la máquina clasificadora se ve reflejado en la investigación de trabajos antecedentes, libros y software computacionales. 4.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El lugar donde se va a implementar la máquina clasificadora automática es en la región Sierra, provincia de Tungurahua, cantón Santiago de Pillaro, parroquia San Andrés, Comunidad Huapante Grande invernaderos de tomates riñón en la plantación de la Señora Juana Chiluiza.

Figura 4.1: Mapa de la Provincia de Tungurahua

Figura 4.2: Solidificación de la Comunidad de Huapante Grande

Figura 4.3: Ubicación específica de la Comunidad de Huapante Grande 4.2 MÉTODOS 4.2.1 Método bibliográfico

Previo a la implementación de la máquina clasificadora automática se investigaron antecedentes, máquinas clasificadoras similares existentes en el mercado, normas y políticas públicas que son necesarias tomados en cuenta ya que es los mismos orientan y contribuyen para determinar la disminución de tiempo en la producción del clasificado de tomate riñón en los invernaderos. 4.2.2 Método de

En este estudio se realizó una investigación en la plantación de la Señora Juana Chiluiza ubicada en Huapante Grande de la provincia de Tungurahua para determinar los diferentes tamaños de tomate hacer clasificados en los cuales tenemos de primera, segunda, tercera, cuarta y quinta. 4.2.3 Método experimental

Este método se constituyó como uno de los más relevantes ya que para realizar las pruebas se lo realizó en el invernadero de la Señora Juana Chiluiza obteniendo resultados que ayudó a reducir el tiempo clasificado y a disminuir la mano de obra, la máquina ayudó a disminuir el tiempo de clasificado y se socializó con la dueña del invernadero. 4.2.4 Método cuantitativo

Este método cuantitativo y también es realizado en el proyecto ya que influye principalmente en las variables eléctricas como en el voltaje y corriente para las entradas y salidas del LOGO debido a que el voltaje es de 120 V. 4.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN 4.3.1 Observación

Mediante esta técnica se pudo visualizar el tiempo de clasificado que se demora entre la máquina automática y la forma de clasificar manualmente.

4.3.2 Medición

Con esta técnica de medición se tomó los datos que nos permitió realizar nuestra máquina clasificadora ya que consta de primera a quinta tamaños de clasificado del tomate riñón. 4.3.3 Simulación Mediante esta técnica de simulación se realizó en Solid Works para la estructura y en LOGO para el sistema eléctrico, lo cual se realizó su respectiva estructura para luego instalar el sistema eléctrico (

posteriormente el ensamble de los componentes eléctricos para automatizar la máquina clasificadora en el lugar que se va a implementar. 4.4 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN 4.4.1 Multímetro La utilización de este dispositivo es para la identificación y agrupación de los elementos eléctricos con las mismas características ya sea voltaje o corriente de tal manera permita conectar sin tener algún

eléctrico. 4.4.2 Finales de carrera

Los finales de carrera van a pasar a ser un sensor, ya que va poder hacer un conteo de cuantos tomates se llena una caja, esta previamente programada con el logo. 4.4.3 Software de simulación SOLIDWORKS

Es un software CAD (diseño asistido por computadora) en 3D para modelar piezas y ensamblajes en 3D y dibujos en 2D. El software ofrece una amplia gama de soluciones para cubrir todos los aspectos relacionados con

el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño CITATION SOL18 \l 3082 [34]. LOGO

Instalación sencilla, cableado mínimo, programación fácil de usar: puede

realizar fácilmente pequeños proyectos de automatización con

El LOGO! Logic Module ahorra espacio en el gabinete de control y le permite realizar fácilmente funciones como temporizadores, relés de tiempo, contadores y relés auxiliares.

Figura 4.4: Partes del LOGO SIEMENS

CITATION SIE22 \l 3082 [35]. 4.5

TABLAS DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En la presente propuesta tecnológica se presenta la siguiente variable independiente con sus categorías, indicadores, ítems, técnicas e instrumentos que son detallados en la tabla 4.1. Tabla 4.1 Variables independientes Variables de entrada Relación con el diseño e implementación de la máquina clasificadora automática Concepto Categoría Indicadores Ítem Técnicas Instrumentos Sistema automatizado

máquina clasificadora Variables del sistema eléctrico de entrada Alimentación Voltaje Corriente Consumo total Cálculo Cálculo Cálculo Voltímetro Amperímetro Voltímetro

Variables del sistema automatizado Finales de carrera(sensor) Programación Entrada finales de carrera Entrada motor C++-Bloques C++-Bloques Diseño LOGO LOGO

Variables del sistema eléctrico de salida Conteo de finales de carrera Clasificación Diseño LOGO

En la presente propuesta tecnológica se presenta la siguiente variable independiente con sus categorías, indicadores, ítems, técnicas e instrumentos que son detallados en la tabla 4.2. Tabla 4.2 Variables dependientes Variables de salida Relación con la disminución del tiempo de clasificado en post cosecha Concepto Categoría Indicadores Ítem Técnicas Instrumentos Tiempo de reducción de clasificado

Variables de ahorro Económico Mano de obra Costos Tiempo Dinero Dinero Horas Observación Observación Observación

4.6 MATERIALES Para la respectiva construcción de la máquina clasificadora automatizada se utilizaron los siguientes materiales. Los materiales para su respectiva estructura se lo demuestran en la siguiente tabla 4.3, en donde se lo realizó de acuerdo al cálculo y dimensionamiento respectivo Tabla 4.3 Materiales de construcción Ítems Descripción 1 Kilo de plancha LC 2 Kilo de plancha LF 3 Pernos 6X50

3/8 5 Broca 6 Machuelo 7 Chumaceras 8 Garrucha con freno 75 mm 9 Ejes 3/8 de 6m 10 Cadena 428 11 Piñón motriz 12 Platina una pulgada y media por 1/8 13 Angulo Los materiales para su respectivo armado eléctrico se lo demuestran en la siguiente tabla 4.4, en donde se lo realizó de acuerdo al cálculo y dimensionamiento respectivo. Tabla 4.4 Materiales eléctricos Ítems Descripción 1 Motor reducción

y medio 2 LOGO 230 3 Micro switch 4 Selector dos posiciones 5 Pulsador tipo hongo 6 Contactador 7 Relé térmico 8 Breaker 9 Riel DIN acero perforado 10 Canaleta ranurada 11 Luz piloto rojo y verde 12 Gabinete doble fondo 40X40X15 mm 13 Cable AWG Blanco y azul

4.6.1 Ecuaciones Ecuación 4.1 Cálculo de la capacidad a transportarse  $A=a*b$  (4.1)

Donde: A = Área, (mm<sup>2</sup>) a = lado 1, (mm)

b = lado 2, (mm) Ecuación 4.2 Dimensiones de tomates A continuación, se determinará el número de tomates que podrá transportar la banda inclinada para que después sean clasificados.

$N_{tomates} = A_{total} / A_{tomate}$  (4.2)

Donde: Ntomates = Número de tomates, (adimensional) Atotal = Área total de la banda transportadora, (mm<sup>2</sup>) Atomate = Área del tomate, (mm<sup>2</sup>) Ecuación 4.3 Peso máximo

Mediante los valores obtenidos anteriormente en cuanto al número de tomates que podrá estar en la banda transportadora, se procederá a calcular cual es el peso máximo que dicha banda estará transportando al área de clasificación de los tomates.

$W = N_{\text{tomates}} \cdot m$  (4.3) Donde:  $W$  = Peso máximo, (Kg)  $N_{\text{tomates}}$  = Número de tomates, (adimensional)  $m$  = Masa del tomate, (kg) Ecuación 4.4 Cálculo de fuerza sobre la banda  $F_n = W \cdot g$  (4.4)

Donde:  $W$  = Peso máximo, (Kg)  $g$  = Gravedad, (m/s<sup>2</sup>)

SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR Ecuación 4.5 Cálculo de velocidad angular La velocidad recomendada para máquinas clasificadoras de tomates varia en un rango de 50 a 70 rpm, ya que mediana misma el producto no llegaría a estropearse en el instante de su clasificación.

70

$RPM \cdot 2\pi \cdot 1 \text{ vuelta} \cdot 1 \text{ min} / 60 \text{ seg} = 7.33 \text{ rad/seg}$  (4.5) Ecuación 4.6 Cálculo de torque  $T = F \cdot r$  (4.6)

Donde:  $T$  = Torque, (Nm)  $F$  = Fuerza a transportar, (N).  $r$  = Radio, (m) Ecuación 4.7 Cálculo de la potencia del motor  $P = T \cdot \omega$  (4.7)

Donde:  $P$  = Potencia del motor reductor Watts  $T$  = Torque, (Nm)  $\omega$  = velocidad angular Ecuación 4.8 Cálculo de fuerzas en catalina 8B Cálculo fuerza neta

$T = F_n \cdot R$   $F_n = TR$  (4.8) Donde:  $F_n$  = Fuerza neta  $T$  = Torque, (Nm)  $R$  = Ecuación 4.9 Cálculo fuerza de flexión  $F_{sc} = 1.5 \cdot F_n$  (4.9)

Donde:  $F_{sc}$  =

Fuerza de flexión  $F_n$  = Fuerza neta Ecuación 4.10 Cálculo de fuerza centrípeta en la jaula Cálculo fuerza neta

$T = F_t \cdot R$   $F_t = TR$  (4.10) Donde:  $F_t$  =

Fuerza centrípeta  $T$  = Torque, (Nm) CÁLCULO DE FATIGA Y DIÁMETRO DE EJE Ecuación 4.11 Cálculo del límite de resistencia

$S_e = 0.5 \cdot S_{ut}$  (4.11)

Donde:  $S_e$  = Fuerza centrípeta  $S_{ut}$  =

Fuerza centrípeta

Ecuación 4.12

Factores que modifican

96%

MATCHING BLOCK 4/12

SA Digital Tesis Andrés Carrillo (1).docx (D48395525)

el límite de resistencia a la fatiga  $S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \cdot$

$S_e$  (4.12)

Donde:  $S_e$  =

Límite de resistencia de

fatiga

98%

MATCHING BLOCK 5/12

SA 8. TESIS-SEMBRADORA DE QUINUA vf.docx (D64164878)

$k_a$  = Factor de modificación de la condición superficial  $k_b$  = Factor de modificación de tamaño  $k_c$  = Factor de modificación de la carga  $k_d$  = Factor de modificación de la temperatura  $k_e$  = factor de confiabilidad  $k_f$  = Factor de modificación de efectos varios  $S_e$  =

Fuerza centrípeta

Ecuación 4.13 Calculo factor de superficie  $K_a = a(S_{ut})^b$  (4.13)

$k_a$  = Factor de superficie  $a$  =

Factor a maquinado  $S_{ut}$  =  $b$  = Exponente b Ecuación 4.14 Cálculo del radio de la muesca (Redondeos de ejes)

La sensibilidad a la muesca,  $q$ , está definida por

$q = K_f - 1 K_t - 1$   $q_{\text{cortante}} = K_{fs} - 1 K_{ts} - 1$  (4.14)

Donde:  $q$  = se encuentra usualmente en cero y la unidad En

la ecuación 4.14 muestra que  $q=0$ , entonces  $K_f=1$ , y el material no tiene ninguna sensibilidad a la muesca. Por otro lado, si  $q=1$ , entonces

$K_f = K_f$

y el material tiene una sensibilidad total a la muesca. CÁLCULO DEL DIÁMETRO Ecuación 4.15 Flexión

$K_f = 1 + q(K_t - 1)$  (4.15)

Ecuación 4.16 Torsión  $K_{fs} = 1 + q(K_{ts} - 1)$  (4.16)

Ecuación 4.17 Diámetro 1

$d_1 = 316 \cdot n \cdot \sqrt[3]{1.5 S_e (K_f \cdot M_a)^2 + 3(K_{fs} \cdot T_a)^2}$  (4.17)

Ecuación 4.18 Cálculo de relación de transmisión

La máquina poseerá una velocidad angular de 70rpm la cual debe ser constaté en la entrada y salida de la misma, por lo que su relación de transmisión deberá ser de 1:1.

$i =$

$Z_1 Z_2$  (4.18) Donde:  $Z_1$  = Número de dientes de la catalina 1, (adimensional).  $Z_2$  = Número de dientes de la catalina 2, (adimensional).  $i$  = Relación de transmisión, (adimensional).

Ecuación 4.19 Cálculo de numero de eslabones de una cadena

$N = 2 \cdot C_p + Z_1 + Z_2 + p \cdot (Z_1 + Z_2) / 240 \cdot C$  (4.19)

Donde:  $N$  = Número de eslabones, (adimensional).  $p$  = Paso de la cadena, (mm).  $Z_1$  = Número de dientes de la catalina 1, (adimensional).  $Z_2$  = Número de dientes de la catalina 2, (adimensional).  $C$  = D entre centros, (mm). Ecuación 4.20 Longitud de la cadena, (mm).

$L = N \cdot p$  (4.20) Donde:  $N$  = Número de eslabones, (adimensional).  $p$  = Paso de la cadena, (mm).  $L$  = Longitud de la cadena, (mm).

Ecuación 4.21 Selección del rodamientos o chumaceras.  $P_o = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$  (4.21)

Ecuación 4.22 Carga estática equivalente  $P_o = 0.6 F_r$  (4.22)

4.7 DISEÑO DEL DISPOSITIVO 4.7.1 Diagrama general

La máquina clasificadora está constituida básicamente de un sistema de alimentación que es donde un operario debe colocar y retirar las cajas de tomates cuando el sensor cuente el número de tomates tamaño y ya se haya llenado, al momento de que estos se clasifiquen de una manera ordenada. El mecanismo de clasificación de la máquina está diseñado para seleccionar 5 tamaños de tomates, el clasificación consta de una tolva de llenado para luego ser transportado mediante una banda hacia las jaulas donde se produce su respectivo clasificado, lo cual los ejes de las jaulas se encuentran accionados por un piñón que hará girar a las jaulas mediante una cadena. Como primera instancia se procede a la puesta en marcha de la máquina, el motor convertirá la energía eléctrica en energía mecánica, luego se procede a ingresar el tomate riñón que finalmente será clasificado en 5 tamaños de diferentes tamaños.

Figura 4.5: Diagrama general de la máquina 4.7.2 Esquema de conexión

En esta parte se seleccionará los componentes que conformarán el sistema de arranque de la máquina, dentro de estos elementos podemos encontrar el contactor, el relé térmico, el cable conductor y protecciones respectivas del circuito y los pulsadores tanto de arranque como de paro.

Para el dimensionamiento de los componentes del sistema eléctrico se toma en cuenta que tiene un motor trifásico ya que tiene dos fases líneas y neutro, en primer lugar, se coloca una protección eléctrica y luego se coloca un contactor, y posteriormente un relé térmico.

Para dimensionar la protección eléctrica, el cable y el disyuntor, verificamos la intensidad nominal del motor y la multiplicamos por el factor de dimensionamiento. El resultado de este cálculo se lo buscamos en los catálogos y se procede a seleccionar el valor del componente que esta más próximo, observar en anexo 2.

Figura 4.6: Esquema de conexión 4.7.3 Programación del LOGO

De acuerdo a los requerimientos del diseño se realizó el programa para el LOGO. Este programa permite adquirir y procesar datos, se debe configurar parámetros y declarar variables, una vez declaradas las variables nuestro LOGO tiene la función de conteo ya que cuenta con un sensor para el respectivo llenado de las cajas de tomate, una vez que cuenta sus diferentes variables el sistema se detiene para proceder al retiro de la caja de tomate ya llenado. En el anexo 1 se detalla la programación de cada uno de los componentes del LOGO, observar anexo 1.



Figura 4.7: Diagrama de flujo del sistema de automatizado

## 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Se realizó los análisis del comportamiento práctico de la máquina clasificadora automática en el proceso de postcosecha en el invernadero de tomates riñón de la Señora Juana Chiluita ubicado en Huapante Grande de la provincia de Tungurahua. Obteniendo un efecto positivo en la reducción del tiempo llevando a cabo la clasificación y adquiriendo un mejor resultado a su vez mejorando el aspecto económico que se pudo disminuir el tiempo de 6 horas a 3 horas de clasificado y perfeccionando toda la etapa de postcosecha.

### 5.1 SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

Se efectuó la selección de cada uno de los materiales que se utiliza para la respectiva construcción y armado del circuito eléctrico de la máquina clasificadora automática, esta selección se realizó tomando en cuenta las características que mejor se adapte a cumplir nuestro objetivo de la propuesta tecnológica. En el anexo ... se puede observar cada uno de los elementos seleccionados, sus características y que cumple cada uno. En la tabla 5.1 se muestra los resultados de la selección. Tabla 5.1 Selección de los materiales

Ítems	Descripción
1	Kilo de plancha LC
2	Kilo de plancha LF
3	Pernos 6X50
4	Pernos Broca 6 Machuelo
7	Chumaceras con freno 75 mm
9	Ejes 3/8 de 6m
10	Cadena 428
11	Piñón motriz
12	Catalinas BMX
Items	Descripción
1	Motor reductor 1HP
2	LOGO 230
3	Micro switch
5	Selector dos posiciones
6	Pulsador tipo hongo
7	Contactador
8	Relé térmico
9	Breaker
10	Riel DIN acero perforado
11	Canaleta ranurada
12	Luz piloto rojo y verde
12	Gabinete doble fondo 40X40X15 mm

Cable THHN Blanco y azul

### 5.2 ENSAMBLE DE la MÁQUINA clasificadora AUTOMÁTICA

Para el diseño de la estructura se consideró el material ASTM A36, las propiedades del material se las podrá ver en los anexos. La estructura constará de dos partes que se desplegarán ya que la máquina será desmontable a partir de la segunda sección de clasificación. El ensamblado de la estructura se lo realizó en tubos cuadrados de 30 x 30 mm x 1.5 mm de acuerdo a los planos, se realizaron los cortes de cada sección, observar anexo 3 el manual de uso y mantenimiento.

### Figura 5.1 Tubos cortados para la construcción de la estructura. Estructura de la tolva de alimentación de la máquina

Está determinado de acuerdo a la capacidad de producción del tomate en el sector Huapante Grande, en donde se vaciarán cajas de 30 a 40 centímetros de ancho. También se consideró la ergonomía de los agricultores del sector. Estructura de la primera sección de clasificación. Estructura constituida por la base para la tolva de alimentación, como característica de esta estructura tendrá una base para la tolva lo cual alimentará los tomates mediante una banda inclinada hacia la parte superior donde empieza la segunda sección.

### Estructura de la segunda sección de clasificación

De igual manera está construida en tubería cuadrada estructural, en dicha estructura se tiene ubicados los sistemas de chumaceras con sus ejes y piñones a la cual le conoceremos como jaulas que hace la función de clasificar de acuerdo a su tamaño, en la parte inferior se colocan las cajas para su respectivo llenado. Figura 5.2 Estructura uno y dos ensamblada. Planchas metálicas para las tolvas y rampas de la máquina. Se utilizó el material ASTM A36 las propiedades se las puede observar en los anexos, para las planchas forman parte de las tolvas de alimentación y de salida, para las rampas por donde cae el tomate y para el recubrimiento de la máquina.

### Figura 5.3 Tolva de alimentación. Sistema de transmisión

Para los elementos que conforman el sistema de transmisión se aplicó un conjunto de poleas tipo "A" que reducen las revoluciones iniciales de la máquina. Este material será eficiente para las cargas a las que será sometido en el proyecto, las propiedades se las podrá observar en los anexos, también se usaron catalinas, chumaceras y cadenas. Para poder templar las bandas se colocó una placa con ojos chinos que servirán para el ajuste.

### Figura 5.4 Sistema de transmisión de la máquina clasificadora

Sistema de clasificación. Para este sistema se acoplarán ejes de 8 mm de diámetro de acero inoxidable AISI 304 que es apto para el manejo de alimentos, se deberá tornearse las puntas de los ejes para obtener el diámetro exacto que encaje en la cadena ya que se acoplarán en las mismas retirando los pasadores de los eslabones respectivos, observar la distancia entre ejes respectiva que se requiere para que caigan los tomates de cada tamaño en sus respectivas secciones.

### Figura 5.5 Jaulas para el sistema de clasificación.

#### Figura 5.6 Sistema de clasificación por jaula

##### 5.3 CÁLCULO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

###### 5.3.1 Cálculo de la capacidad a transportarse

De acuerdo a la siguiente figura, se procederá a calcular la cantidad de producto en kg que transportará la banda, observar anexo 5.

###### Figura 5.7 Diagrama de la banda

Utilizamos la ecuación Ecuación 4.1 para el cálculo de la capacidad a transportarse.

$$A = a \cdot b$$

Donde:

A = Área, (mm<sup>2</sup>)

a = lado 1, (mm)

b = lado 2, (mm)

$$A1 = a \cdot b$$

$$A1 = 1804.53 \text{ mm} \cdot (636 \text{ mm})$$

$$A1 = 1147681.08 \text{ mm}^2$$

$$A2 = a \cdot b$$

$$A2 = 479 \text{ mm} \cdot (636 \text{ mm})$$

$$A2 = 304644 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{total}} = A1 + A2$$

$$A_{\text{total}} = 1147681.08 \text{ mm}^2 + 304644 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{total}} = 1452325.08 \text{ mm}^2$$

###### 5.3.2 Dimensiones de los tomates

En la siguiente tabla, se observan los tipos de tomates de que posee el invernadero, teniendo como datos el tamaño y peso, los mismos que serán empleados para determinar el peso al que este expone la banda transformadora.

###### Tabla 5.2 Dimensiones de los tomates

###### CARACTERÍSTICAS DEL TOMATE

Tamaño (mm)

Área (mm<sup>2</sup>)

Peso (Kg)

45mm

1509.43mm

0.10kg

55mm

2375.83mm

0.20kg

65mm

3318.31mm

0.30kg

75mm

4417.87mm

0.40kg

85mm

5674.50mm

0.60kg

A continuación, se determinará el número de tomates que podrá transportar la banda inclinada para que después sean clasificados utilizando la ecuación 4.2 donde calculamos las dimensiones de los tomates.

$$N_{\text{tomates}} = \frac{A_{\text{total}}}{A_{\text{tomate}}}$$

Donde:

N<sub>tomates</sub> = Número de tomates, (adimensional)

A<sub>total</sub> = Área total de la banda transportadora, (mm<sup>2</sup>)

A<sub>tomate</sub> = Área del tomate, (mm<sup>2</sup>)

$$N_{\text{tomates}} (45) = \frac{1452325.08 \text{ mm}^2}{1509.43 \text{ mm}^2}$$

$$N_{\text{tomates}} (45) = 913.16$$

$$N_{\text{tomates}} (55) = \frac{1452325.08 \text{ mm}^2}{2375.83 \text{ mm}^2}$$

$$N_{\text{tomates}} (55) = 611.29$$

Ntomates (65)=1452325.08 mm23318.31 mm2  
Ntomates (75)=1452325.08 mm24417.86 mm2  
Ntomates (75)=328.74  
Ntomates (85)=1452325.08 mm25674.50 mm2  
Ntomates (85)=255.94

Mediante los valores obtenidos anteriormente en cuanto al número de tomates que podrá estar en la banda transportadora, se procederá a calcular cual es el peso máximo que dicha banda estará transportando al área de clasificación de los tomates a lo cual utilizamos la ecuación 4.3 que es la del peso máximo.

$$W = N_{\text{tomates}} \cdot m$$

Donde:

$$W =$$

Peso máximo, (Kg)

Ntomates = Número de tomates, (adimensional)

m = Masa del tomate, (kg)

$$W_{45} = N_{\text{tomates}} \cdot m$$

$$W_{45} = (913) \cdot (0.10 \text{ Kg})$$

$$W_{45} = 91.3 \text{ Kg}$$

$$W_{55} = N_{\text{tomates}} \cdot m$$

$$W_{55} = (611) \cdot (0.20 \text{ Kg})$$

$$W_{55} = 122.2 \text{ Kg}$$

$$W_{65} = N_{\text{tomates}} \cdot m$$

$$W_{65} = (437) \cdot (0.30 \text{ Kg})$$

$$W_{65} = 131.1 \text{ Kg}$$

$$W_{75} = N_{\text{tomates}} \cdot m$$

$$W_{75} = (328) \cdot (0.40 \text{ Kg})$$

$$W_{75} = 131.2 \text{ Kg}$$

$$W_{85} = N_{\text{tomates}} \cdot m$$

$$W_{85} = (256) \cdot (0.60 \text{ Kg})$$

$$W_{85} = 153.6$$

Kg 5.3.3 Cálculo de fuerza sobre la banda Utilizamos la ecuación 4.4 para el respectivo cálculo de fuerza sobre la banda.

$$F_{45} = W \cdot g$$

$$F_{45} = (91.3 \text{ Kg}) \cdot (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{45} = 895.65 \text{ N}$$

$$F_{55} = W \cdot g$$

$$F_{55} = (122.2 \text{ Kg}) \cdot (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{55} = 1198.78 \text{ N}$$

$$F_{65} = W \cdot g$$

$$F_{65} = (131.1 \text{ Kg}) \cdot (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{65} = 1284.78 \text{ N}$$

$$F_{75} = W \cdot g$$

$$F_{75} = (131.2 \text{ Kg}) \cdot (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{75} = 1285.76 \text{ N}$$

$$F_{85} = W \cdot g$$

$$F_{85} = (153.6 \text{ Kg}) \cdot (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{85} = 1506.82 \text{ N}$$

SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR 5.4.1 Cálculo de velocidad angular

La velocidad recomendada para máquinas clasificadoras de tomates varia en un rango de 50 a 70 rpm, ya que mediante la misma el producto no llegaría a estropearse en el instante de su clasificación utilizamos la ecuación 4.5 para el cálculo de velocidad angular.

$$70$$

$$\text{RPM} \cdot 2\pi \cdot 1 \text{ vuelta} \cdot 1 \text{ min} / 60 \text{ seg} = 7.33 \text{ rad/seg}$$

$$\omega = 7.33 \text{ rad/seg}$$

Cálculo de torque

$$T = F \cdot r$$

Donde:

T = Torque, (Nm)

F = Fuerza a transportar, (N).

r = Radio, (m)

A continuación, mediante los cálculos obtenidos anteriormente en cuanto a la carga máxima que poseerá la banda transportadora se determinará el torque necesario para mover el producto, teniendo en consideración que son 153,6 Kg, utilizamos la ecuación 4.6 para el respectivo cálculo del torque.

$$T = F_{\text{total}} \cdot r$$

$$T = (315.99 \text{ N} + 1189.24 \text{ N} \cdot \sin 32^\circ) \cdot (0.053 \text{ m})$$

$$T = (315.99 \text{ N} + 630.20 \text{ N}) \cdot (0.053 \text{ m})$$

$$T = 50.14 \text{ Nm}$$

Cálculo de la potencia del motor Para el respectivo cálculo de la potencia del motor utilizamos a ecuación 4.7

$$P = T \cdot \omega$$

$$P = (50.14 \text{ Nm}) \cdot (7.33 \text{ rads})$$

$$P = 367.58 \text{ Watt}$$

CITATION Sim19 \l 3082 [36]. 5.5 Cálculo de fuerzas en catalina 8B 5.5.1 Cálculo fuerza neta Para el respectivo cálculo de fuerzas en catalina 8B utilizamos la ecuación 4.8

$$T = F_n \cdot R$$

$$F_n = TR$$

$$F_n = 50.14 \text{ Nm} \cdot 0.073 \text{ m}$$

$$F_n = 3.66 \text{ N}$$

Cálculo fuerza de flexión Para el respectivo cálculo de flexión utilizamos la ecuación 4.9

$$F_{sc} = 1.5 \cdot F_n$$

$$F_{sc} = 1.5 \cdot (3.66 \text{ N})$$

CÁLCULO DE FUERZA CENTRÍPETA EN LA JAULA 5.6.1 Cálculo fuerza neta Para el respectivo cálculo de la fuerza centripeta en la jaula utilizamos la ecuación 4.10

$$T = F_t \cdot R$$

$$F_t = TR$$

$$F_t = 50.14 \text{ Nm} \cdot 0.300 \text{ m}$$

$$F_t = 15.04 \text{ N}$$

5.7 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PLANO YZ

Figura 5.8: Cuerpo libre plano YZ

Figura 5.9: Diagrama del cuerpo libre YZ

Figura 5.10 Diagrama de cálculos de momentos y reacciones ejercidas en el eje motriz 5.7.1 Cálculo de momentos y reacciones ejercidas en eje motriz

$M_{ay}=0$   
 $-F_{t1} \cdot d_1 - F_{t2} \cdot d_2 + R_{by} \cdot d_3 - T_{c2} \cdot d_4 - T_{c1} \cdot d_5 = 0$   
 $-334.26N \cdot 0.048m - 334.26 \cdot 0.751m + R_{by} \cdot 0.8m - 2060.54 \sin(68.50^\circ)N \cdot 0.843m - 2060.54 \sin 54^\circ N \cdot 0.869m = 0$   
 $-16.04Nm - 251.03Nm + R_{by} \cdot 0.8m - 1616.17Nm - 1448.63Nm = 0$   
 $R_{by} = 4164.84 \text{ N}$   
 $F_y = 0$   
 $R_{ay} - F_{t1} - F_{t2} + R_{by} - T_{c2} - T_{c1} = 0$   
 $R_{ay} - 334.26N - 334.26N + 4164.84N - 1917.16N - 1667.01N = 0$   
 $R_{ay} = 87.85 \text{ N}$   
 5.8

#### DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PLANO XZ

Figura 5.11: Diagrama de cálculos de momentos y reacciones ejercidas en el eje motriz 5.8.1 Cálculo de momentos y reacciones ejercidas en eje motriz

$M_{ax}=0$   
 $-F_{t1} \cdot d_1 - F_{t2} \cdot d_2 + R_{bx} \cdot d_3 - T_{c2} \cdot d_4 + T_{c1} \cdot d_5 = 0$   
 $-334.26N \cdot 0.048m - 334.26 \cdot 0.751m + R_{bx} \cdot 0.8m - 2060.54 \cos 68.50^\circ N \cdot 0.843m + 2060.54 \cos 54^\circ N \cdot 0.869m = 0$   
 $-16.04Nm - 251.03Nm + R_{bx} \cdot 0.8m - 636.63Nm + 1052.49Nm = 0$   
 $R_{bx} = -185.99 \text{ N}$   
 $F_x = 0$   
 $R_{ax} - F_{t1} - F_{t2} + R_{bx} - T_{c2} + T_{c1} = 0$   
 $R_{ax} - 334.26N - 334.26N - 185.99N - 755.19N + 1211.16N = 0$   
 $R_{ax} = 398.54 \text{ N}$  5.9

#### CÁLCULO DE FATIGA Y DIÁMETRO DE EJE

En el caso de los aceros, al simplificar la observación, se estimará la ecuación 4.11 donde se calcula el límite de resistencia como:

$S_e' = 0.5 S_{ut} \leq 200 \text{ Kpsi (1400 MPa)}$   $100 \text{ Kpsi}$   $S_{ut} \leq 200 \text{ Kpsi}$   $700 \text{ MPa}$   $S_{ut} \leq 1400 \text{ MPa}$

Donde:

$S_{ut} =$

Es la resistencia a la tensión mínima.

El símbolo de prima

en  $S_e'$  en

esta ecuación se refiere a la propia muestra de viga rotativa. Se desea reservar el símbolo si prima

$S_e$

para el límite de resistencia de un elemento de máquina particular sujeto a cualquier tipo de carga. 5.9.1 Cálculo del límite de resistencia

$S_e' = 0.5 S_{ut}$

$S_e' = 0.5 (1100 \text{ MPa})$

$S_e' = 550 \text{ MPa}$  Tabla 5.3 Composición química CITATION DIP20 \l 3082 [37].

#### COMPOSICIÓN QUÍMICA

%C

%Si

%Mn

%P

%S

0.34

0.1 – 0.35

0.60 – 0.80

0.04 – 0.30

0.002 – 0.03

Tabla 5.4 Composición mecánica

CITATION DIP20 \l 3082 [37].

#### PROPIEDADES MECÁNICAS

Diámetro (mm)

Resistencia mecánica (N/mm<sup>2</sup>)

Punto de fluencia (N/mm<sup>2</sup>)

Elongación % Min.

Dureza Rockwell B

16 o menos

1200 – 1400

1000

9

240 - 380

16 – 40

1100 – 1300

900

10

240 - 380

41 – 100

1000 – 1200

800

11

240 - 380

Factores que modifican

el límite de resistencia a la fatiga utilizamos la ecuación 4.12

$S_e =$

$k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \cdot S_e'$  Donde:  $S_e =$

Límite de resistencia de

fatiga

98%

## MATCHING BLOCK 6/12

SA 8. TESIS-SEMBRADORA DE QUINUA vf.docx (D64164878)

ka = Factor de modificación de la condición superficial kb= Factor de modificación de tamaño kc= Factor de modificación de la carga kd= Factor de modificación de la temperatura ke= factor de confiabilidad kf=Factor de modificación de efectos varios Se'='

Fuerza centrípeta 5.9.2 Cálculo factor de superficie Ka Para el respectivo cálculo del del factor de superficie Ka utilizamos la ecuación 4.13

ka=a(Sut)b

Tabla 5.5 Parámetros en el factor de la condición superficial de Marín CITATION Nol \ 3082 [38].

95%

## MATCHING BLOCK 7/12

SA tesis trilladora portatil de quinoa (21-10-19) ... (D57892674)

Factor a Acabado superficial Sut Kpsi Sut MPa Exponente b Esmerilado 1.34 1.58 -0.085 Maquinado o laminado en frio 2.70 4.51 -0.265 Laminado en caliente 14.4 57.7 -0.718 Como sale de la forja 39.9 -0-995

ka=

a(Sut)b

ka=4.51\*(1100)-0.265

ka=0.71

Factor de tamaño kb

El factor de tamaño se evaluó en 133 conjuntos de puntos de datos. Los resultados para la flexión y torsión pueden expresarse como

80%

## MATCHING BLOCK 9/12

SA TESIS DESPULPADORA DE GUANABANA.docx (D50789665)

kb=(d/0.3)-0.107=0.879d-0.107 0.11≤d≤2pulg0.91d-0.157 2&gt;d≤10pulg(d/7.62)-0.107=1.24d-0.107 2.79≤d≤51mm 1.51d-0.157 51&gt;d≤254mm

84%

## MATCHING BLOCK 8/12

SA 8. TESIS-SEMBRADORA DE QUINUA vf.docx (D64164878)

Para carga axial no hay efecto de tamaño, por lo cual kb= 1 Factor de temperatura kc Cuando se realizan los ensayos de fatiga con carga de flexión rotatoria, axial (empujar y jalar) y de torsión, los límites de resistencia a la fatiga dieron con

Sur.

kc1 flexion0.85 axial0.59 torsion

Tabla 5.6 Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión del acero Temperatura, °C ST/SRT Temperatura, °F ST/SRT 20 1.000 70 1.000 50 1.010 100 1.008 100 1.020 200 1.020 150

300 1.024 200 1.020 400 1.018 250 1.000 500 0.995 300 0.975 600 0.963 350 0.943 700 0.927 400 0.900 800 0.872 450 0.843 900 0.797 500 0.768 1000 0.698 550 0.672 1100 0.567 600 0.549

5.9.3 Factor de confiabilidad Tabla 5.7 Factores de confiabilidad Confiabilidad, % Variación de transformación Z Factor de confiabilidad K 50 0 1.000 90 1.288 0.897 95 1.645 0.868 99 2.326 0.814 99.9

0.753 99.99 3.719 0.702 99.999 4.265 0.659 99.9999 4.753 0.620

Se=0.711111550 MPa

Se=385 MPa

5.9.4

Cálculo del radio de la muesca (Redondeos de ejes)

Figura 5.12: Diagrama de cálculo del radio de la muesca Utilizamos la ecuación 4.14 donde calculamos

la sensibilidad a la muesca, q, está definida por  $q = Kf - 1Kt - 1$   $q_{cortante} = Kfs - 1Kts - 1$

Donde: q= se encuentra usualmente en cero y la unidad En

la ecuación 4.14 muestra que q=0, entonces Kf=1, y el material no tiene ninguna sensibilidad a la muesca. Por otro lado, si q=1, entonces

$Kf = Kf$

y el material tiene una sensibilidad total a la muesca. Tabla 5.8 Estimación de primera iteración de los factores de concentración del esfuerzo Kt

Flexión Torsión Axial Filete de hombro: agudo 2.7 2.2 3.0 Filete de hombro: bien redondo 1.7 1.5 1.9 Cuñero fresado 2.2 3.0 - Cuñero de patín o trapezoidal 1.7 - - Ranura para anillo de retención 5.0 3.0

CÁLCULO DEL DIÁMETRO 5.10.1 Flexión Para el respectivo cálculo de flexión utilizamos la ecuación 4.15

$Kf = 1 + q(Kt - 1)$

$Kf = 1 + (0.86)(2.7 - 1)$

$Kf = 2.46$  5.10.2 Torsión Para el respectivo cálculo de torsión utilizamos la ecuación 4.16

$Kfs = 1 + q(Kt - 1)$

$Kfs = 1 + (0.86)(2.2 - 1)$

$Kfs = 2.032$  5.10.3 Diámetro 1 Para el respectivo cálculo del diámetro 1 utilizamos la ecuación 4.17

$d1 = 316 \sqrt[3]{\frac{1Se4(Kf*Ma)2 + 3(Kfs*Ta)2}{Nmm}}$

$d1 = 316 \sqrt[3]{\frac{1\pi(385MPa)4(2.46*197130 Nmm)2 + 3(2.032*50140 Nmm)2}{Nmm}}$

$d1 = 23.54$  mm 5.10.4

Diámetro 2 Para el respectivo cálculo del diámetro 2 utilizamos la ecuación 4.17

$d1 = 316 \sqrt[3]{\frac{1Se4(Kf*Ma)2 + 3(Kfs*Ta)2}{Nmm}}$

$d2 = 316 \sqrt[3]{\frac{2\pi(385MPa)4(2.46*64450 Nmm)2 + 3(2.032*50140 Nmm)2}{Nmm}}$

$d2 = 21.25$  mm 5.11

CÁLCULO DE RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

La máquina poseerá una velocidad angular de 70rpm la cual debe ser constatada en la entrada y salida de la misma, por lo que su relación de transmisión deberá ser de 1:1 y la cual utilizamos la ecuación 4.18

$i = Z1Z2$

Donde:

Z1 = Número de dientes de la catalina 1, (adimensional).

Z2 = Número de dientes de la catalina 2, (adimensional).

i = Relación de transmisión, (

adimensional).

$i = Z1Z2$

Z2=Z1i

Z2=181

Z2=18

Z1=Z2 5.12 CÁLCULO DE NUMERO DE ESLABONES DE UNA CADENA

Figura 5.13 Diagrama de cálculo de número de eslabones de una cadena

Para el respectivo cálculo de número de eslabones de una cadena utilizamos la ecuación 4.19

$$N = 2 * C_p + Z_1 + Z_{22} + p * (Z_1 + Z_2) / 240 * C$$

Donde:

N = Número de eslabones, (adimensional).

p = Paso de la cadena, (mm).

Z<sub>1</sub> = Número de dientes de la catalina 1, (adimensional).

Z<sub>2</sub> = Número de dientes de la catalina 2, (adimensional).

C = Distancia entre centros, (mm).

$$N = 2 * C_p + Z_1 + Z_{22} + p * (Z_1 + Z_2) / 240 * C$$

$$N = 2 * (1418.73 \text{ mm}) / 12.70 \text{ mm} + 18 + 18 + (12.70 \text{ mm}) * (18 + 18) / 240 * (1418.73 \text{ mm})$$

$$N = 241.71$$

Para el respectivo cálculo de la longitud de la cadena utilizamos la ecuación 4.20

$$L = N * p$$

Donde:

N = Número de eslabones, (adimensional).

p = Paso de la cadena, (mm).

L = Longitud de la cadena, (mm).

$$L = N * p$$

$$L = (241.71) * (12.70 \text{ mm})$$

mm)

$$L = 3069.74 \text{ mm}$$

### 5.13 ALMACENAMIENTO DE CANASTILLA

Como se observa en la siguiente figura al momento de clasificar los tomates de 45mm de diámetro, en el rodillo clasificador tendría una capacidad de 270 con un peso total en la canastilla de 27 Kg.

Figura 5.14: Almacenamiento de canastilla o jaula 5.13.1 Selección de un rodamiento o chumaceras. Para el respectivo cálculo de un rodamiento o chumacera utilizamos la ecuación 4.21

$$P_o = X * F_r + Y * F_a$$

5.13.2

Carga estática equivalente Para el respectivo cálculo de una carga estática equivalente utilizamos la ecuación 4.22

$$P_o = 0.6 F_r$$

$$P_o = 0.6 * (14.61 N + 264.87 N)$$

$$P_o = 167.68 N$$

$$P = 0.167 \text{ KN}$$

### PRESUPUESTO

En la tabla 5.13 se puede observar los gastos realizados para el desarrollo de la máquina clasificadora automática tanto en diseño, materiales, construcción y programación. En el anexo IV se puede observar la tabulación de los gastos correspondientes en una manera más detallada de acuerdo a lo desarrollado. Tabla 5.10 Descripción de gastos directos. GASTOS DIRECTOS

Tabla 5.11 Descripción de gastos indirectos.

Tabla 5.12 Descripción de mano de obra.

MANO DE OBRA

Tabla 5.13 Descripción de la inversión total. Gasto total Costos directos 1206\$ Costos indirectos 1530\$ Mano de obra 700\$ TOTAL 3536\$ 5.15 VAN y TIR

El desarrollo del presente proyecto es de construcción con materiales que encontramos en el mercado local ya beneficiará a los agricultores y será de una inversión que le permitirá ahorrar costes en obra.

Tabla 5.14. Tablas del VAN y TIR. Datos Valores Numero de periodos 5 Tipo de periodo Anual Tasa de descuento 10% Flujo de ingresos

A Año Valor 1 4100 \$ 2 4200 \$ 3 4000 \$ 4 3900 \$ 5 4100 \$ TOTAL 20300 \$ Flujo de egresos

B Año Valor 1 3000 \$ 2 3000 \$ 3 3000 \$ 4 3000 \$ 5 3000 \$ TOTAL 15000 \$

Flujo de efectivo neto

A-B Año Valor 1 1100 \$ 2 1200 \$ 3 1000 \$ 4 900 \$ 5 1100 \$ Detalle de año Flujo efectivo neto 0 -3536 \$ 1 1100 \$ 2 1200 \$ 3 1000 \$ 4 900 \$ 5 1100 \$

Formulación de datos f<sub>1</sub>= 1100 \$ f<sub>2</sub>= 1200 \$ f<sub>3</sub>= 1000 \$ f<sub>4</sub>= 900 \$ f<sub>5</sub>= 1100 \$ n= 5 años i= 10% de tasa de interés (0.10) lo= Inversión inicial 3536 \$

VAN y TIR VAN= 5550.35 \$ TIR= 46%

Observando el flujo de egresos y el flujo de ingresos durante cinco años, con una inversión de 4000 se recupera en cuatro años y con una tasa de interés del 10% se puede ver que, si hay una ganancia poder obtener una ganancia debe darnos mayor a 25% en el caso que nos dé un mismo porcentaje del 25% no estamos ni ganando ni perdiendo, pero en cambio si tenemos una ganancia menor al 25% perdida y recomendable ya no es de seguir invirtiendo.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 6.1 Conclusiones • En el proceso de investigación existen varias formas de clasificado de tomate riñón que se aplica mediante el tamaño o el peso de dicho producto. Con el estudio realizado se verifico que existen diferentes formas de automatizado. • Al culminar el trabajo de implementación se concluye que el diseño planteado del prototipo cumple con los aspectos requeridos por el usuario deseados para que cumpla con su labor de clasificado de tomate de riñón. • Ejerciendo las pruebas requeridas se concluye que los trabajadores realizan menos esfuerzos físico ya que el proceso de clasificado disminuyo de seis horas a tres horas en un total de 180 cajas por producción de clasificado. 6.2 Recomendaciones

• Las jaulas diseñadas en esta propuesta tecnológica aplican solo para tomates riñón, es decir, no son aptas para otros productos de frutas, Para fijar otros productos, es necesario analizar la forma de dichos productos y sus dimensiones.

• Para su adecuado uso de funcionamiento de la máquina clasificadora automática revisar primero el manual de funcionamiento y mantenimiento previsto en el anexo 3, donde especifica como encender la máquina.

• La velocidad de trabajo establecida para la máquina se considera óptima en este diseño, ya que aseguramos que la fruta sea depositado en la Jaula y posteriormente clasificado. Considerando que a mayor velocidad se puede ocasionar que el tomate salga de la máquina o se maltrate y no sea trasladado al sistema de clasificación por jaulas.

• Para futuros postulantes se requiere implementar un sistema automatizado de las cortinas, riego de agua del invernadero.

7

### BIBLIOGRAFÍA

[1] C. E. Muñoz Domínguez y H. R. Casallas Ávila. «Diseño de una máquina para la clasificación de tomate chonto,» de Universidad de la Salle, Bogotá, 2020. [2] D. C. Tene Lopez y J. L. Villagran Ayala. Diseño y construcción de una máquina clasificadora de tomate riñón – variedad daniela de 23 [kg/h] de capacidad,» 15

Agosto 2017. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8071>. [3] L. M. Espin Bautista y H. D. Palomo Astudillo, «Universidad Técnica de Cotopaxi,» Septiembre 2020. [En línea] Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8045>. [4]



<b>4/12</b>	<b>SUBMITTED TEXT</b>	47 WORDS	<b>96% MATCHING TEXT</b>	47
<p>el límite de resistencia a la fatiga <math>Se=ka*kb*kc*kd*ke*kf*</math></p> <p><b>SA</b> Digital Tesis Andrés Carrillo (1).docx (D48395525)</p>		<p>el límite de resistencia a la fatiga <math>Se=ka*kb*kc*kd*ke*kf*</math></p>		
<b>5/12</b>	<b>SUBMITTED TEXT</b>	35 WORDS	<b>98% MATCHING TEXT</b>	35
<p>ka = Factor de modificación de la condición superficial kb= Factor de modificación de tamaño kc= Factor de modificación de la carga kd= Factor de modificación de la temperatura ke= factor de confiabilidad kf=Factor de modificación de efectos varios Se'=</p> <p><b>SA</b> 8. TESIS-SEBRADORA DE QUINUA vf.docx (D64164878)</p>		<p>ka = factor de modificación de la condición superficial kb = factor de modificación del tamaño kc = factor de modificación de la carga kd = factor de modificación de la temperatura ke = factor de confiabilidad kf = factor de modificación de efectos varios Se =</p>		
<b>6/12</b>	<b>SUBMITTED TEXT</b>	35 WORDS	<b>98% MATCHING TEXT</b>	35
<p>ka = Factor de modificación de la condición superficial kb= Factor de modificación de tamaño kc= Factor de modificación de la carga kd= Factor de modificación de la temperatura ke= factor de confiabilidad kf=Factor de modificación de efectos varios Se'=</p> <p><b>SA</b> 8. TESIS-SEBRADORA DE QUINUA vf.docx (D64164878)</p>		<p>ka = factor de modificación de la condición superficial kb = factor de modificación del tamaño kc = factor de modificación de la carga kd = factor de modificación de la temperatura ke = factor de confiabilidad kf = factor de modificación de efectos varios Se =</p>		
<b>7/12</b>	<b>SUBMITTED TEXT</b>	338 WORDS	<b>95% MATCHING TEXT</b>	338
<p>Factor a Acabado superficial Sut Kpsi Sut MPa Exponente b Esmerilado 1.34 1.58 -0.085 Maquinado o laminado 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</p> <p><b>SA</b> tesis trilladora portatil de quinua (21-10-19).docx (D57892674)</p>		<p>Factor a (acabado superficial) Acabado Sut, kpsi Sut, Mpa Exponente b Esmerilado 1.34 1.58 -0.085 Maquinado o laminado 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</p>		
<b>8/12</b>	<b>SUBMITTED TEXT</b>	64 WORDS	<b>84% MATCHING TEXT</b>	64
<p>Para carga axial no hay efecto de tamaño, por lo cual kb= 1 Factor de temperatura kc Cuando se realizan los ensayos de fatiga con carga de flexión rotatoria, axial (empujar y jalar) y de torsión, los límites de resistencia a la fatiga dieron con</p> <p><b>SA</b> 8. TESIS-SEBRADORA DE QUINUA vf.docx (D64164878)</p>		<p>Para carga axial no hay efecto de tamaño, por lo cual kb=1 2.7.2.3 Factor de modificación de la temperatura kc (Cuando se realizan los ensayos de fatiga con carga de flexión rotatoria, axial (empujar y jalar) y de torsión, los límites de resistencia a la fatiga difieren con</p>		
<b>9/12</b>	<b>SUBMITTED TEXT</b>	92 WORDS	<b>80% MATCHING TEXT</b>	92
<p><math>kb=(d/0.3)-0.107=0.879d-0.107</math> <math>0.11 \leq d \leq 2</math> pulg <math>0.91d-0.157</math> 28gt; <math>d \leq 10</math> pulg <math>(d/7.62)-0.107=1.24d-0.107</math> <math>2.79 \leq d \leq 51</math> mm <math>1.51d-0.157</math> 51gt; <math>d \leq 254</math> mm</p> <p><b>SA</b> TESIS DESPULPADORA DE GUANABANA.docx (D50789665)</p>		<p><math>Kb (d/0.3)-0.107=0.879d-0.107</math> <math>0.11 \leq d \leq 2</math> d-0.157 <math>2 \leq d \leq 10</math> in <math>(d/7.62)-0.107=1.24d-0.107</math> <math>2.79 \leq d \leq 51</math> mm <math>1.51d-0.157</math> <math>51 \leq d \leq 254</math> mm</p>		
<b>10/12</b>	<b>SUBMITTED TEXT</b>	12 WORDS	<b>71% MATCHING TEXT</b>	12
<p>Interempresas, «TOMATE, LYCOPERSICON ESCULENTUM / SOLANACEAE,» 2022. [En línea]. Available: <a href="https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Tomate.html">https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Tomate.html</a> [5]</p> <p><b>SA</b> PROYECTO FINAL.pdf (D111216405)</p>		<p>Interempresas, M. (2019). Tomate, Lycopersicon Esculentum - Solanaceae. Obtenido de Frutas y hortalizas: <a href="https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Tomate.html">https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Tomate.html</a></p>		
<b>11/12</b>	<b>SUBMITTED TEXT</b>	12 WORDS	<b>71% MATCHING TEXT</b>	12
<p>Interempresas, «TOMATE, LYCOPERSICON ESCULENTUM / SOLANACEAE,» 2022. [En línea]. Available: <a href="https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Tomate.html">https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Tomate.html</a> [6]</p> <p><b>SA</b> PROYECTO FINAL.pdf (D111216405)</p>		<p>Interempresas, M. (2019). Tomate, Lycopersicon Esculentum - Solanaceae. Obtenido de Frutas y hortalizas: <a href="https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Tomate.html">https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Tomate.html</a></p>		
<b>12/12</b>	<b>SUBMITTED TEXT</b>	18 WORDS	<b>71% MATCHING TEXT</b>	18
<p>Comercio, «Ocho variedades de tomate riñón están en los mercados locales,» 12 Marzo 2011. [En línea]. Available: <a href="https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ocho-variedades-de-tomate-rinon.html#:~:">https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ocho-variedades-de-tomate-rinon.html#:~:</a></p> <p><b>SA</b> PROYECTO FINAL.pdf (D111216405)</p>		<p>Comercio. (12 de marzo de 2011). Ocho variedades de tomate de riñón están en los mercados locales. Obtenido de El Comercio: <a href="https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ocho-variedades-de-tomate-rinon.html">https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ocho-variedades-de-tomate-rinon.html</a></p>		

