

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACÁDEMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS



INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PICADORA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS COMO PARTE DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN PARA MEJORAR EL PROCEDIMIENTO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, AÑO 2012”.

AUTORES:

- **WILSON JAVIER CHICAIZA GUANOLUISA**
- **EDISON PAÚL JÁCOME GUERRERO**

DIRECTOR:

ING. HÉCTOR RAÚL REINOSO PEÑAHERRERA

LATACUNGA-ECUADOR

ABRIL 2013

AUTORÍA

Se pone en conocimiento de que el actual informe es el resultado de la investigación de los autores, quienes basados en sus nociones, exploración documental e investigación científica han llegado a la determinación de las conclusiones y recomendaciones detalladas en la investigación. Por tanto se asume la responsabilidad de la misma.

.....

Wilson Javier Chicaiza Guanoluisa

C.C. 050325471-6

.....

Edison Paúl Jácome Guerrero

C.C. 172132150-1

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director de Trabajo de Investigación sobre el tema:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PICADORA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS COMO PARTE DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN PARA MEJORAR EL PROCEDIMIENTO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, AÑO 2012”., de **WILSON JAVIER CHICAIZA GUANOLUISA** con el número de cédula **050325471-6** y **EDISON PAÚL JÁCOME GUERRERO** con el número de cédula **172132150-1**, estudiantes de Ingeniería en la especialidad de Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficiente para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Académica de Ciencia de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 05 de Febrero del 2013

.....
ING. HÉCTOR RAÚL REINOSO PEÑAHERRERA

C.C. 050215089-9

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi

Por abrirme sus puertas y a todos los docentes por impartir sus conocimientos permitiéndome así formarme como profesional.

Al Ing. Raúl Reinoso

Por su apoyo incondicional, su paciencia, su espíritu de enseñanza y su participación en la realización de este trabajo.

A Paúl Jácome mi amigo y responsable también de la tesis por su esfuerzo y apoyo.

Agradezco a todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido en la realización de este trabajo.

Javier

Agradezco a Dios por guiarme en cada paso dado durante mi vida.

A mi familia por ser los pilares fundamentales de apoyo diario e incondicional en toda mi etapa estudiantil y profesional, gracias por confiar en mí y estar siempre allí en los momentos difíciles.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y docentes de la sabiduría quienes me impartieron su conocimiento y mostraron valores para que un día como hoy pueda defenderme con un profesional, a ello especial gratitud y respeto.

Quiero hacer un voto de agradecimiento al Ing. Raúl Reinoso por valioso asesoramiento técnico, por su aporte, consejo, dirección tiempo y por su conocimiento impartido para el desarrollo de este proyecto.

Y a todas aquellas personas que de una y otra manera han contribuido moral y económicamente.

E. Paúl

DEDICATORIA

Esta tesis primeramente va dedicado A Dios quien me bendigo con la vida, la salud y las fuerza de cumplir con este objetivo.

A mis maravillosos padres José Chicaiza y María Guanoluisa por creer en mí y brindarme todo su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos que gracias a sus ánimos me alentaban a continuar y no decaer.

Javier

Este trabajo lo dedico a Dios por darme vida y fuerza para alcanzar mis metas.

A mi Madre Patricia Guerrero por su apoyo, y sacrificio diario que me inspiran a crecer y ser una mejor persona día a día.

A mis maestros y amigos por compartir este sueño conmigo.

E. Paúl

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
AUTORÍA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE	vi
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	xxi

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. FRUTAS Y HORTALIZAS	1
1.1.1. Frutas	1
1.1.1.1. Clasificación de las frutas	2
1.1.2. Hortalizas	2
1.1.2.1. Clasificación de las hortalizas	3
1.1.3. Verduras	3

1.2. ALIMENTOS A SER REDUCIDOS DE TAMAÑO PARA LA DESHIDRATACIÓN.....	3
1.2.1. Alimentos a ser picados	4
1.2.1.1. Zanahoria	4
1.2.1.2. Cebolla de rama o junca.....	4
1.2.1.4. Frutilla.....	7
1.3. PROCESAMIENTO DE LOS ALIMENTOS PARA LA DESHIDRATACIÓN.....	8
1.3.1. Prácticas después de la cosecha.....	10
1.3.1.1. Lavado.....	10
1.3.1.2. Clasificación.....	10
1.3.1.3. Pelado.....	11
1.3.2. Reducción de tamaño.....	11
1.3.2.1. Reducción de tamaño de alimentos fibrosos.....	12
1.3.2.1.1. Rebanadoras.....	12
1.3.2.1.2. Cortadora en cubos.....	13
1.3.2.2. Reducción del tamaño en el proceso de deshidratado.....	14
1.3.2.3. Efectos de la reducción de tamaño sobre los alimentos.....	15
1.3.2.4. Características organolépticas.....	15
1.3.2.5. Valor nutritivo.....	15
1.3.3. Textura de los alimentos	15
1.4. FUNDAMENTOS DE DISEÑO.....	16
1.4.1. Definiciones de diseño	16
1.4.2. Definición de máquinas.....	16
1.5. CONSIDERACIONES EN DISEÑO MECÁNICO	17

1.5.1. DISEÑO MECÁNICO	19
1.5.1.1. Diseño de cuchillas	19
1.5.1.1.1. Definición de corte	19
1.5.1.1.2. Dimensiones de las cuchillas	20
1.5.1.2. Diseño de ejes	21
1.5.1.2.1. Fuerzas que ejercen los elementos de máquinas sobre los ejes	22
Poleas para bandas en V.....	22
Concentraciones de esfuerzos.	24
Factor de concentración de esfuerzos <i>Kt</i>	24
Ejes sometidos a flexión y a torsión.....	26
Resistencia a la fatiga real.....	27
1.5.2. Elementos de máquinas	28
1.5.2.1. Transmisión de potencia	28
1.5.2.1.1. Transmisión de potencia por correas	28
Accionamiento mediante correas trapezoidales.	28
1.5.2.1.2. Poleas	29
1.5.2.1.3. Selección de banda	30
Relación de transmisión.	30
Cálculo de la longitud de la banda.	31
Ángulos de contacto.....	31
Velocidad lineal de la correa.....	32
1.5.2.2. Selección de rodamientos.....	34
1.5.2.2.1. Duración de diseño.....	34
1.5.2.2.2. Capacidad de carga dinámica básica	34
1.5.2.2.3. Procedimiento para seleccionar un rodamiento para carga radial	35
1.5.3. Selección de la rueda dentada y la cadena.....	35
1.5.4. Diseño de bastidores	37

1.5.4.1. Tubos cuadrados	37
1.5.4.2. Flexión de vigas	38
1.5.5. Uniones soldadas	38
1.5.5.1. Soldadura manual por arco eléctrico SMAW	39
1.5.5.2. Soldadura TIG.....	40
1.5.6. Juntas atornilladas.....	41
1.5.7. Materiales	43
1.5.7.1. Acero al Carbono	43
1.5.7.1.1. Serie 10	43
1.5.7.2. Aceros Inoxidables.....	43
1.5.7.2.1. Serie 400	44
1.5.7.2.2. Serie 400	44
1.5.7.2.3. Serie 300	45
1.5.8. Diseño eléctrico	45
1.5.8.1. Motores eléctricos	45
1.5.8.1.1. Partes de un motor.....	46
1.5.8.1.2. Conexionado.....	47
1.5.8.1.3. Regulación de velocidad	48
1.5.8.1.4. Variando la frecuencia	49
1.5.8.2. Criterios de selección del conductor	49
1.5.8.3. Selección del motorreductor	50
1.5.8.3.1. Cálculo de la potencia del motorreductor	51
1.5.8.4. Variador de frecuencia	51
1.5.8.4.1. Selección de un variador de velocidad	52

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.2. ANÁLISIS, RESULTADOS Y COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	54
2.2.1. Análisis e interpretación de los resultados de las encuestas aplicadas a los docentes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.....	54
2.2.2. Análisis e interpretación de los resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes de la especialidad de Ingeniería Agroindustrial.	60
2.2.3. Comprobación de la hipótesis.....	70

CAPÍTULO III

3.1. TEMA.....	72
3.2. OBJETIVO GENERAL	72
3.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	72
3.3. JUSTIFICACIÓN.....	73

CÁLCULO Y DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

3.4. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LA MÁQUINA	75
3.5. CÁLCULOS Y DISEÑO DE LA PICADORA DE ALIMENTOS	76
3.5.1. Selección del material de las chuchillas y demás elementos en contacto con el alimento.....	76

3.5.2. Procedimiento utilizado para determinar la fuerza de corte	77
3.5.3. Cálculos de las cuchillas	78
3.5.3.1. Cuchilla transversal.....	78
3.5.3.1.1. Cálculo del diámetro de los pernos para el acople de la cuchilla.....	81
3.5.3.1.2. Cálculo del espesor de la cuchilla tipo rejilla	85
3.5.3.1.3. Cálculo del espesor de la cuchilla transversal	87
3.5.4. Reducción de velocidad.....	88
3.5.4.1. Selección de los diámetros de las poleas.....	89
3.5.4.2. Cálculo del diámetro de la polea conducida	89
3.5.4.3. Longitud de la banda.....	90
3.5.4.4. Cálculo de los ángulos de contacto de la polea conductora y polea conducida primaria y secundaria.....	91
3.5.4.5. Número de la correas	93
3.5.5. Torques generados en la transmisión.....	94
3.5.5.1. Torque en el eje motriz	94
3.5.5.2. Torque en el primer eje conducido.....	94
3.5.5.3. Torque en el segundo eje conducido.....	95
3.5.6. Diseño de eje principal	95
3.5.6.1. Cálculo de la resistencia a la fatiga real de eje principal	97
3.5.6.2. Cálculo de las reacciones producidas por el eje principal.....	98
3.2.6.3. Cálculo de diámetros del eje principal	101
3.5.6.4. Ángulo de torsión en grados	104
3.5.7. Diseño del eje secundario	105
3.5.7.1. Cálculo de la resistencia a la fatiga real del eje secundario	107
3.5.7.2. Cálculo de las reacciones producidas por el eje secundario	108
3.5.7.3. Cálculo de diámetros del eje secundario.....	111

3.5.7.4. Ángulo de torsión en grados	114
3.5.8. Selección de rodamientos	115
3.5.9. Selección de la cadena y del piñón	116
3.5.9.1. Selección del piñón	117
3.5.9.2. Selección de la cadena	117
3.5.10. Bastidores	118
3.5.11. Diseño eléctrico	119
3.5.11.1. Selección del calibre del conductor.....	119
3.5.11.2. Selección del motorreductor	119
3.5.11.3. Selección del variador de velocidad.....	120
3.5.12. Construcción de la máquina.....	120
3.5.12.1. Construcción del bastidor.....	120
3.5.12.2. Construcción de las bases del motor y motorreductor	121
3.5.12.3. Construcción de los ejes de transmisión	122
3.5.12.4. Construcción de las piezas del sistema de avance	123
3.5.12.6. Construcción de la base y conexión de los dispositivos de control	126
3.5.12.7. Construcción de las cuchillas transversales y del tipo rejillas .	127
3.5.12.8. Conexión eléctrica.....	127

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: Diagrama de flujo del proceso de deshidratación	9
GRÁFICO N° 2: Tipos de fuerzas para la reducción de los alimentos.....	12
GRÁFICO N° 3: Maquinaria para rebanar	13

GRÁFICO N° 4: Maquinaria para cortar cubos.....	13
GRÁFICO N° 5: Fuerzas sobre poleas	22
GRÁFICO N° 6: Eje	25
GRÁFICO N° 7: Cuñero en trineo.....	25
GRÁFICO N° 8: Chaflanes de ejes.....	26
GRÁFICO N° 9: Accionamiento mediante correas trapezoidales.....	29
GRÁFICO N° 10: Polea para correa trapecial	30
GRÁFICO N° 11: Ángulos de contacto.....	32
GRÁFICO N° 12: Selección del perfil de correa.....	33
GRÁFICO N° 13: Rueda dentada SKF.....	36
GRÁFICO N° 14: Cadena de rodillos estándar, una hilera	37
GRÁFICO N° 15: Soldadura manual por arco electrico.....	40
GRÁFICO N° 16: Análisis y resultados, Pregunta N° 1.....	55
GRÁFICO N° 17: Análisis y resultados, Pregunta N° 2.....	56
GRÁFICO N° 18: Análisis y resultados, Pregunta N° 3.....	57
GRÁFICO N° 19: Análisis y resultados, Pregunta N° 4.....	58
GRÁFICO N° 20: Análisis y resultados, Pregunta N° 5.....	59
GRÁFICO N° 21: Análisis y resultados, Pregunta N° 1.....	60
GRÁFICO N° 22: Análisis y resultados, Pregunta N° 2.....	61
GRÁFICO N° 23: Análisis y resultados, Pregunta N° 3.....	62
GRÁFICO N° 24: Análisis y resultados, Pregunta N° 4.....	63

GRÁFICO N° 25: Análisis y resultados, Pregunta N° 5.....	64
GRÁFICO N° 26: Análisis y resultados, Pregunta N° 6.....	65
GRÁFICO N° 27: Análisis y resultados, Pregunta N° 7.....	66
GRÁFICO N° 28: Análisis y resultados, Pregunta N° 8.....	67
GRÁFICO N° 29: Análisis y resultados, Pregunta N° 9.....	68
GRÁFICO N° 30: Análisis y resultados, Pregunta N° 10.....	69
GRÁFICO N° 31: Cuchilla transversal.....	78
GRÁFICO N° 32: Ubicación ideal de los alimentos	79
GRÁFICO N° 33: Secuencia y fuerza de corte de los alimentos.....	79
GRÁFICO N° 34: Fuerza requerida en el extremo de la cuchilla	80
GRÁFICO N° 35: Distribución de los pernos en el portacuchillas	81
GRÁFICO N° 36: Distancias entre puntos	82
GRÁFICO N° 37: Fuerzas en las cuchillas.....	82
GRÁFICO N° 38: Secuencia y fuerza de corte de los alimentos.....	87
GRÁFICO N° 39: Forma del eje principal	95
GRÁFICO N° 40: Diagrama de cuerpo libre eje principal	98
GRÁFICO N° 41: Diagrama de cuerpo libre, momento cortante y flexionante eje principal	100
GRÁFICO N° 42: Medidas definitivas del eje principal	104
GRÁFICO N° 43: Forma del eje secundario	105
GRÁFICO N° 44: Diagrama de cuerpo libre eje secundario.....	108

GRÁFICO N° 45: Diagrama de cuerpo libre, momento cortante y flexionante eje secundario	110
GRÁFICO N° 46: Medidas definitivas del eje secundario	114
GRÁFICO N° 47: Desplazamiento.....	118
GRÁFICO N° 48: Sistema de avance	123
GRÁFICO N° 49: Sistema de avance completo	124
GRÁFICO N° 50: Pieza de avance	125

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: Frutas	1
FIGURA N° 2: Hortalizas.....	2
FIGURA N° 3: Cebolla de rama	5
FIGURA N° 4: Soldadura tig.....	40
FIGURA N° 5: Estator.....	46
FIGURA N° 6: Rotor de jaula de ardilla.....	47
FIGURA N° 7: Conexiones de un motor asíncrono trifásico	48
FIGURA N° 8: Procedimiento utilizado para determinar la fuerza de corte de los alimentos	77
FIGURA N° 9: Bastidor.....	121
FIGURA N° 10: Bases del motor	121
FIGURA N° 11: Maquinado del eje principal	122
FIGURA N° 12: Maquinado del eje secundario	123

FIGURA N° 13: Fresado de la pieza de avance.....	124
FIGURA N° 14: Pupillos desalojantes.....	125
FIGURA N° 15: Base de los elementos.....	126
FIGURA N° 16: Conexión de los dispositivos de control y mando	126
FIGURA N° 17. Cuchillas transversales y del tipo rejillas.....	127

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Máquinas existentes en el mercado.....	14
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Duración recomendada para rodamientos.....	ANEXO 1
Propiedades mecánicas del tubo mecánico cuadrado.....	ANEXO 2
Guías de encuestas para la investigación de campo.....	ANEXO 3
Propiedades mecánicas del acero inoxidable 304.....	ANEXO 4
Propiedades mecánicas del acero inoxidable 430.....	ANEXO 5
Datos de los alimentos.....	ANEXO 6
Tabla para determinar el número de correas.....	ANEXO 7
Propiedades mecánicas del acero SAE 1018.....	ANEXO 8
Factores de confiabilidad aproximados C_R	ANEXO 9
Factor por tamaño C_S	ANEXO 10

Características de los rodamientos.....	ANEXO 11
Características de la cadena.....	ANEXO 12
Tabla para seleccionar el calibre conductor.....	ANEXO 13
Selección del varidor de velocidad iG- series.....	ANEXO 14
Planos de construcción.....	ANEXO 15
Manual de usuario.....	ANEXO 16
Valores percentiles correspondientes a la distribución ji cuadrada con v grados de libertad	ANEXO 17
CONCLUSIONES.....	128
RECOMENDACIONES.....	130
GLOSARIO	¡Error! Marcador no definido.
BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

En la actualidad es muy útil que nuestros conocimientos se proyecten hacia el mundo real en dispositivos que puedan ayudar al desarrollo cognoscitivo de las nuevas generaciones de profesionales del país, por esa razón el presente trabajo investigativo esta desarrollado en base a la necesidad de una máquina que realice el picado de los alimentos utilizados en el proceso de deshidratación realizado en la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi como parte de la formación de profesionales. Los alimentos son parte primordial de sobrevivencia de las personas y tratar de prolongar su tiempo de consumo es un proceso no complicado pero si requiere de mucho tiempo y paciencia, ahora bien con el aprovechamiento de los conocimientos plasmados en los libros, los sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos, así como también de tecnología en materiales existentes en el mercado nacional y con la inclusión fundamental de la imaginación y conocimientos de los autores se puede desarrollar máquinas que suplan la necesidad de acortar el tiempo de realización de la práctica de deshidratación de alimentos en la carrera. El contenido del presente documento consta de tres capítulos. El primero de ellos contiene los conceptos básicos utilizados en un proceso de deshidratación, además enfoca los parámetros requeridos para el diseño de los diferentes elementos que consta la máquina a ser construida. El capítulo dos hace un análisis de los resultados obtenidos en las encuestas efectuadas a estudiantes y docentes quienes serán los beneficiarios directos de la ejecución de la investigación. El capítulo tres contiene todos los pasos necesarios para la construcción de la maquina partiendo de los requerimientos funcionales, selección de materiales y diseño de los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos necesarios, adicional a esto al final se adjuntan tablas que contienen importante información acerca de los elementos utilizados en la construcción de la máquina.

THEME: "DESIGNING AND CONSTRUCTION OF A FOOD MINCER MACHINE AS PART OF THE DEHYDRATION PROCESS TO IMPROVE THE LEARNING PROCESS OF THE AGRO-INDUSTRIAL MAJOR AT COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY, 2012".

ABSTRACT

Today is very helpful to project our knowledge through the real world devices that can help the cognitive development of new professionals generation around the country, for that reason this research work was developed based on the need for a machine to make the chopped food used in the dehydration process that is performed in the Agroindustrial Engineering major at the Cotopaxi Technical University as part of the professionals training. Food is fundamental part of survival people and try to prolong its consumption, it is an uncomplicated process but requires a lot of time and patience, however using the books, mechanical, electrical, electronics information, as well as the technology materials like tool in the market and with the essential imagination and knowledge authors inclusion can develop machines that replace the need to shorten the time of conducting the practice of food dehydration in the major. There are three chapters in this research work. The first one contains the basic concepts used in a dehydration process, and focuses the required parameters for designing different elements making up the machine to be built. Chapter two is an analysis of the results obtained in the opinion polls made to students and teachers who will be the direct beneficiaries of the research implementation. Chapter three contains all necessary steps for the building machine based on the functional requirements, material selection and designing of the necessary mechanical elements, additionally to this ending is attached tables that containing important information about the elements used in the building machine.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, yo Lic. Yugla Lema Lidia Rebeca con C.C. 050265234-0 **CERTIFICO** que he realizado la respectiva revisión del Abstract; con el tema. **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PICADORA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS COMO PARTE DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN PARA MEJORAR EL PROCEDIMIENTO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, AÑO 2012”.**, cuyos autores son Chicaiza Guanoluisa Wilson Javier; Jácome Guerrero Edison Paúl y el director de Tesis Ing. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera.

Latacunga, 30 de Enero de 2013

Docente:

Lic. Yugla Lema Lidia Rebeca

C.C. 050265234-0

INTRODUCCIÓN

Desde épocas antiguas los seres humanos teniendo la necesidad de alimentarse y a su vez de almacenar en lugares pequeños los alimentos, estos buscaron la forma de separar en partes más pequeñas un producto utilizando elementos cortantes, en la actualidad con el crecimiento de la industria específicamente en el sector alimenticio el proceso de corte a mejorado sustancialmente dado que muchos de estos deben ser almacenados en contenedores pequeños como latas. Una práctica antigua de conservar los alimentos hoy en día toma mayor fuerza e interés y se trata de la deshidratación, este proceso consiste en la eliminación de la cantidad de agua que contiene el producto para que este no se arruine. Este proceso se considera de mucha importancia ya que permite alargar la vida útil de frutas, verduras, etc. Ya que con estos se podría contar frutas en épocas que normalmente no se producen. Por medio del calor se elimina el agua que contienen los alimentos mediante la evaporación de ésta. Esto impide el crecimiento de las bacterias, que no pueden vivir en un medio seco, por ejemplo a las piñas, manzanas y banano. Los alimentos deshidratados mantienen gran proporción de su valor nutritivo original si el proceso se realiza en forma adecuada. El contenido del presente documento consta de tres capítulos. El primero de ellos contiene los conceptos básicos utilizados en un proceso de deshidratación, además enfoca los parámetros requeridos para el diseño de los diferentes elementos que consta la máquina a ser construida. El capítulo dos hace un análisis de los resultados obtenidos en las encuestas efectuadas a estudiantes y docentes quienes serán los beneficiarios directos de la ejecución de la investigación. El capítulo tres contiene todos los pasos necesarios para la construcción de la máquina partiendo de los requerimientos funcionales, selección de materiales y diseño de los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos necesarios, adicional a esto al final se adjuntan tablas que contienen importante información acerca de los elementos utilizados en la construcción de la máquina.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. FRUTAS Y HORTALIZAS

1.1.1. Frutas

Son los frutos, infrutescencias o partes carnosas de órganos florales que han alcanzado el grado de madurez adecuado y que son aptas para el consumo humano. Ejemplos: banano, pera, manzana, naranja, etc.

FIGURA N° 1

FRUTAS



FUENTE: <http://www.alimentacion-sana.com.ar/Portal%20nuevo/imagenesplanillas/originales/frutas.gif>

1.1.1.1. Clasificación de las frutas

Según como sea la semilla:

1. Frutas de pepita: son las frutas que tienen varias semillas y de cáscara menos dura como la pera y la manzana.
2. Frutas de grano: son aquellas frutas que tienen infinidad de pequeñas semillas como el higo y la fresa.

1.1.2. Hortalizas

Aquellas partes de los vegetales en estado fresco, que bien crudas, conservadas o preparadas de diversas formas, se utilizan directamente para consumo humano (zanahoria, papa, cebolla, tomate, pimentón).

FIGURA N° 2

HORTALIZAS



FUENTE: <http://www.aimdigital.com.ar/suples/2009/11/hortalizas.jpg>

1.1.2.1. Clasificación de las hortalizas

Según la parte de la planta comestible:

1. Bulbos: cebolla, ajo.
2. Flores: Alcachofa, coliflor.
3. Raíces: Zanahoria, nabo, remolacha, rábano.

1.1.3. Verduras

Son hortalizas en la que la parte comestible son los órganos verdes de la planta como los tallos o las hojas (acelga, espinaca, lechuga).

1.2. ALIMENTOS A SER REDUCIDOS DE TAMAÑO PARA LA DESHIDRATACIÓN

En la investigación realizada y consultada no ha sido posible encontrar información específica que indique las propiedades mecánicas de verduras, frutas u hortalizas, por lo cual se tomará como referencia la investigación realizada en la tesis de los Señores Gavilanes Fernández Marcelo Vinicio, Rea Cabezas Carlos Aníbal con el título Diseño de Equipos para el Procesamiento de la Papa China, de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador, 2009, pág. 94. Donde se toma un valor de la fuerza de corte para la papa de 50 N.

Para cálculos y análisis de los diferentes productos a ser considerados en este trabajo se realizarán pruebas necesarias de corte con el fin de obtener los datos que facilitarán el diseño de la máquina.

1.2.1. Alimentos a ser picados

1.2.1.1. Zanahoria

VASCO V, Determinación de parámetros físicos – químicos de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) como base para el establecimiento de la norma de requisitos, [en línea], 2008. Disponible en: <http://dspace.espoche.edu.ec/bitstream/123456789/204/1/56T00176.pdf>, dice: “Una zanahoria es una raíz vegetal, típicamente anaranjada, con una textura leñosa. La parte comestible de una zanahoria es un tubérculo”.

La zanahoria esta lista para ser cosechada a los cien o ciento veinte días después de la siembra. Para cosecharla, primero se afloja la tierra con pala y se arranca la planta a mano. La vida útil de la zanahoria es de 6 a 8 días, llegando el producto al consumidor final solo después del tercer día.

1.2.1.2. Cebolla de rama o junca

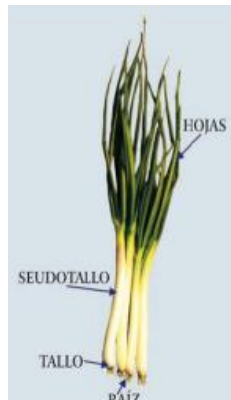
MOSQUERA, Tibaitatá , La cebolla de rama (*alliumfistulosum*) y su cultivo, [en línea], Agosto de 2004. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/>

SitioWeb/Archivos/Publicaciones/LacebolladeramaAlliumfistulosumysucultivo.pdf, manifiesta: “La cebolla de rama fue el principal cultivo de *Allium* en China y Japón, en donde se ha cultivado durante más de 2.000 años y allí sigue teniendo una gran importancia”.

BERMÚDEZ, Gustavo, Caracterización física química y funcional de las diferentes variedades de cebolla de rama (*Alliumfistulosum* L.), [en línea], 2009. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5326/1/38001_1.pdf, expone: “La planta de cebolla de rama está formada por hijuelos, los cuales consisten en un conjunto de vástagos o gajos que nacen de un mismo lugar. Se distinguen cuatro partes fundamentales en su estructura: la raíz, el tallo, el seudotallo y las hojas”.

FIGURA N° 3

CEBOLLA DE RAMA



FUENTE: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5326/1/38001_1.pdf.

La cebolla de rama se cosecha bien sea arrancando todas las plantas o deshijando. Esto consiste en secar una cebolla y dejar otras para que continúe la plantación. Es la forma más frecuente del cultivo, haciendo el primer corte a los cuatro o seis

meses y los siguientes cada tres o cuatro meses, de acuerdo con la temperatura ambiental local. La cebolla de rama que puede almacenarse por unos 8 a 12 días a 0 °C de temperatura y humedad relativa de 90 – 95%.

Recetas-saludables.com, La banana: Una maravillosa fruta nutritiva y curativa, [en línea]. Disponible en: http://www.recetas-saludables.com/Art_platano.html, dice: “La banana, que también en algunos países recibe el nombre de guineo o plátano, es considerada una de las frutas tropicales más deliciosas”.

WordReference.com, Diccionario de la lengua española, Banana, [en línea]. Disponible en: <http://www.wordreference.com/definicion/banana>, expresa: “Fruto comestible del banano o platanero, alargado y curvo, con una cáscara verde que amarilla cuando madura”.

El manejo pos cosecha de plátano es importante debido a que las pérdidas pueden llegar a 100% de cultivo por problemas de pudrición y maduración prematura. Con el manejo correcto y condiciones de transporte y almacenamiento adecuadas, se puede almacenar el plátano por 3 a 4 semanas. El tiempo óptimo de cosecha del plátano dependerá del mercado y uso final de la fruta. Para juzgar la madurez de la fruta y programación de la cosecha, se usa la edad de la fruta en el caso de exportación, mientras que para el mercado local informal, se usa el grosor y el llenado de la fruta. Para los mercados formales se requiere el conteo de los racimos al momento de la aparición de todas las manos para conocer la edad de la fruta y programar las cosechas.

Para la cosecha se necesita un machete, la cual sirve para hacer un corte parcial del pseudotallo, para forzar la caída de la planta por el peso del racimo. Cuando el

racimo cae este no debe hacer contacto con el suelo por lo que es necesario sostenerlo. Luego de ser cosechado, el racimo es llevado al centro de acopio (centro de empaque) o en su caso a estaciones de desmane ubicadas en diferentes puntos de la finca.

1.2.1.4. Frutilla

SILVA, Carolina, Manejo postcosecha de la frutilla para obtención de pulpa, [en línea], 2011. Disponible en: [http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=6372:manejo-postcosecha-de-la-frutilla-para-obtencion-de-pulpa&catid=47:articu los-tecnicos&Itemid=34](http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=6372:manejo-postcosecha-de-la-frutilla-para-obtencion-de-pulpa&catid=47:articu%20los-tecnicos&Itemid=34), comenta: “La frutilla o fresa (*Fragaria ananassa*) es un fruto originario de Europa, proveniente a partir de la cruce accidental entre una especie norteamericana *Fragaria virginiana* y la especie chilena *Fragaria chiloensis*, la cual es caracterizada por el gran tamaño de los frutos”.

Las frutillas en el mercado nacional tiene varios usos entre los cuales se puede destacar su producción para consumo en fresco principalmente, además las frutillas durante los últimos años han logrado tener gran aceptación en lo que a procesamiento se refiere, de tal forma que hay alternativas como extraer pulpas, elaborar mermeladas, dulces, saborizantes, entre otros. La cosecha de la frutilla depende mucho del mercado al cual será destinado el producto y a los distintos usos que se quieran dar al fruto. Una vez determinado estos factores se tienen distintos parámetros usados por los productores al momento de realizar la cosecha. Generalmente la cosecha se la realiza bien en la mañana para evitar la pérdida de agua y el sol directo sobre la fruta. Una vez cosechadas se las coloca en sombra para bajar la temperatura de la fruta. El manejo de la temperatura es primordial para el manejo Postcosecha de frutilla. Se estima que por cada hora

que la fruta esta a temperatura ambiente después de la cosecha, se pierde 1 día de permanencia en percha.

Al momento de la cosecha, hay varios índices o parámetros que deben ser tomados en cuenta. En lo que se refiere a índices de cosecha, los distintos productores se basan en el color de la superficie de la fresa, los cuales pueden estar entre un medio ó tres cuartos de la superficie en color rojo.

1.3. PROCESAMIENTO DE LOS ALIMENTOS PARA LA DESHIDRATACIÓN

El secado ha sido, desde tiempos remotos, un medio de conservación de alimentos. El agua retirada durante este secado, deshidratación o concentración, puede ser eliminada de los alimentos por las simples condiciones ambientales o por una variedad de procesos controlados de deshidratación en los que se someten a técnicas que emplean diferentes medios como calor, aire, frío, y ósmosis. El secado al sol permite retirar agua hasta niveles del 15%, que es suficiente en algunos casos. Por este sistema se requiere un espacio bastante grande y los alimentos expuestos al sol son susceptibles a la contaminación y a pérdidas debidas al polvo, los insectos, los roedores y otros factores.

Por las razones anteriores el secado al sol evolucionó a fin de realizarlo en recintos interiores en donde las condiciones pudieran ser controladas en forma más eficiente. Hoy en día el término deshidratación de alimentos se refiere al secado artificial bajo control. Esta eliminación de agua puede ser casi completa y se busca prevenir al máximo los cambios en el alimento, a fin de lograr luego,

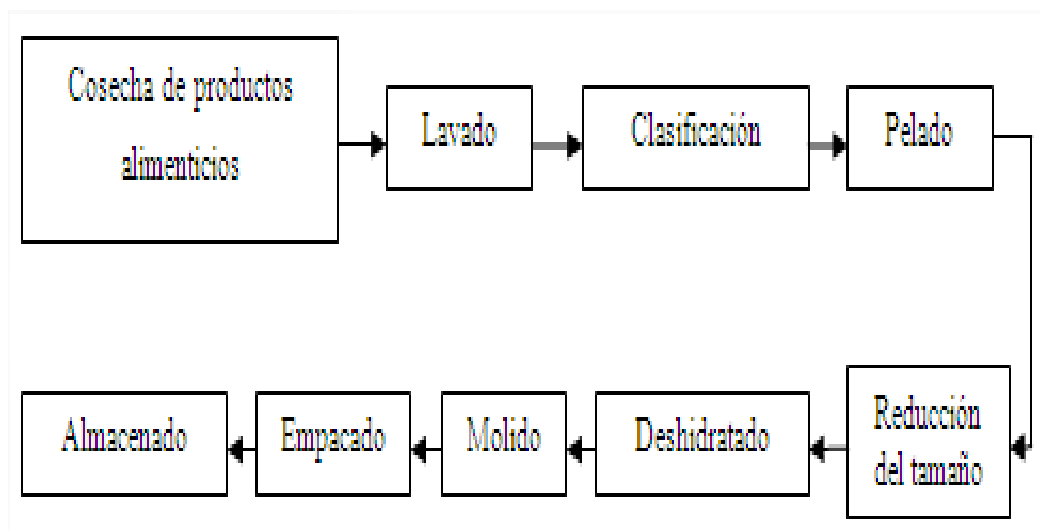
durante la reconstitución, obtener productos lo más parecidos a los alimentos originarios. Los niveles de humedad remanente llegan alcanzar valores de 1 al 5%, según el producto. Por lo general la calidad lograda en la de deshidratación es proporcional al costo del proceso aplicado, existiendo sus excepciones.

Además de los fines de la conservación, la deshidratación se realiza para disminuir el peso y el volumen de los alimentos. El peso se puede llegar a disminuir 8 veces su peso original. Esto resulta evidentemente en ahorro en el costo del transporte y de los empaques.

El siguiente diagrama de flujo muestra el proceso total que sigue el alimento a ser deshidratado.

GRÁFICO N° 1

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Índices de Cosecha, [en línea]. Disponible en: <http://poscoindicesdecosecha.blogspot.com/>, dice: “La cosecha es el proceso de recolección de productos agrícolas, en el cual su desarrollo fisiológico (crecimiento celular) ya ha terminado y dependiendo de las características de respiración del producto (climatérico ó no climatérico) y del uso que se vaya a tener con este (consumo inmediato, consumo luego de varios días, utilización en agroindustria), se determina el día de cosecha denominado (INDICE DE COSECHA)”.

1.3.1. Prácticas después de la cosecha

Después de la cosecha de los alimentos, se debe tener muy en cuenta cada uno de los siguientes aspectos:

1.3.1.1. Lavado

El lavado es aquella operación unitaria en la que el alimento se libera de sustancias diversas que la contaminan, dejando su superficie en condiciones adecuadas para su elaboración posterior.

1.3.1.2. Clasificación

La clasificación consiste en la agrupación de los alimentos en lotes basándose en alguna propiedad física mensurable. Al igual que la limpieza, la clasificación debe aplicarse cuanto antes en el proceso de elaboración para asegurar un producto de

calidad uniforme. Las cuatro principales propiedades físicas en las que se basa la clasificación son: el tamaño, la forma, el peso y el color.

1.3.1.3. Pelado

Es otra operación que se realiza regularmente. Consiste en la remoción de la piel de la fruta u hortaliza. Esta operación puede realizarse por medios físicos como el uso de cuchillos, calor, etc.

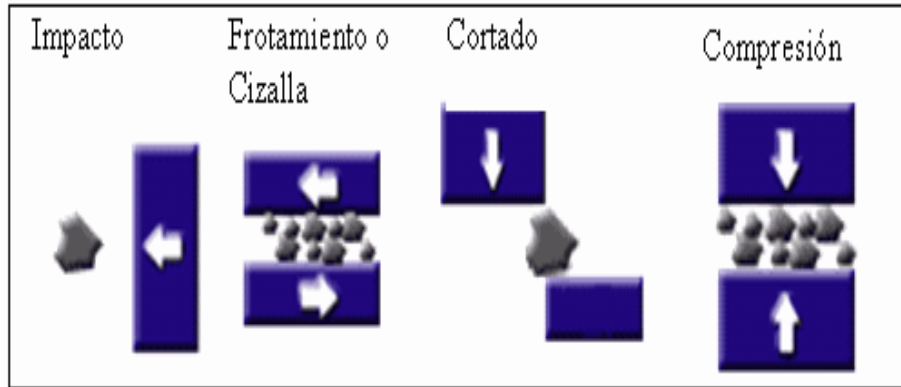
1.3.2. Reducción de tamaño

Del diagrama de flujo del proceso de los alimentos para la deshidratación descrito anteriormente, la investigación se basa en la etapa que implica la reducción del tamaño del alimento.

PÉREZ Roberti, E. Daniel, La Operación Unitaria Reducción de Tamaño, [en línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos55/analisis-volumetrico/analisis-volumetrico.shtml>, menciona: “La Reducción de Tamaño es la operación unitaria en la que el tamaño medio de los alimentos sólidos es reducido por la aplicación de fuerzas de impacto, compresión, cizalla (abrasión) y/o cortado. La compresión se usa para reducir sólidos duros a tamaños pequeños. El impacto produce tamaños gruesos, medianos y finos, la frotación o cizalla, produce partículas finas y el cortado se usa para obtener tamaños prefijados”.

GRÁFICO N° 2

TIPOS DE FUERZAS PARA LA REDUCCIÓN DE LOS ALIMENTOS



FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos55/analisis-volumetrico/analisis-volumetrico.shtml>

1.3.2.1. Reducción de tamaño de alimentos fibrosos

La mayor parte de las carnes, frutas y verduras pertenecen al grupo de alimentos fibrosos. Existen algunos tipos de máquinas para la reducción de tamaño, que se clasifican de acuerdo con el tamaño de las partículas que con ellas se obtienen.

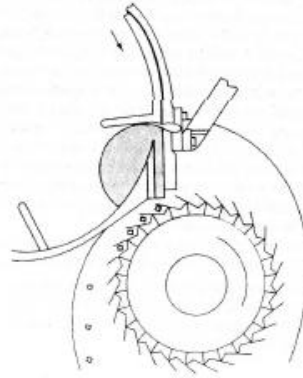
Son los siguientes:

1.3.2.1.1. Rebanadoras

Consisten esencialmente en una serie de cuchillas rotatorias o de vaivén que corta el alimento que circula bajo ellas.

GRÁFICO N° 3

MAQUINARIA PARA REBANAR



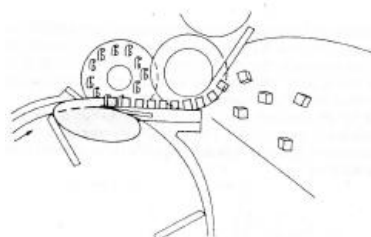
FUENTE: FELLOWS, TECNOLOGÍA DEL PROCESADO DE LOS ALIMENTOS
PRINCIPIOS Y PRÁCTICAS

1.3.2.1.2. Cortadora en cubos

Se utiliza para verduras, fruta y carne. El alimento en cuestión se corta en primer lugar en rebanadas y luego en tiras, por acción de unas cuchillas rotatorias. Las tiras se alimentan a su vez a un segundo conjunto de cuchillas rotatorias, que efectúan el corte en cubitos.

GRÁFICO N° 4

MAQUINARIA PARA CORTAR CUBOS



FUENTE: FELLOWS, TECNOLOGÍA DEL PROCESADO DE LOS ALIMENTOS:
PRINCIPIOS Y PRÁCTICAS

1.3.2.2. Reducción del tamaño en el proceso de deshidratado

Generalmente se divide el alimento a deshidratar en piezas pequeñas o capas delgadas, a fin de acelerar la transmisión de calor y la transmisión de masa. La subdivisión acelera el secado por la razón de que una mayor área de superficie proporciona más superficie en contacto con el medio de calentamiento y más superficie desde la cual se puede escapar la humedad.

A continuación se hacen referencia algunas máquinas existentes en el mercado.

TABLA N° 1

MÁQUINAS EXISTENTES EN EL MERCADO

MARCA	DISEÑO	TIPO	CARACTERÍSTICAS
ULTRA SOURCE®	Sistema de preavance por impulso y corte por cuchillas tipo rejillas y transversales	CUBICADORA/REBANADORA SR-1 ULTRA SOURCE®	Controles simples
			Ergonomía mejorada
			Fácil limpieza
			80 Cortes por minuto
QuantiCut®§	Corte por acción centrífuga y cuchillas giratorias	CUBICADORA QUANTICUT®	Tipos de cortes rebanadas, tiras, cubos
			Funcionamiento continuo para producción interrumpida
			Tamaño máximo de entrada del producto es 254 mm en cualquier dimensión
MINSA®	Corte por acción centrífuga y cuchillas giratorias	CUBICADORA DE FRUTAS Y VERDURAS	Producto final rodajas, tiras cubos
			Tamaño máximo del producto de entrada 140 mm

FUENTE: http://ultrasourceusa.com/product_pdfs/Dicer-Slicer_SR-1__SR-1_Turbo.pdf
http://es.urschel.com/fffd2144f4_sites/es.urschel.com/files/Qpg1_eshtcbk.pdf
<http://www.maquinariaminsa.com.mx/Productos/ProcesoAlimentos/Cubicadora/Cubicadora.pdf>

1.3.2.3. Efectos de la reducción de tamaño sobre los alimentos

Disminuir las dimensiones que tiene un alimento por medio del corte en partes produce el efecto de oxidación de la parte cortada, pero el beneficio directo es que se mejora el traspaso de calor entre sus bordes.

1.3.2.4. Características organolépticas

Ciertas características organolépticas cambian conforme el producto es reducido en tamaño, estas son: cambio en el color aroma y bouquet, además en consecuencia de la disminución del tamaño de los tejidos del alimento la textura también se perturba sustancialmente.

1.3.2.5. Valor nutritivo

Debido al contacto del oxígeno con las partes fraccionadas del alimento se produce la oxidación de los ácidos grasos y de las vitaminas, esto genera mermas en su valor nutritivo.

1.3.3. Textura de los alimentos

La textura de los alimentos está relacionada con propiedades físicas y químicas, percibidas por vía ocular antes del consumo, por el sentido del tacto al manejar el

alimento, por distintos receptores sensoriales de la boca durante el consumo y por el sentido del oído.

1.4. FUNDAMENTOS DE DISEÑO

1.4.1. Definiciones de diseño

NORTON, (Diseño de máquinas; pág. 3; 1999), dice: “El diseño de ingeniería se puede definir como “el proceso de aplicar las diversas técnicas y los principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización”.

BUDYNAS y NISBETT, (Diseño en ingeniería mecánica de Shigley; pág. 4; 2008), pronuncia: “Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse”.

1.4.2. Definición de máquinas

MABIE, (Mecanismos y dinámica de maquinaria; pág. 21; 2004), expresa: “Una máquina es un mecanismo o conjunto de mecanismos que transmiten fuerza desde la fuente de energía hasta la resistencia que se debe vencer”.

NORTON, (Diseño de máquinas; pág. 3; 1999), expone:

- Aparato formado de unidades interrelacionadas.
- Dispositivo que modifica una fuerza o un movimiento.

“La idea de trabajo útil es fundamental a la función de una máquina, ya que en ello casi siempre habrá alguna transferencia de energía. La mención de fuerzas y movimiento también es vital para nuestros intereses ya que, al convertir la energía de una forma a otra, las máquinas crean movimiento y generan fuerzas”.

1.5. CONSIDERACIONES EN DISEÑO MECÁNICO

Para que el diseño en una máquina sea completo deben cumplir con ciertos parámetros o consideraciones como:

- **Resistencia.-** Al trabajar con fuerzas producidas por la tracción, compresión, torsión y cizallamiento es necesario seleccionar el material más adecuado que garantizará el perfecto funcionamiento.
- **Utilidad.-** Facilitan la ejecución de un trabajo permitiendo al ser humano simplificar algunas tareas.
- **Confiabledad.-** Prestar las debidas condiciones de funcionamiento.
- **Corrosión.-** Al tratarse de alimentos se requiere para la construcción de la máquina de un material que no se oxide, permitiendo obtener un producto que preste las respectivas condiciones para ser ingerido.
- **Ruido.-** Las máquinas deben ser construidas prestando atención al ruido de los elementos a utilizarse, con lo que se deberá tomar precauciones para

tratarlas de disminuir y no exceder los límites que el ser humano puede soportar.

- **Control.-** Cada máquina deberá poseer un sistema de mando que permita al usuario la operación del mismo.
- **Rigidez.-** Por la vibración y el peso de los elementos utilizados en los diseños, la rigidez del material es un aspecto de los más importantes ya que mantiene invariable la posición de cada elemento.
- **Costo.-** El costo deberá ser bajo en la construcción y para el respectivo mantenimiento de la máquina.
- **Tamaño.-** Debe estar diseñada de acuerdo al tipo de trabajo y al lugar de su utilización.
- **Peso.-** Al estar sometida a la vibración de elementos como motores, una máquina debe contener el peso necesario para que esta pueda permanecer fija durante la operación sin desplazamiento o movimiento alguno.
- **Lubricación.-** Los elementos mecánicos al estar en constante fricción unos con otros producen calor, para controlar se utiliza aceite o grasas permitiendo disminuir el contacto directo entre las piezas alargando la vida útil evitando su desgaste.
- **Mantenimiento.-** La máquina será construida teniendo en cuenta que sus elementos sean de fácil adquisición para una pronta sustitución en caso de daños.
- **Seguridad.-** Brindar con todas las disposiciones necesarias de confianza al operar la máquina.
- **Fácil operación.-** La manipulación de la máquina debe ser sencilla permitiendo que todos usuarios puedan ejecutar las órdenes de funcionamiento en la misma.
- **Diseño ergonómico.-** La aplicación de los principios de ergonomía al diseñar máquinas contribuye a aumentar la seguridad, reduciendo el estrés y los esfuerzos físicos del usuario, mejorando así la eficacia y la fiabilidad del funcionamiento, reduciendo la probabilidad de errores en todas las fases de la utilización de la máquina.

1.5.1. DISEÑO MECÁNICO

Dada la importancia de conocer como es el proceso de diseño y selección de un componente mecánico, es indispensable conocer los esfuerzos a los que estará sometido como momentos flexionantes, torsor, etc,

1.5.1.1. Diseño de cuchillas

1.5.1.1.1. Definición de corte

Para el diseño de cuchillas se tomará como referencia la investigación realizada en la tesis de los Señores IBUJÉS, Willian, MASAPANTA Diego. “Diseño, Construcción y funcionamiento de un prototipo de una máquina procesadora de material orgánico, con 2Hp de potencia, para obtener una tonelada de producción diaria”, Trabajo titulación (Ingeniero en Electromecánica). Latacunga – Ecuador, Universidad Técnica de Cotopaxi, 2010, págs. 28,48-51.

N LARBURU (pág. 443), manifiesta: “La operación de corte consiste en hacer que se deslicen dos porciones de un cuerpo, que son separadas por la acción de las cuchillas provocan el alargamiento de las fibras de la chapa hasta que se produce la rotura, iniciada por una incisión seguida de la cortadura o arrancado de las fibras”.

Una característica de un juego de cuchillas es que sus aristas cortantes son vivas, y el juego entre estas muy reducido para asegurar un corte limpio. Para su diseño se utilizará la ecuación:

$$S_{Sy} \text{ o } S'n \geq 0.5 \times S_y = 0.5(0.7 \times S_{ut}) \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

S_{Sy} o $S'n$: Resistencia a la fluencia en cortante.

S_y : Resistencia al punto de fluencia.

S_{ut} : Resistencia última al punto de fluencia.

Para luego al aplicar la teoría del esfuerzo máximo obtener:

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{S'n}{n} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

$\tau_{\text{máx}}$: Esfuerzo cortante máximo.

S_{Sy} : Esfuerzo cortante máximo permisible.

n : Factor de seguridad recomendado.

1.5.1.1.2. Dimensiones de las cuchillas

En cuanto a las dimensiones, el espesor de la cuchilla se puede determinar utilizando:

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

$\tau_{\text{máx}}$: Esfuerzo cortante máximo.

F: Fuerza de corte del alimento.

A: Área de la cuchilla que soporta la carga.

El ancho de la cuchilla se desarrolla luego de haber obtenido el espesor, por:

$$A = 6 a 8 x e \qquad \text{Ec. 4}$$

Donde:

A: Ancho de la cuchilla.

e: Espesor de la cuchilla.

Luego de desarrollar lo antes mencionado se tendrá un diseño de cuchillas útil para los propósitos de corte necesario por el diseñador.

1.5.1.2. Diseño de ejes

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo del eje y parte de la fundamentación teórica serán tomadas del libro de **MOTT, ROBERT L., Diseño de elementos de máquinas, 4 ED.**

JUVINALL, (Fundamentos de diseño para ingeniería mecánica; pág. 585; 1991), expone: “El término eje se refiere por lo común a un elemento relativamente largo de sección transversal redonda que gira y transmite potencia. Por lo general, uno o más partes como engranes, ruedas dentadas para cadenas,

poleas y levas o excéntricos están fijos al eje por medio e pasadores, cuñas, estrías, anillos de cierre rápido y otros dispositivos”.

1.5.1.2.1. Fuerzas que ejercen los elementos de máquinas sobre los ejes

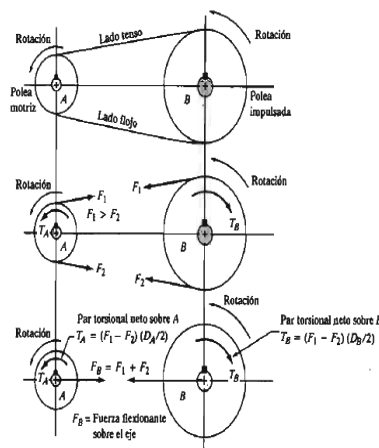
Los engranes, las poleas, las catarinas y otros elementos sostenidos comúnmente por los ejes, ejercen fuerzas sobre el eje y causan momentos flexionantes.

Poleas para bandas en V.

En el sistema para bandas en V los dos lados de la banda están en tensión, como se ve en el gráfico N° 5:

GRÁFICO N° 5

FUERZAS SOBRE POLEAS



FUENTE: MOTT, ROBERT L., DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

La tensión F_1 en el lado tenso es mayor que la tensión F_2 en el lado flojo y por ello hay una fuerza impulsora neta sobre las poleas, igual a:

$$F_N = F_1 - F_2 \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

F_N : Fuerza neta impulsora.

La magnitud de la fuerza neta impulsora neta se puede calcular con el par torsional transmitido.

$$F_N = T/(D/2) \quad \text{Ec. 6}$$

Pero observe que la fuerza de flexión sobre el eje que sostiene la polea depende de la suma $F_1 + F_2 = F_B$. Para ser más precisos, se debe utilizar las componentes de F_1 y F_2 paralelas a la línea entre centros de las dos poleas. Pero a menos que las poleas tengan diámetros totalmente distintos, se causa poco error si se supone que:

$$F_B = F_1 + F_2 \quad \text{Ec. 7}$$

Para calcular la fuerza de flexión F_B , se necesita una segunda ecuación donde aparezcan las fuerzas F_1 y F_2 . Se obtiene al suponer una relación de la tensión en el lado tenso y la tensión en el lado flojo. Para transmisiones con banda en V, se supone que la relación es, en el caso normal.

$$F_1/F_2 = 5 \quad \text{Ec. 8}$$

Conviene establecer una relación entre F_N y F_B de la forma

$$F_B = CF_N \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

C: Constante por determinar.

$$C = \frac{F_B}{F_N} = \frac{F_1 + F_2}{F_1 - F_2} \quad \text{Ec. 10}$$

Pero de acuerdo con la ecuación $F_1/F_2 = 5$.

Entonces:

$$C = \frac{F_1 + F_2}{F_1 - F_2} = \frac{5F_2 + F_2}{5F_2 - F_2} = \frac{6F_2}{4F_2} = 1.5 \quad \text{Ec. 11}$$

Entonces la ecuación para determinar la fuerza flexionante sobre el eje, para transmisiones con banda en V sería:

$$F_B = 1.5 F_N = 1.5 T / (D/2) \quad \text{Ec. 12}$$

Se acostumbra considerar que la fuerza flexionante F_B actúa como una sola fuerza en la línea entre centros de las dos poleas

Concentraciones de esfuerzos.

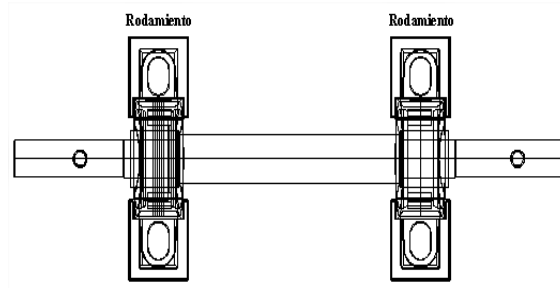
Para montar los diversos tipos de elementos de la máquina en los ejes, en forma adecuada, un diseño típico contiene varios diámetros, cuñeros, ranuras de anillo y otras discontinuidades geométricas que producen concentración de esfuerzos.

Factor de concentración de esfuerzos K_t .

En el gráfico N° 6 muestra la forma del eje a ser diseñada.

GRÁFICO N° 6

EJE

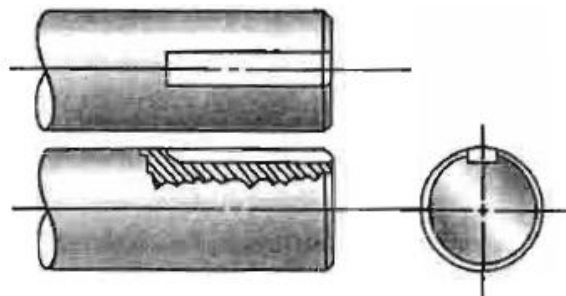


FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Los valores de los Factores de concentración de esfuerzos K_t se tomaran de datos utilizados por diseñadores más experimentados y que se encuentran descritos en el libro de **MOTT, ROBERT L., Diseño de elementos de máquinas, 4 ED.** y según lo dicho: $K_t = 1.6$ por el cuñero tipo trineo como muestra el gráfico N° 7.

GRÁFICO N° 7

CUÑERO EN TRINEO

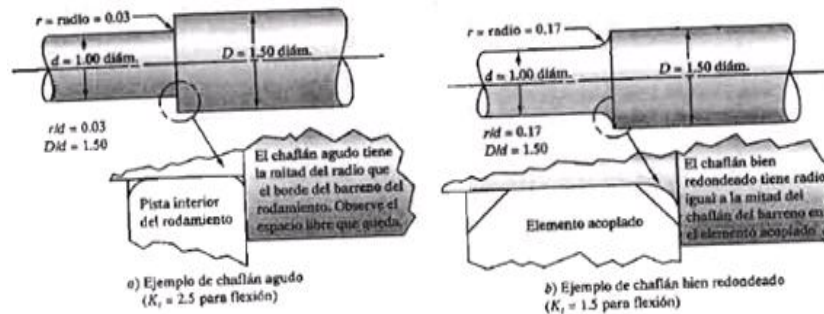


FUENTE: MOTT, ROBERT L., DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

$K_t = 1.5$ y 2.5 por los chaflanes en escalón agudo y redondeado respectivamente como muestra en el gráfico N° 8.

GRÁFICO N° 8

CHAFLANES DE EJES



FUENTE: MOTT, ROBERT L., DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Ejes sometidos a flexión y a torsión.

Como ejemplos de ejes sometidos solo a flexión y torsión están los que sostienen engranes rectos, poleas para banda en V o ruedas para cadenas, la potencia transmitida causa torsión y las fuerzas transversales sobre los elementos causan flexión.

Para el cálculo de los diámetros de los ejes se utilizará la siguiente ecuación;

$$D = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\left[\frac{K_t M}{S_n} \right]^2 + \frac{3}{4} \left[\frac{T}{S_y} \right]^2} \right]^{1/3} \quad \text{Ec. 13}$$

Donde:

D: Diámetro del eje.

K_t : Valor de concentración de esfuerzo.

M: Momento flexionante en el punto de interés.

S'_n : Resistencia a la fatiga real.

T : Torque.

S_y : Límite de cedencia.

Resistencia a la fatiga real.

Existen factores que disminuyen la resistencia a la fatiga de piezas de una máquina y para calcular dicho valor se utilizara la siguiente fórmula:

$$S'_n = S_n(C_m)(C_{st})(C_R)(C_s) \quad \text{Ec. 14}$$

Donde:

S'_n : Resistencia a la fatiga real.

S_n : Resistencia a la fatiga ($S_n = 0.5 S_u$).

S_u : Resistencia última a la tensión.

C_m : Factor del material.

C_{st} : Factor de tipo de esfuerzo.

C_R : Factor de confiabilidad.

C_s : Factor de tamaño.

De los cuales solo se escogerán los factores de los que se pueda tener el valor para su cálculo.

1.5.2. Elementos de máquinas

1.5.2.1. Transmisión de potencia

En toda máquina existe un sistema de transmisión de potencia que permite transmitir el movimiento desde un motor hasta un eje próximo.

1.5.2.1.1. Transmisión de potencia por correas

SPOTTS y SHOUP, (Elementos de máquinas; pág. 326; 1999), pronuncia: “las correas proporcionan un medio conveniente para transferir potencia de un eje a otro. Las correas son con frecuencia necesarias para reducir las altas velocidades angulares de los motores eléctricos a los bajos valores requeridos en el equipo mecánico”.

Accionamiento mediante correas trapezoidales.

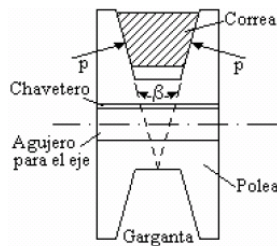
Estas correas se utilizan generalmente cuando las distancias entre los ejes de las poleas son reducidas. Su sección es trapezoidal, por lo que son designadas con este nombre o también llamadas correas en V. El trapecio es isósceles, es decir de lados simétricos, los cuales concurren a un punto, formando un ángulo β menor que 60° . Las poleas tienen gargantas de forma trapezoidal, de tal forma que las correas pueden introducirse dentro de las mismas produciéndose un efecto de cuña, lo que hace que aparezcan fuerzas simétricas laterales perpendiculares a las

caras laterales de la correa, lo que le da mayor adherencia, pudiendo transmitirse grandes potencias sin resbalamientos.

En caso de transmisión de grandes potencias se utilizan poleas de varias gargantas, de tal forma que actúan varias correas a la vez para la transmisión.

GRÁFICO N° 9

ACCIONAMIENTO MEDIANTE CORREAS TRAPEZOIDALES



FUENTE: <http://juliocorrea.files.wordpress.com/2007/09/transmision-de-movimientos.pdf>

Las correas trapezoidales son muy resistentes y generalmente están elaboradas con tejidos vulcanizados, caucho y fibras internas.

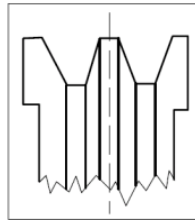
1.5.2.1.2. Poleas

Las poleas que se usan para transmisiones con correas, se fabrican con distintos materiales, siendo las más comunes fundiciones de hierro, acero y aleaciones ligeras. A veces se encuentran poleas de madera (muy antiguas) y de plástico. Hoy las dimensiones de las poleas están normalizadas. Las poleas para correas trapezoidales son acanaladas y cuando son pequeñas se construyen de una sola pieza,

en cambio para grandes transmisiones es frecuente usar varias poleas unidas mediante tornillos.

GRÁFICO N° 10

POLEA PARA CORREA TRAPEZoidal



FUENTE: <http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema05.pdf>

Es importante destacar que el acabado de las caras laterales debe ser lo más fino y uniforme posible para evitar el prematuro desgaste por abrasión.

1.5.2.1.3. Selección de banda

Relación de transmisión.

Otra función de las bandas aparte de la transmisión de potencia es aumentar el par de torsión y disminuir la velocidad o viceversa, al expresar numéricamente se tiene:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad \text{Ec. 15}$$

Donde:

ω_1 : Velocidad angular de la polea conductora.

ω_2 : Velocidad angular de la polea conducida.

D_1 : Diámetro de la polea conductora.

D_2 : Diámetro de la polea conducida.

Cálculo de la longitud de la banda.

La longitud de la banda se determina a través de la siguiente expresión:

$$L = 2C + \frac{\pi(D_2 + D_1)}{2} + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C} \quad \text{Ec. 16}$$

Donde:

L_p : Longitud de la banda.

C : Distancia entre centros.

D_1 : Diámetro de la polea conductora.

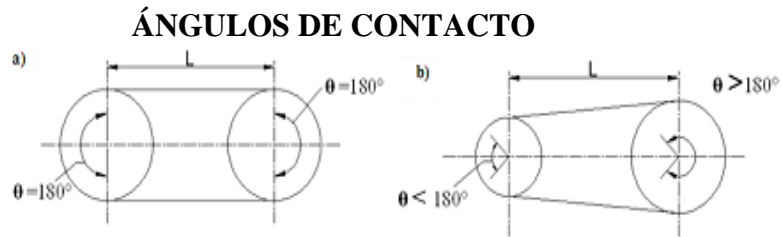
D_2 : Diámetro de la polea conducida.

Ángulos de contacto.

El ángulo con que abraza la correa a las poleas dependerá de los diámetros de estas últimas y de la distancia a la que se encuentran entre sí sus centros. Si los diámetros de ambas poleas son iguales, según se muestra en el gráfico N° 11 a, el ángulo con que abraza la correa a cada polea es 180°. Si los diámetros no son iguales, según se muestra en el gráfico N° 11 b, los ángulos abrazados por la

correa son diferentes, siendo el ángulo menor a 180° en la polea menor y el ángulo mayor a 180° en la polea mayor.

GRÁFICO N° 11



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Para determinar los ángulos de contacto de la banda en cada polea se utiliza la siguiente expresión:

$$\theta_1 = 180^\circ - 2 \operatorname{sen}^{-1} \left[\frac{D_2 - D_1}{2C} \right] \quad \text{Ec. 17}$$

$$\theta_2 = 180^\circ + 2 \operatorname{sen}^{-1} \left[\frac{D_2 - D_1}{2C} \right] \quad \text{Ec. 18}$$

Velocidad lineal de la correa.

Para el cálculo de la velocidad lineal de la correa se emplea la siguiente expresión:

$$V_t = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{60 \cdot 1000} \quad \text{Ec. 19}$$

Donde:

V_t : Es la velocidad lineal o tangencial de la correa, en m/s.

d: Es el diámetro de la polea menor, en mm.

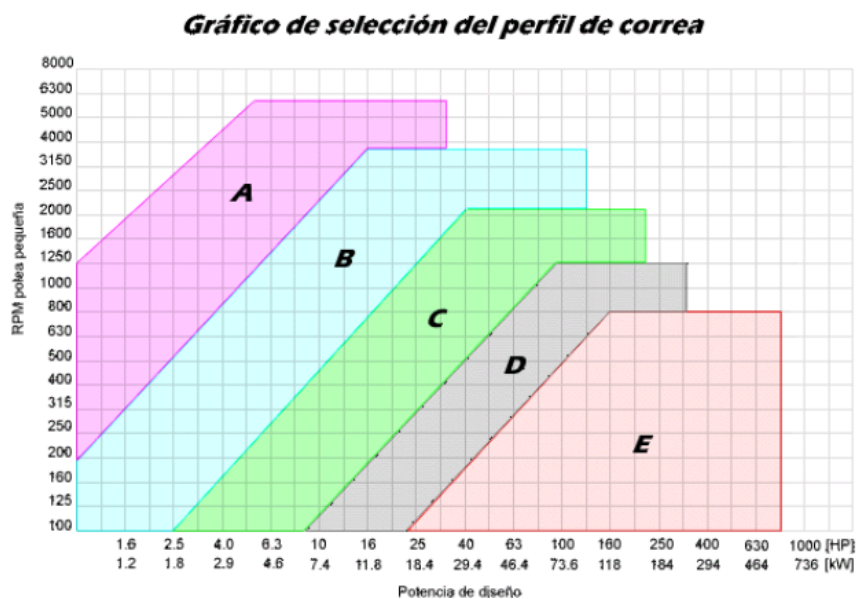
N: Son las revoluciones por minuto (rpm) de la polea menor.

La velocidad lineal de una correa trapezoidal no debe sobrepasar los 30 m/s, dado que a partir de esta velocidad las fuerzas centrífugas son de una magnitud tal que podría desencajar la correa de la ranura de la polea. Si se necesitasen velocidades superiores a los 30 m/s se deberá utilizar poleas especiales que eviten este inconveniente. Para finalizar con lo que respecta al sistema de transmisión por correas nos queda por definir el tipo de correa.

A continuación se presenta la gráfica en la cual según datos como potencia de diseño y las rpm se puede escoger el tipo de correa adecuada.

GRÁFICO N° 12

SELECCIÓN DEL PERFIL DE CORREA



FUENTE: <http://www2.ing.puc.cl/~icm2312/apuntes/correas/seccion.html>

1.5.2.2. Selección de rodamientos

1.5.2.2.1. Duración de diseño

Para determinar la duración de diseño en horas se utiliza el **ANEXO 1**, con una velocidad de giro conocida normalmente en RPM, y el número de revoluciones de diseño para el rodamiento sería:

$$L_d = (h)(rpm)(60 \text{ min/h}) \quad \text{Ec. 20}$$

1.5.2.2.2. Capacidad de carga dinámica básica

Se determina a través de la siguiente ecuación:

$$C = P_d(L_d/10^6)^{1/k} \quad \text{Ec. 21}$$

L_d: Duración de diseño.

C: Carga dinámica básica.

P_d: Carga constante aplicada.

k: Constante para rodamientos de bolas a = 3; rodamientos de rodillos a = 10/3.

1.5.2.2.3. Procedimiento para seleccionar un rodamiento para carga radial

1. Especifique la carga de diseño sobre el rodamiento, a la cual se le conoce como carga equivalente. El método para determinar la carga equivalente cuando solo se aplica una radial R , considera si lo que gira es la pista interior o la exterior.

$$P = VR \qquad \text{Ec. 22}$$

Al factor V se le denomina factor de rotación y tiene el valor de 1.0, si lo que gira es la pista interior del rodamiento, que es el caso norma. Use $V = 1.2$, si lo que gira es la pista exterior.

2. Determine el diámetro aceptable del eje, que limitará el tamaño del barreno en el rodamiento.
3. Seleccione el tipo de rodamiento.
4. Especifique la duración de diseño del rodamiento, mediante la tabla del **ANEXO 1**.

1.5.3. Selección de la rueda dentada y la cadena

La capacidad de trabajo de una transmisión por cadena depende, en sumo grado, de la calidad de las ruedas.

Cadenas, [en línea], Disponible en: <http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema07.pdf>, expresa que: “Se recomienda que el número mínimo de dientes del piñón más pequeño de una transmisión por cadena sea:”

$N_{\text{dientes}} = 12 \rightarrow$ Baja velocidad

$N_{\text{dientes}} = 17 \rightarrow$ Media velocidad

$N_{\text{dientes}} = 21 \rightarrow$ Alta

Se debe entender por velocidad baja de cadena cuando es menor de 2 m/s y por velocidad alta cuando supera los 20 m/s.

GRÁFICO N° 13

RUEDA DENTADA SKF



FUENTE: http://www.skflam.com/LAM/enews/enlace_4-10/es/sprockets.html

Para seleccionar la cadena es necesario conocer la velocidad de avance es decir la velocidad lineal de la cadena para la cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = P \cdot Z \cdot n \quad \text{Ec. 23}$$

V: Velocidad lineal de la cadena.

P: Paso de la cadena.

Z: Número de dientes del piñón.

n: Régimen de giro del piñón.

GRÁFICO N° 14

CADENA DE RODILLOS ESTÁNDAR, UNA HILERA



FUENTE: MOTT, ROBERT L., DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

1.5.4. Diseño de bastidores

MOTT, (Diseño de elementos de máquinas; pág. 776; 2006), pronuncia: “El diseño de bastidores y estructuras de máquinas es un arte, en gran medida, porque deben acomodarse las partes de las máquinas”.

El bastidor o estructura es el encargado de soportar todo el peso de los elementos de la máquina y a la vez soportar las condiciones de operación, para lo cual se debe utilizar material capaz de resistir el peso y las vibraciones ocasionadas por la máquina. Normalmente las estructuras son unidas mediante soldadura.

1.5.4.1. Tubos cuadrados

Son tubos con costura conformados en frío soldados mediante el proceso ELECTRIC RESISTANCE WELDING (ERW) (soldaduras por resistencia) a partir de flejes de acero laminados en caliente o laminados en frío. La forma cuadrada lo da un juego de rodillos.

En el **ANEXO 2** muestra las características mecánicas del tubo mecánico cuadrado.

1.5.4.2. Flexión de vigas

Los bastidores de vehículos, máquinas formadoras de metal, aparatos automáticos y equipos de proceso también deben poseer suficiente rigidez para garantizar el funcionamiento adecuado del equipo soportado por el bastidor. Las oscilaciones de una pieza de una estructura o máquina provocan vibración.

La tendencia a vibrar a cierta frecuencia y la severidad de las vibraciones son funciones de la flexibilidad de la pieza. La flexibilidad es un término usado para describir el punto en el cual se flexiona una pieza por acción de una carga.

1.5.5. Uniones soldadas

SPOTTS y SHOUP, (Elementos de máquinas; pág. 372; 1999) dice: “Una soldadura es una unión entre superficies metálicas obtenida por la aplicación localizada de calor”.

Existen varias formas de realizar dicha unión, entre los procesos de mayor utilización están principalmente aquellos que emplean como fuente de calor el arco voltaico, tales como:

- a) Soldaduras por arco con electrodo revestido (SMAW), también denominada corrientemente soldadura manual con electrodo revestido.
- b) Soldadura por arco sumergido (SAW) El arco eléctrico mencionado está sumergido en una capa de fundente granulado que lo cubre totalmente protegiendo el metal depositado durante la soldadura.
- c) Soldadura por arco eléctrico con protección gaseosa (GMAW), también denominada semiautomática con alambre macizo, bajo la sigla MAG-MIG.
- d) Soldadura por arco con alambre tubular (o semiautomática alambre tubular) con o sin protección gaseosa (FCAW).
- e) Soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno bajo protección gaseosa (GTAW) también denominada corrientemente por medio de la sigla TIG.

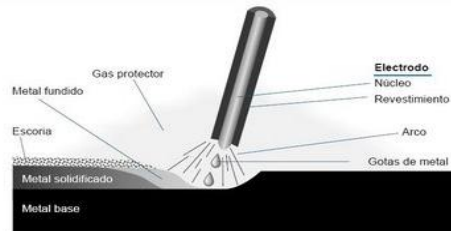
De entre ellas las más utilizadas en nuestro medio por talleres son:

1.5.5.1. Soldadura manual por arco eléctrico SMAW

Un Arco Eléctrico es mantenido entre la punta de un electrodo cubierto (Coated Electrode) y la pieza a trabajar. Las gotas de metal derretido son transferidas a través del arco y son convertidas en un cordón de soldadura, un escudo protector de gases es producido de la descomposición del material fundente que cubre el electrodo, además, el fundente también puede proveer algunos complementos a la aleación, la escoria derretida se escurre sobre el cordón de soldadura donde protege el metal soldado aislándolo de la atmósfera durante la solidificación, esta escoria también ayuda a darle forma al cordón de soldadura especialmente en soldadura vertical y sobre cabeza. La escoria debe ser removida después de cada procedimiento.

GRÁFICO N° 15

SOLDADURA MANUAL POR ARCO ELÉCTRICO



FUENTE: <http://soldadurasmaw.blogspot.com/2008/09/soldadura-manual-por-arco-electrico.html>

1.5.5.2. Soldadura TIG

El Tungsten Inert Gas emplea un electrodo permanente de tungsteno, aleado a veces con torio o zirconio en porcentajes no superiores a un 2%. El tungsteno (funde a 3410 °C), acompañada de la protección del gas, la punta del electrodo apenas se desgasta tras un uso prolongado. La obtención de cordones más resistentes, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión son ventajas de este método.

FIGURA N° 4

SOLDADURA TIG



FUENTE: <http://www.arqhys.com/contenidos/soldadura-tig.html>

Otra ventaja es que permite obtener soldaduras limpias y uniformes debido a la escasez de humos y proyecciones; la movilidad del gas que rodea al arco transparente permite al soldador ver claramente lo que está haciendo en todo momento mejorando así la calidad de la soldadura y la deformación que se produce en las inmediaciones del cordón de soldadura es menor.

1.5.6. Juntas atornilladas

La forma en la que se realizara el acople de la cuchilla con el porta cuchillas transversal dará paso a que los pernos experimenten una carga excéntrica, los mismos que le someten a corte, además por la distancia del extremo de la cuchilla al centroide los pernos deberán resistir un momento, lo que crea una fuerza contraria a la que gira la cuchilla, en consecuencia tendera a cortar los pernos. El método básico para analizar juntas con este tipo de cargas consiste en determinar las fuerzas que actúan sobre cada perno, con esto se podrá determinar las dimensiones de cada perno. En el diseño de uniones atornilladas, debe asegurarse que no haya roscas en el plano donde está el corte.

MOTT, (Resistencia de materiales; pág. 570; 1996), manifiesta: “La magnitud de la fuerza en un tornillo producida por el momento es proporcional a su distancia r del centroide”.

Esta magnitud es:

$$R_i = \frac{Mr_i}{\sum r^2} \quad \text{Ec. 24}$$

En donde

R_i : Fuerza cortante en el tornillo i debido al momento M .

r_i : Distancia radial al tronillo i a partir del centroide del arreglo de tornillos.

$\sum r^2$: Suma de las distancias radiales a todos los tronillos del arreglo elevadas al cuadrado.

Luego mediante funciones trigonométricas se obtendrá las fuerzas actuantes en cada coordenada y a una de ellas se le agregara F_s (carga por perno), que después mediante Pitágoras se determinara la fuerza resultante en el tornillo de interés. Para determinar el área del tornillo se utilizara la siguiente fórmula:

$$A = \frac{R_i}{\tau_a} \quad \text{Ec. 25}$$

Donde:

A: Área del tornillo.

R_i : Fuerza cortante en el tornillo i debido al momento M .

τ_a : Esfuerzo cortante admisible o permisible.

Para finalizar y determinar el diámetro del tornillo se utilizará la fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad \text{Ec. 26}$$

1.5.7. Materiales

1.5.7.1. Acero al Carbono

Todos los aceros al carbono son oxidables, por contrario, la definición funcional de acero inoxidable, es acero poco oxidable. Dentro de los aceros al carbono, los grados de oxidación varia, en función de la concentración de ciertos elementos, como por ejemplo el cromo.

1.5.7.1.1. Serie 10

Muchos de los aceros de la serie 10 (1095, 1084, 1070, 1060, 1050, etc.) son utilizados para la cuchillería, aunque el 1095 es el más popular para los cuchillos. Cuando se entra en orden a partir de 1095-1050, va generalmente de más carbón a menos, de más resistencia al desgaste a menos resistencia al desgaste, y resistente a más resistente. Como tal, se verá 1060 y 1050, utilizado a menudo para las espadas. Para los cuchillos, 1095 es clase del acero de carbón "estándar", no demasiado costoso y se trabaja bien. Es razonablemente resistente y lleva a cabo un buen filo, y es fácil afilar. Se oxida fácilmente. Éste es un acero simple, que contiene solamente dos elementos de aleación: carbón al 95% y manganeso al 4%.

1.5.7.2. Aceros Inoxidables

Los aceros inoxidables no son indestructibles, sin embargo con una selección cuidadosa, sometiéndolos a procesos de transformación adecuados y realizando

una limpieza periódica, algún integrante de la familia de los aceros inoxidable resistirá las condiciones corrosivas y de servicio más severas.

1.5.7.2.1. Serie 400

Aceros Inoxidables Martensíticos.- Son la primera rama de los aceros inoxidable, llamados simplemente al Cromo y fueron los primeros desarrollados industrialmente (aplicados en cuchillería). Tienen un contenido de Carbono relativamente alto de 0.2 a 1.2% y de Cromo de 12 a 18%. Los tipos más comunes son el AISI 410, 420 y 431. Las propiedades básicas son: Elevada dureza (se puede incrementar por tratamiento térmico) y gran facilidad de maquinado, resistencia a la corrosión moderada.

Principales aplicaciones: Ejes, flechas, instrumental quirúrgico y cuchillería.

1.5.7.2.2. Serie 400

Aceros Inoxidables Ferríticos.- También se consideran simplemente al Cromo, su contenido varia de 12 a 18%, pero el contenido de Carbono es bajo $< 0.2\%$. Los tipos más comunes son el AISI 430, 409 y 434. Las propiedades básicas son: Buena resistencia a la corrosión. La dureza no es muy alta y no pueden incrementarla por tratamiento térmico.

Principales aplicaciones: Equipo y utensilios domésticos y en aplicaciones arquitectónicas y decorativas.

1.5.7.2.3. Serie 300

Aceros Inoxidables Austeníticos.- Son los más utilizados por su amplia variedad de propiedades, se obtienen agregando Níquel a la aleación, por lo que la estructura cristalina del material se transforma en austenita y de aquí adquieren el nombre. El contenido de Cromo varía de 16 a 28%, el de Níquel de 3.5 a 22% y el de Molibdeno 1.5 a 6%. Los tipos más comunes son el AISI 304, 304L, 316, 316L, 310 y 317.

Las propiedades básicas son: Excelente resistencia a la corrosión, excelente factor de higiene - limpieza, fáciles de transformar, excelente soldabilidad, no se endurecen por tratamiento térmico, se pueden utilizar tanto a temperaturas criogénicas como a elevadas temperaturas.

1.5.8. Diseño eléctrico

1.5.8.1. Motores eléctricos

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas que transforman en energía mecánica la energía eléctrica que absorben sus bornes.

1.5.8.1.1. Partes de un motor

El motor asíncrono trifásico tiene dos partes fundamentales:

Estator.- Es la parte fija del motor, está compuesta por la carcasa de acero que contiene al núcleo magnético del devanado estatórico o inductor. Esta carcasa sirve para proteger y disipar el calor generado dentro del motor a través de sus aletas. El núcleo estatórico está compuesto por un conjunto de chapas de hierro apiladas, formado un cilindro hueco, en cuyo interior se alojará el rotor. En el interior de de este núcleo se han practicado un conjunto de ranuras donde se bobinan el devanado inductor.

Rotor.- Es la parte móvil del motor. Acoplado al eje se sitúa el núcleo rotórico, en cuya superficie de alojan cierto número de barras conductoras cortocircuitadas en sus extremos mediante anillos conductores. Este tipo de rotores se llaman de jaula de ardilla. El eje de giro se sujeta a la carcasa mediante unos cojinetes o rodamientos.

FIGURA N° 5

ESTATOR



FUENTE: http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/ele.yelectro/motores_electricos.pdf

FIGURA N° 6

ROTOR DE JAULA DE ARDILLA



FUENTE: http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/ele.yelectro/motores_electricos.pdf

Refrigeración.- Si acoplamos un ventilador al eje de giro, éste refrigerará al motor cuando gire, evacuando el calor al exterior, esto se llama auto-ventilación. También existen motores con ventilación forzada, si el ventilador tiene su propio motor, o refrigerados con agua, aceite.

Caja de bornes.- Aloja a los terminales de los devanados estáticos para su conexión a la alimentación. Existen 2 terminales por devanado, y un devanado por fase.

Entrehierro.- Es el espacio de aire que separa el estator del rotor. Debe ser lo más reducido posible para minimizar los flujos de dispersión y reducir la reluctancia del circuito magnético (el aire conduce peor el flujo magnético que el hierro).

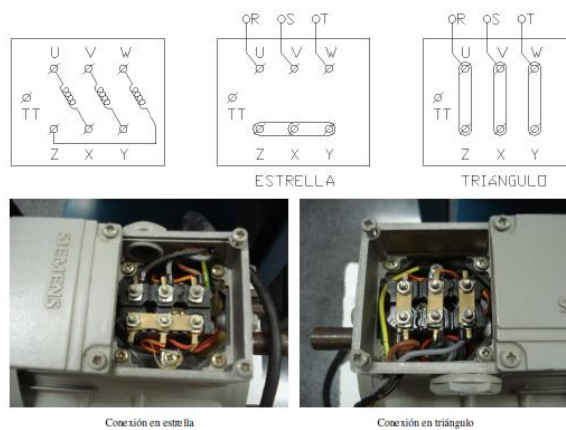
1.5.8.1.2. Conexión

Los motores asíncronos trifásicos son motores bitensión, puede conectarse a dos tensiones de red diferentes, p.e 220/380 V. La tensión menor indica la tensión de

fase nominal, o sea, la máxima tensión a aplicar al bobinado. Un exceso de tensión puede provocar perforaciones en el aislamiento y/o sobrecalentamiento, reduciendo drásticamente la vida útil. Una tensión demasiado pequeña reduce en un tercio potencia útil del motor. Así, ante una red con la tensión menor conectaremos el motor en triángulo, y ante una red con la tensión mayor lo conectaremos en estrella.

FIGURA N° 7

CONEXIONES DE UN MOTOR ASÍNCRONO TRIFÁSICO



FUENTE: http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/electro/motores_electricos.pdf

1.5.8.1.3. Regulación de velocidad

Los motores asíncronos trifásicos tienen un margen de regulación de velocidad muy estrecho, su velocidad es casi la de sincronismos, y además su valor exacto se auto-ajusta con la carga aplicada. Si reducimos la tensión de alimentación reduciremos la potencia mecánica desarrollada, pero apenas variaremos su velocidad.

1.5.8.1.4. Variando la frecuencia

Mediante un convertidor electrónico de frecuencia, le aplicamos la frecuencia deseada. Su progresiva reducción de coste ha provocado que el motor asíncrono junto con el variador de frecuencia sea la solución más utilizada en la actualidad para aplicaciones de bajas y medias prestaciones.

1.5.8.2. Criterios de selección del conductor

Para elegir el cable apropiado para el sistema eléctrico de la máquina se considera el siguiente factor:

a. Corriente máxima que debe transportar. Determinado el tipo de cable, es necesario precisar la sección de los conductores y para esto se debe conocer la corriente máxima que deberá pasar por el valor de esta corriente en base a la potencia de demanda que el cable deberá alimentar., teniendo eventualmente las necesidades futuras.

Para determinar la corriente en un circuito eléctrico tenemos las siguientes expresiones:

Conociendo HP:

$$\text{Corriente Continua} = \frac{\text{HP} \times 36}{\text{E} \times \text{N}} \quad \text{Ec. 27}$$

CORRIENTE ALTERNA

$$\text{Monofásica} = \frac{\text{HP} \times 746}{\text{E} \times \text{N} \times \text{f. p.}} \quad \text{Ec. 28}$$

$$\text{Trifásica} = \frac{\text{HP} \times 746}{1.73 \times \text{E} \times \text{N} \times \text{f. p.}} \quad \text{Ec. 29}$$

Donde:

E: Tensión en voltios.

N: Eficiencia expresada en decimales.

HP: Potencia en caballos de fuerza.

f. p.: Factor de potencia ($\cos \phi$).

1.5.8.3. Selección del motorreductor

Entre los parámetros más importantes que se debe tomar en cuenta en la selección de un motorreductor son las características de operación como:

- Potencia (HP).
- Velocidad (RPM).
- Torque (par).
- Relación de reducción (I).

1.5.8.3.1. Cálculo de la potencia del motorreductor

Si la potencia y la velocidad angular se mantienen constantes sobre la rueda conductora, la fuerza tangencial vendrá dada por:

$$F_2 = \frac{W}{\omega \cdot r} = \frac{W}{v} \quad \text{Ec. 30}$$

Donde:

F₂: Fuerza tangencial.

W: Potencia.

ω: Velocidad Angular.

v: Velocidad tangencial de la cadena.

r: Radio de la rueda dentada.

1.5.8.4. Variador de frecuencia

Electrónica industrial, Variador de frecuencia, [en línea], [Consultado: 12/06/2012]. Disponible en: http://www.electronicaindustrial.cl/menuvariado_r.html, manifiesta: “Un variador de frecuencia es un dispositivo que permite controlar la velocidad rotacional de un motor a través de la frecuencia de alimentación suministrada al motor”.

Las principales ventajas de utilizar estos dispositivos son:

- Disminución en el consumo energético del motor.
- Prolongar la vida útil de la maquinaria.
- Evitar el alto consumo energético al iniciar el proceso de una máquina.
- Aumentar la precisión de control en diversos dispositivos como ventiladores, compresores, etc.
- Disminuir los costos de mantención y reparación de dispositivos como por ejemplo en su aplicación en bombas de agua.
- Reducción de estrés mecánico.
- Reducción de daño por cambios bruscos en cargas, pesos, flujos, etc.

1.5.8.4.1. Selección de un variador de velocidad

Para definir el equipo más adecuado para resolver una aplicación de variación de velocidad, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- **Potencia.-** Energía entregada o absorbida por el elemento.
- **Tipo de motor.-** De inducción rotor jaula de ardilla o bobinado, corriente y potencia nominal, factor de servicio, rango de voltaje.
- **Rangos de funcionamiento.-** Velocidades máximas y mínimas. Verificar necesidad de ventilación forzada del motor.
- **Par en el arranque.-** Verificar que no supere los permitidos por el variador. Si supera el 170% del par nominal es conveniente sobredimensionar al variador.
- **Condiciones ambientales.-** Temperatura ambiente, humedad, altura, tipo de gabinete y ventilación.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La presente investigación muestra la factibilidad para llevar a cabo el diseño y construcción de una máquina picadora de productos alimenticios como parte del proceso de deshidratación para mejorar el procedimiento de enseñanza aprendizaje de la Carrera de Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ya que al contar con este tipo de herramientas permitirá a los estudiantes desarrollar destrezas, habilidades en cuanto al proceso de deshidratación por ende mejorar el nivel académico de los estudiantes de la Carrera antes mencionada.

Los tipos de investigación utilizados para desarrollar el proyecto fueron:

Descriptiva.

Al aplicar este tipo de investigación se pudo conocer la realidad que enfrentan los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al no poseer equipos mecánicos para la ejecución de prácticas.

De campo.

Fue desarrollada en la Universidad específicamente en la Carrera de Ingeniería Agroindustrial para entender cuál es el tipo de problema que ésta presenta y poder encontrar las posibles soluciones.

La técnica utilizada para esta investigación se describe a continuación:

Encuesta.

Esta técnica se empleó con el fin de recopilar información que proporcionarían los docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial la cual se encuentra en el **ANEXO 3**. Esta fue la base para establecer si la investigación era factible de realizarla.

2.2. ANÁLISIS, RESULTADOS Y COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.2.1. Análisis e interpretación de los resultados de las encuestas aplicadas a los docentes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

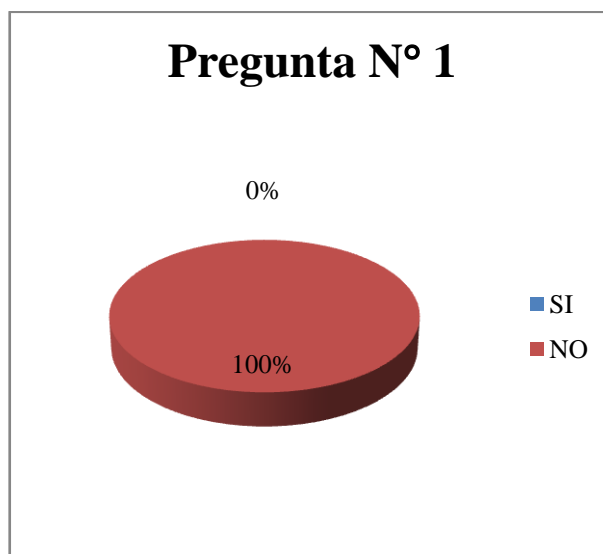
1. ¿Existe maquinaria adecuada que permita a los estudiantes desarrollar destrezas en cuanto al proceso de deshidratado?

PREGUNTA 1	FRECUENCIA	%
SI	0	0
NO	10	100
TOTAL	10	100

GRÁFICO N° 16

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 1

GRUPO INVESTIGADOR



Los docentes encuestados concuerdan que la falta de maquinaria no permite desarrollar destrezas en cuanto al proceso de deshidratado, con este tipo de elemento mecánico ayudará a incrementar sus conocimientos teóricos prácticos por ende mejorar su nivel académico de los estudiantes de esta carrera.

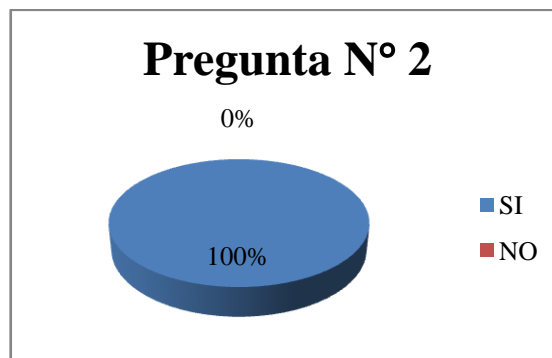
2. ¿Estaría de acuerdo con disponer con una máquina donde puedan realizar cortes de los alimentos a ser deshidratados?

PREGUNTA 2	FRECUENCIA	%
SI	10	100
NO	0	0
TOTAL	10	100

GRÁFICO N° 17

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 2

GRUPO INVESTIGADOR



En la pregunta planteada existe una similitud en sus respuestas en los encuestados al respecto de disponer una máquina donde puedan los estudiantes de la Carrera Agroindustrial realizar cortes de los alimentos a ser deshidratados.

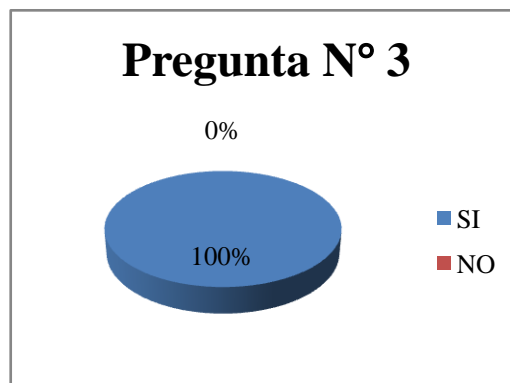
3. ¿Cree que al poseer una máquina picadora de alimentos se agilice el modo de ejecución de las prácticas que realizan los estudiantes?

PREGUNTA 3	FRECUENCIA	%
SI	10	100
NO	0	0
TOTAL	10	100

GRÁFICO N° 18

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 3

GRUPO INVESTIGADOR



De los docentes encuestados, todos coinciden que al poseer una máquina picadora de alimentos se agilizará el modo de ejecución de las prácticas que realizan los estudiantes, permitiendo desarrollar varias experiencias aprovechando el tiempo en su totalidad.

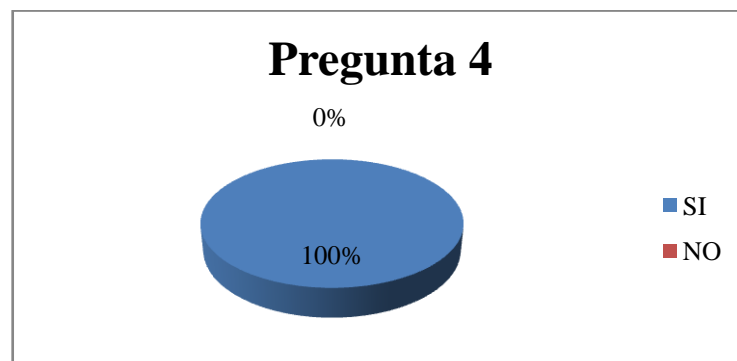
4. ¿Según su opinión, al experimentar con diferentes cortes el estudiante puede realizar un análisis del cual es el más adecuado para un deshidratado más eficiente?

PREGUNTA 4	FRECUENCIA	%
SI	10	100
NO	0	0
TOTAL	10	100

GRÁFICO N° 19

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 4

GRUPO INVESTIGADOR



Las opiniones vertidas por los docentes permiten determinar que al experimentar con diferentes cortes de los alimentos permitirá al estudiante realizar un análisis del cual es el más adecuado para obtener un deshidratado más eficiente.

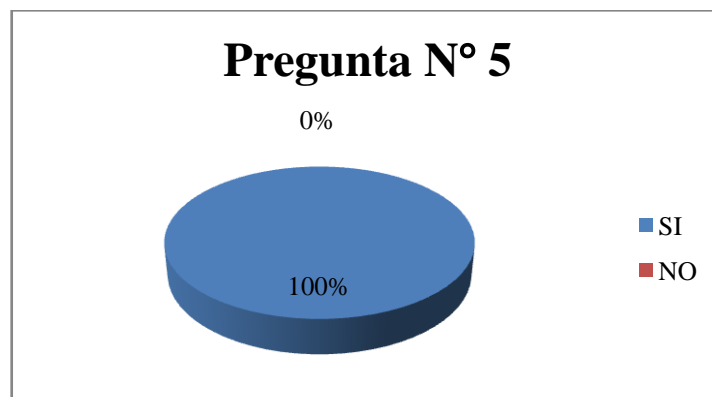
5. ¿Al desarrollar un mayor número de prácticas de deshidratación los estudiantes incrementarán su conocimiento en dicho proceso?

PREGUNTA 5	FRECUENCIA	%
SI	10	100
NO	0	0
TOTAL	10	100

GRÁFICO N° 20

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 5

GRUPO INVESTIGADOR



El criterio de los docentes se unifica, refiriéndose que al desarrollar un mayor número de prácticas de deshidratación los estudiantes incrementarán su conocimiento en dicho proceso.

2.2.2. Análisis e interpretación de los resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes de la especialidad de Ingeniería Agroindustrial.

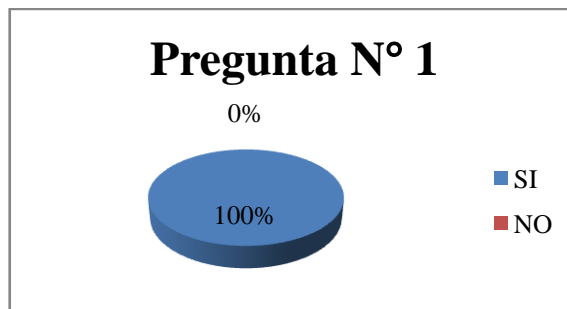
1. ¿Le gustaría que se implemente un laboratorio dentro de la Universidad Técnica de Cotopaxi donde puedan realizar prácticas de deshidratado?

PREGUNTA 1	FRECUENCIA	%
SI	68	100
NO	0	0
TOTAL	68	100

GRÁFICO N° 21

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 1

GRUPO INVESTIGADOR



Los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial están de acuerdo que se implemente un laboratorio dentro de la Universidad Técnica de Cotopaxi donde puedan realizar prácticas de deshidratado.

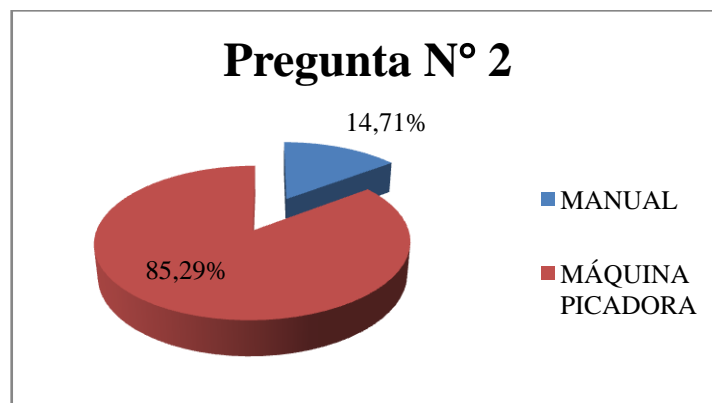
2. ¿La ejecución del picado del producto le resultaría más práctico, manualmente o por medio de una máquina picadora?

PREGUNTA 2	FRECUENCIA	%
MANUAL	10	14,71
MÁQUINA PICADORA	58	85,29
TOTAL	68	100

GRÁFICO N° 22

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 2

GRUPO INVESTIGADOR



El 85% de los estudiantes encuestados concuerdan con sus opiniones, para la ejecución del picado del producto les resultaría más práctico utilizar una máquina picadora de alimentos, mientras que el 15% expresa que el picado del producto le resultaría más práctico manualmente.

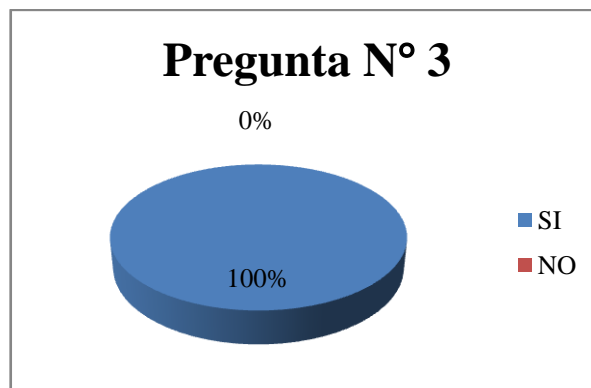
3. ¿Estaría de acuerdo con disponer con máquinas para el proceso de deshidratación?

PREGUNTA 3	FRECUENCIA	%
SI	68	100,00
NO	0	0,00
TOTAL	68	100

GRÁFICO N° 23

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 3

GRUPO INVESTIGADOR



Los encuestados están de acuerdo con disponer con máquinas para el proceso de deshidratación de alimentos permitiendo desarrollar las experiencias en dicho proceso.

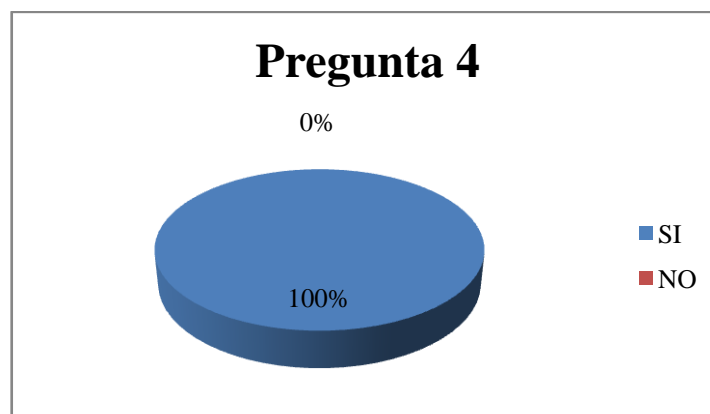
4. ¿Entre las máquinas que se requieren para el proceso le gustaría contar con una que permita picar los alimentos a ser deshidratados?

PREGUNTA 4	FRECUENCIA	%
SI	68	100,00
NO	0	0,00
TOTAL	68	100

GRÁFICO N° 24

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 4

GRUPO INVESTIGADOR



Los estudiantes consideran que contar con este tipo de máquina para realizar prácticas ayudara en la ejecución de las diferentes experiencias de deshidratación de alimentos.

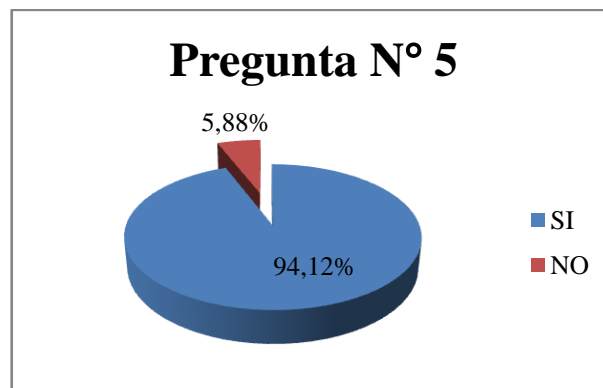
5. ¿Estaría de acuerdo que la máquina pueda cortar al producto en tiras y cubos?

PREGUNTA 5	FRECUENCIA	%
SI	64	94,12
NO	4	5,88
TOTAL	68	100

GRÁFICO N° 25

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 5

GRUPO INVESTIGADOR



El 94,12% de los alumnos encuestados están de acuerdo que la máquina picadora de alimentos pueda cortar a los alimentos en tiras y cubos, a la vez 5,88% no están de acuerdo que la máquina pueda cortar al producto en tiras y cubos.

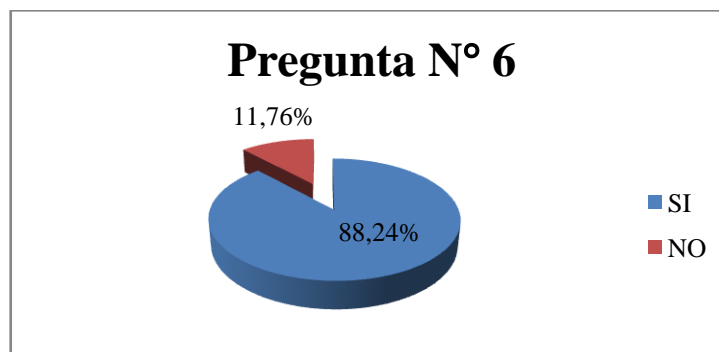
6. ¿Cree usted que con la máquina que pique productos, se podría realizar un análisis del tipo de corte que se requiere para un deshidratado eficiente?

PREGUNTA 6	FRECUENCIA	%
SI	60	88,24
NO	8	11,76
TOTAL	68	100

GRÁFICO N° 26

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 6

GRUPO INVESTIGADOR



El 88,24% de los estudiantes encuestados aseguran que al tener diferentes tipos de cortes de los alimentos podrían realizar un análisis del tipo de corte que se requiere para un deshidratado eficiente, a la vez 11,76% de los encuestados argumenta que no se podría realizar un análisis del tipo de corte que se requiere para un deshidratado eficiente.

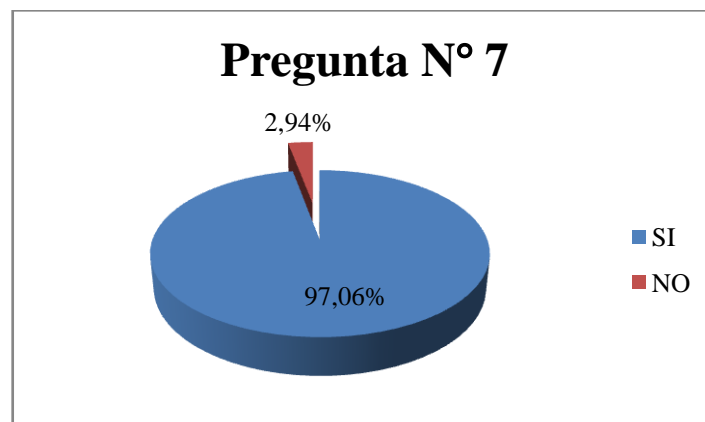
7. ¿Según su criterio el tamaño y la forma del corte del producto influirá en el tiempo de deshidratado?

PREGUNTA 7	FRECUENCIA	%
SI	66	97,06
NO	2	2,94
TOTAL	68	100

GRÁFICO N° 27

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 7

GRUPO INVESTIGADOR



De los alumnos encuestados el 97,06% se encuentran de acuerdo en que el tamaño y la forma del corte del producto influirá en el tiempo de deshidratado, por el contrario 2,94% argumenta que el tamaño y la forma del corte no influye en el tiempo de deshidratado.

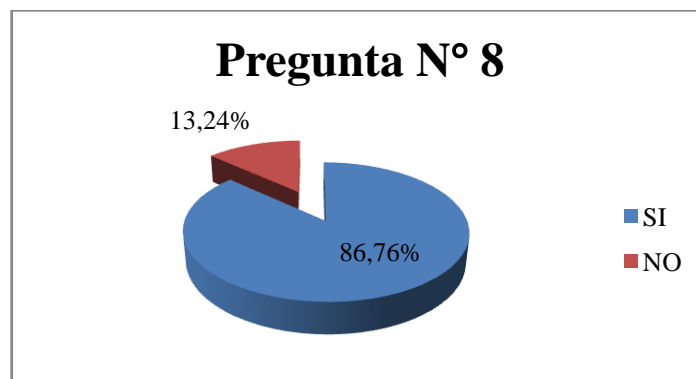
8. ¿Cree usted que la diferencia de tamaños del picado de un producto afecta en el proceso de deshidratado del mismo?

PREGUNTA 8	FRECUENCIA	%
SI	59	86,76
NO	9	13,24
TOTAL	68	100

GRÁFICO N° 28

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 8

GRUPO INVESTIGADOR



El 86,76% de los encuestados cree que la diferencia de tamaños del picado de un producto afecta en el proceso de deshidratado del mismo, mientras que el 13,24% concuerda que la diferencia de tamaños del picado de un producto no afecta en el proceso de deshidratado del mismo.

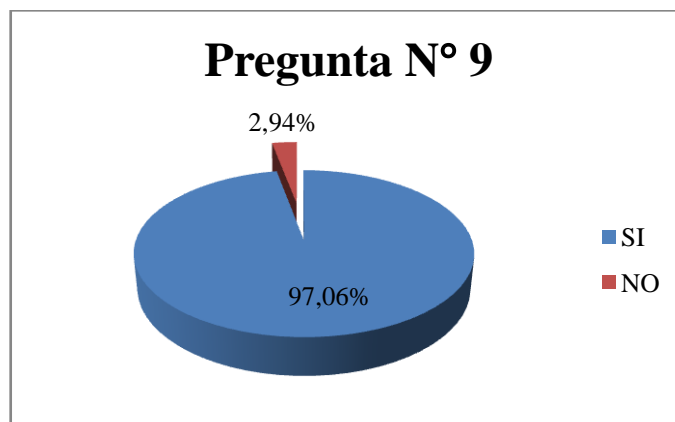
9. ¿Considera necesario que la máquina deberá poseer un manual de funcionamiento y mantenimiento?

PREGUNTA 9	FRECUENCIA	%
SI	66	97,06
NO	2	2,94
TOTAL	68	100

GRÁFICO N° 29

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 9

GRUPO INVESTIGADOR



El 97,06% de los alumnos encuestados consideran necesario que la máquina deberá poseer un manual de funcionamiento y mantenimiento, mientras que el 2,94% restante no consideran necesario que la máquina tenga un manual de funcionamiento y mantenimiento.

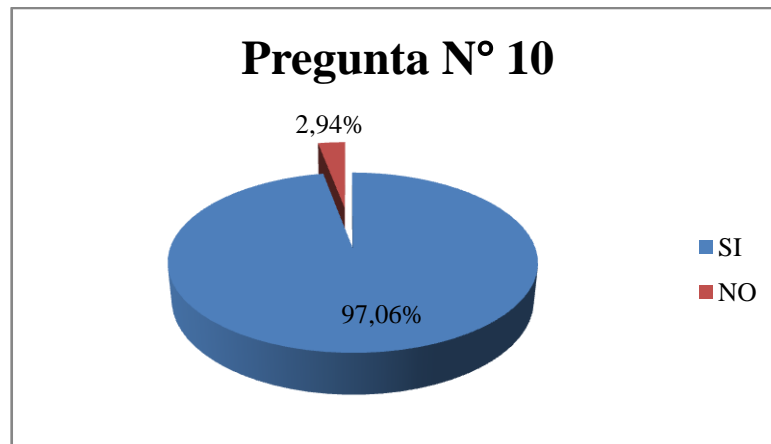
10. ¿Piensa usted que al tener de una enseñanza teórica práctica permitirá a los estudiantes comprender como se desarrolla el proceso de deshidratado de los alimentos?

PREGUNTA 10	FRECUENCIA	%
SI	66	97,06
NO	2	2,94
TOTAL	68	100

GRÁFICO N° 30

ANÁLISIS Y RESULTADOS, PREGUNTA N° 10

GRUPO INVESTIGADOR



El 97,06% de los estudiantes creen que al tener de una enseñanza teórica práctica permitirá a comprender como se desarrolla el proceso de deshidratado de los alimentos, entretanto el 2,94% no considera necesario tener una enseñanza teórica practica.

2.2.3. Comprobación de la hipótesis

HIPÓTESIS

¿El diseño y construcción de una máquina picadora de productos alimenticios como parte del proceso de deshidratación mejorará el proceso de enseñanza aprendizaje en la Carrera de Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

Categorías	Frecuencias observadas	Frecuencias esperadas
Afirmación Positiva	10	10
Afirmación Negativa	0	0

De la encuesta aplicada a los docentes se dividió en dos categorías preguntas con respuestas positivas y preguntas con respuestas negativas.

$$\begin{array}{l} \text{Frecuencias observadas} \\ \text{Frecuencias esperadas} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} o_1 = \text{Afirmación positiva} \\ o_2 = \text{Afirmación negativa} \\ e_1 = \text{Afirmación positiva} \\ e_2 = \text{Afirmación negativa} \end{array} \right.$$

Niveles de significancia:

- a) 0,05
- b) 0,01

Aplicando la fórmula del ji cuadrada (x^2) dado por:

$$x^2 = \frac{(o_1 - e_1)^2}{e_1} + \frac{(o_2 - e_2)^2}{e_2}$$

$$x^2 = \frac{(10 - 10)^2}{0} + \frac{(0 - 0)^2}{0}$$

$$x^2 = 0$$

Sabiendo que $K=2$, por tener dos categorías afirmativa y positiva cálculos el número de grados de libertad que es igual a:

$$v = k - 1$$

$$v = 2 - 1$$

$$v = 1$$

- a) El valor crítico $x_{,95}^2$ para 1 grado de libertad es 3,84 (**VER ANEXO 18**). Por lo tanto, como $0 < 3,84$, al nivel de significancia 0,05 se acepta la hipótesis.
- b) El valor crítico $x_{,99}^2$ para 1 grado de libertad es 6,63 (**VER ANEXO 18**). Por lo tanto, como $0 < 6,63$, al nivel de significancia 0,01 se acepta la hipótesis.

Se concluye que al utilizar dos niveles de significancia diferentes y por la razón que los resultados fueron similares la hipótesis es aceptada.

CAPÍTULO III

3.1. TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PICADORA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS COMO PARTE DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN PARA MEJORAR EL PROCEDIMIENTO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, AÑO 2012”.

3.2. OBJETIVO GENERAL:

- Implementar una máquina picadora de productos alimenticios aplicando los conocimientos teórico práctico con materiales existentes en el mercado para la ejecución de las prácticas estudiantiles en cuanto a la deshidratación de alimentos de la Carrera de Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Desarrollar una investigación teórica, recopilando información de libros, folletos y manuales de maquinarias industriales, para la búsqueda de mecanismos útiles que permitan la construcción de la máquina picadora de productos alimenticios.

- Realizar los cálculos mediante datos obtenidos de los elementos a utilizar para el respectivo diseño de las piezas mecánicas.
- Construir los elementos mecánicos aplicando diferentes métodos de manufactura para el ensamble total de la máquina.

3.3. JUSTIFICACIÓN

Las herramientas forman un medio didáctico que facilitan el aprendizaje de los estudiantes orientado por los educadores en ambientes adecuados de enseñanza como son los laboratorios, por esto implementar una máquina adecuada para el proceso de corte de alimentos que integre el sistema de deshidratado es necesario y ayudará al estudiante de Ingeniería Agroindustrial que realice sus prácticas con normalidad, podrán operar, controlar, visualizar y entender que el uso de equipos mecánicos en la actualidad les permite obtener un producto adecuado y sin mucha manipulación directa con el alimento.

La parte interesante de contar con una máquina es que el estudiante se convertirá en participante activo de la generación del conocimiento, pues identificará por sí mismo o con la ayuda del docente cuales son los parámetros necesarios para un buen corte del alimento el mismo que le dotará de ciertas habilidades en cuanto al análisis de la forma o tamaño que requiere cada alimento para un deshidratado eficiente, que conducirá a reducir el tiempo en dicho proceso y directamente a la reducción de otro factor como es el uso de combustible o de energía eléctrica dependiendo del sistema utilizado en la construcción de la deshidratadora ya sea a base de un caldero o de niquelinas para la generación del calor. Con lo que se producirá un ahorro económico ya sea por costo de planillas de energía eléctrica o compra de combustible.

La realización de experiencias en laboratorios es una actividad que favorece la comprensión de los conceptos razón suficiente para que las universidades las efectúen y con mayor razón la nuestra por ser técnica, por lo tanto el problema de investigación formulado resulta muy útil en cuanto a entender lo teórico y llevarlo directamente a lo real en una práctica.

Actualmente la Carrera de Ingeniería Agroindustrial no cuenta con una máquina picadora de alimentos que le permita desarrollar sus prácticas de deshidratación, se lo realiza de forma manual y la cantidad de producto que pican es muy poco y dado el corto tiempo que tienen para desarrollar la experiencia, el picado lo realizan de la forma más rápida que se pueda sin tener la posibilidad de poder analizar si el corte que se está realizando es el adecuado para un mejor desarrollo del proceso.

Además el corte que proporcionará la máquina será uniforme por cuanto a la presentación y para evitar el secado desigual del producto en la cámara, problema que se venía dando cuando el corte era impreciso por realizarlo manualmente.

Sería fácil adquirir una máquina que pueda realizar este trabajo en forma automática para usarlos en las prácticas, pero el problema radica en su costo elevado.

Los beneficiarios directos de la ejecución del presente trabajo investigativo serán los estudiantes de la Carrera de Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi que por la realización de dichos procedimientos prácticos se trasladan fuera de la institución teniendo que permanecer hasta que este termine, esto se convierte en una gran desventaja, además se trata de un centro de producción en donde el estudiante no puede manipular herramientas ni experimentar con diferentes datos, solo se basa en lo que ya está hecho, por el contrario al disponer de una máquina picadora de alimentos en un laboratorio propio de la universidad este podrá despejar sus inquietudes en un experimento obteniendo así sus propias conclusiones acerca de cuál es el tipo de corte más adecuado involucrando densidades, longitudes y formas que contribuya a un mejor proceso de deshidratado. Por otro lado queda abierto libremente para que los estudiantes de

Ingeniería Electromecánica o a fines puedan realizar el mantenimiento de dicha máquina como parte de la formación profesional.

La investigación y realización de la máquina es factible ya que se dispone con el apoyo de ingenieros entendidos en la materia quienes pueden guiarnos en todo el proceso de investigación brindándonos información muy útil, además los investigadores poseen los conocimientos necesarios para su desarrollo mismo que han sido adquiridos durante todo el trayecto estudiantil y cuentan con los recursos tantos materiales, económicos y bibliográficos necesarios para avalar que se cumpla con el trabajo investigativo.

CÁLCULO Y DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

3.4. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LA MÁQUINA

La máquina a ser construida debe contar con requerimientos funcionales, los cuales permitirán que ésta cumpla con satisfacción los objetivos para los cuales fue construida, a continuación se destacan los principales:

- La máquina debe procesar alimentos y entregarlos picados ya sea en tiras o cubos.
- Los cortes a ser efectuados en los alimentos son de 10 mm por lado pudiendo variar en su profundidad.

- Deberá tener una productividad de 10Kg /h. con un uso diario de 4 horas diarias
- La máquina debe ser de fácil operación.
- Debe contar con alimentación trifásica.
- No deberá funcionar la máquina mientras la tapa que cubre las cuchillas no sea cerrada por el usuario, y apagarse completamente en el momento de abrirla.

3.5. CÁLCULOS Y DISEÑO DE LA PICADORA DE ALIMENTOS

3.5.1. Selección del material de las chuchillas y demás elementos en contacto con el alimento

Para el diseño de las cuchillas no se debe solo tomar en cuenta las dimensiones y las fuerza de corte del alimento, sino también los fluidos que se desprenden después del corte, por lo que la corrosión es un factor que se debe considerar, por tal motivo lo óptimo sería utilizar materiales adecuados, ya que además de ello existe las condiciones ambientales que contribuyen la corrosión, dicho material deberá ser utilizado en todos los componentes los cuales tengan contacto directo con los alimentos a ser cortados, con el fin de alargar la vida de la máquina y por tanto para hacer frente a las condiciones de operación se hace uso de un acero inoxidable cuyas propiedades físicas, mecánicas y químicas cumplan con todas las exigencias mencionadas. Por lo que el material a utilizar es el acero inoxidable AISI 304 y AISI 430, cuyas propiedades se pueden observar en el **ANEXO 4 y 5** respectivamente.

3.5.2. Procedimiento utilizado para determinar la fuerza de corte

Con el fin de determinar las fuerzas de corte de los productos a picar la cual se realizó de manera experimental, se utilizó una balanza electrónica, un cuchillo y un calibrador pie de rey.

Primero con el calibrador se obtuvo las dimensiones de los alimentos, posteriormente y encendida la balanza se peso el cuchillo con su respectivo soporte. Con las manos se tomó los alimentos ubicándolos cerca del cuchillo para luego aplicando nuestra fuerza corporal se presionó el alimento sobre el cuchillo hasta que este se corte en su totalidad y marque la fuerza aplicada en el display de la balanza, luego con valor obtenido restamos el valor del peso del cuchillo y su soporte para así obtener el valor experimental de la fuerza requerida para el corte de cada uno de los alimentos.

FIGURA N° 8

PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA DETERMINAR LA FUERZA DE CORTE DE LOS ALIMENTOS



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Los resultados obtenidos en esta experiencia se pueden ver en las tablas en el **ANEXO 6** para cada alimento, para nuestro diseño se tomó como referencia los datos obtenidos de la cebolla pues es el producto que requiere de una fuerza mayor de corte en su sección transversal siendo de 4,7 Kgf por cebolla con un diámetro de 25 mm.

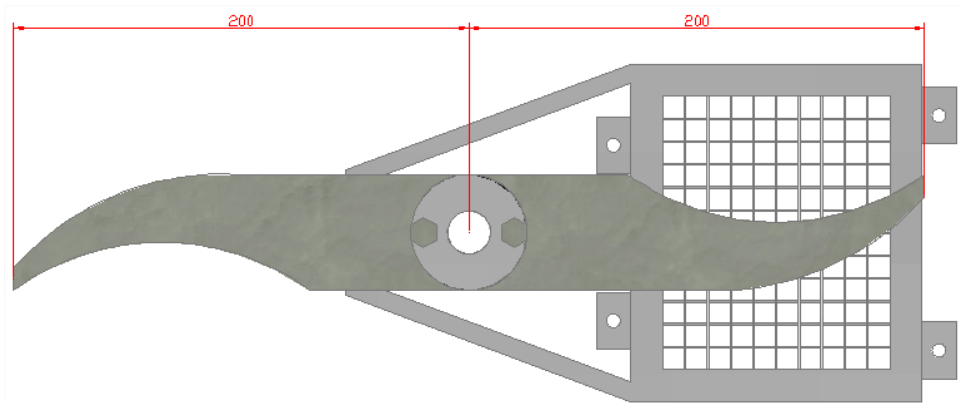
3.5.3. Cálculos de las cuchillas

3.5.3.1. Cuchilla transversal

En el gráfico N° 31 muestra las dimensiones de la cuchilla así como también su ubicación.

GRÁFICO N° 31

CUCHILLA TRANSVERSAL

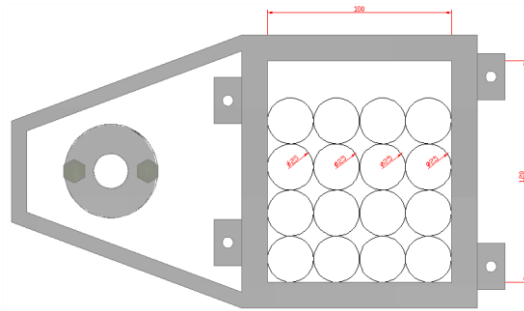


FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Se considera que la ubicación ideal de los productos sería tal como muestra el gráfico N° 32 aunque para su corte en una ejecución real la ubicación no sería precisamente ésta. En este caso se tomó como referencia a la cebolla pues es el producto que requiere mayor fuerza de corte en su sección transversal siendo este de 4,7 Kgf por cebolla con un diámetro de 25 mm.

GRÁFICO N° 32

UBICACIÓN IDEAL DE LOS ALIMENTOS



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Como en el supuesto de que la manera de ubicar la cebolla es la mostrada en el gráfico anterior la fuerza se multiplicara por 4, la secuencia de corte y la fuerza son mostradas en los siguientes gráficos.

GRÁFICO N° 33

SECUENCIA Y FUERZA DE CORTE DE LOS ALIMENTOS

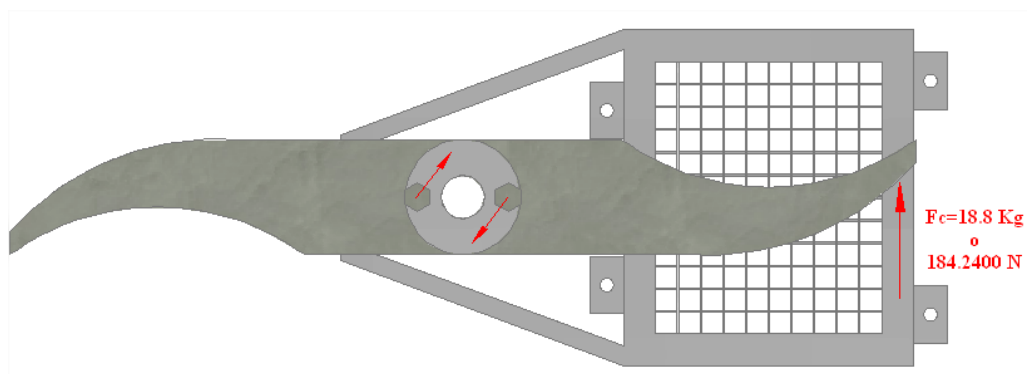


FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Como la fuerza varia con la distancia, es decir a mayor distancia del punto O la fuerza F disminuye, entonces en el extremo de la cuchilla debe poseer la fuerza de 18.8 Kgf para cortar la cebolla sin problema.

GRÁFICO N° 34

FUERZA REQUERIDA EN EL EXTREMO DE LA CUCHILLA



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Ahora con el torque calculado en el diseño de los ejes $T = 56.0175 \text{ Nm}$ se determinó la fuerza.

$$T = F \cdot d$$

$$F = \frac{T}{d}$$

$$F = \frac{56.0175 \text{ Nm}}{0.195 \text{ m}}$$

$$F = 287.26292 \text{ N} \left| \frac{1 \text{ Kgf}}{9.8 \text{ N}} \right|$$

$$F = 29.3132 \text{ Kgf}$$

Rep. 1

Dado que la fuerza obtenida fue 29.3132 Kgf y la requerida era de 18.8 Kgf el motor resultó apropiado para el proyecto.

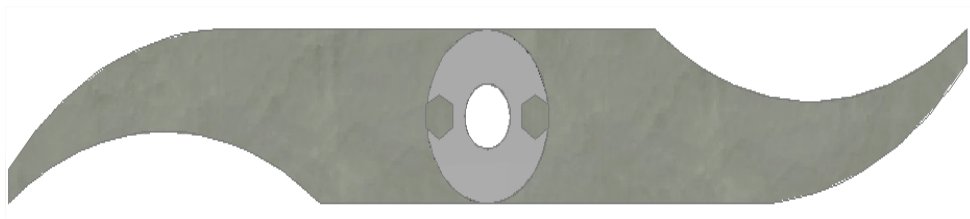
3.5.3.1.1. Cálculo del diámetro de los pernos para el acople de la cuchilla

Por cuestión de diseño y facilidad de montaje y desmontaje en el porta cuchillas se utilizaron 2 pernos los mismos que serán de acero inoxidable por cuanto estarán en contacto directo con los alimentos picados.

La distribución de los 2 pernos se muestra en el gráfico N° 35.

GRÁFICO N° 35

DISTRIBUCIÓN DE LOS PERNOS EN EL PORTACUCHILLAS



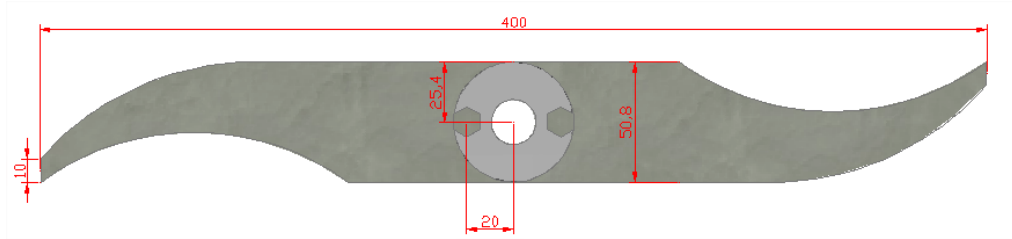
FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Los pernos al estar dispuestos como en el gráfico anterior experimentan una carga de corte en su sección transversal por la cuchilla.

En el gráfico N° 36 se muestra las distancias entre puntos.

GRÁFICO N° 36

DISTANCIAS ENTRE PUNTOS

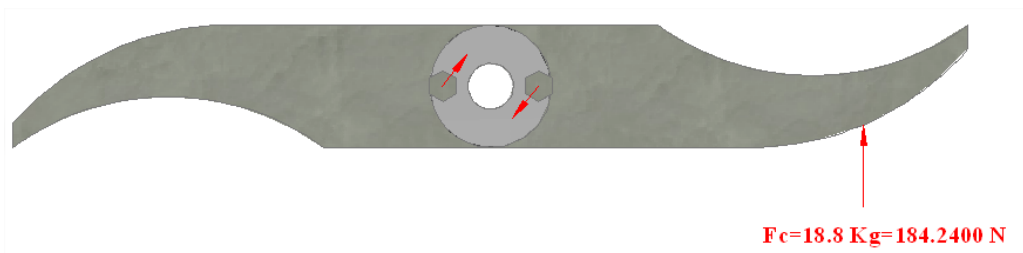


FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

En el gráfico N° 37 se muestra la forma en la que actúan las fuerzas en la cuchilla y en los pernos del portacuchilla.

GRÁFICO N° 37

FUERZAS EN LAS CUCHILLAS



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Para determinar la F_p (Carga por perno) se utilizó la siguiente ecuación:

$$F_p = \frac{F_c}{4}$$

$$F_p = \frac{184.24 \text{ N}}{4}$$

$$F_p = 46.06 \text{ N}$$

Rep. 2

El momento al que están sometidos el conjunto de pernos se calculó con la fórmula:

$$M = F_C \cdot d$$

$$M = 184.2400 \text{ N (0.2484 m)}$$

$$M = 45.7652 \text{ Nm}$$

Rep. 3

$$\sum r^2 = 4(0.0238 \text{ m})^2$$

$$\sum r^2 = 0.0023 \text{ m}^2$$

Rep. 4

$$F_i = \frac{Mr_i}{\sum r^2}$$

$$F_i = \frac{45.7652 \text{ Nm (0.0238 m)}}{0.0023 \text{ m}^2}$$

$$F_i = 473.5705 \text{ N}$$

Rep. 5

$$F_{1x} = F_i \text{ sen}\theta$$

$$F_{1x} = 473.5705 \text{ N (sen } 45^\circ)$$

$$F_{1x} = 334.8649 \text{ N}$$

Rep. 6

$$F_{1y} = F_i \text{ cos}\theta$$

$$F_{1y} = 473.5705 \text{ N (cos } 45^\circ)$$

$$F_{1y} = 334.8649 \text{ N}$$

Rep. 7

$$F_{1y} + F_p = 334.8649 \text{ N} + 46.06 \text{ N} = 380.9249 \text{ N}$$

$$R_1 = \sqrt{(334.8649)^2 + (380.9249)^2}$$

$$R_1 = 506.1866 \text{ N}$$

Rep. 8

$$D = \sqrt{\frac{4(A)}{\pi}}$$

Considerando las fuerzas que actúan en cada perno se decidió empezar el cálculo con el diámetro del perno de 1/4 el cual transformado a metros nos da el valor de 0.0064 m.

$$A = \frac{D^2\pi}{4}$$

$$A = \frac{(0.0064 \text{ m})^2\pi}{4}$$

$$A = 0.03216 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Rep. 9

$$A = \frac{R_1}{\tau_a}$$

$$\tau_a = \frac{R_1}{A}$$

$$\tau_a = \frac{506.4254 \text{ N}}{0.03216 \times 10^{-3} \text{ m}^2}$$

$$\tau_a = 15.74705 \text{ MPa}$$

Rep. 10

Al comparar esfuerzo permisible a cortante que debe soportar el perno de $\frac{1}{4}$ con el límite de fluencia del Acero inoxidable 304 que es 310 MPa concluimos que los pernos de $\frac{1}{4}$ son más que suficientes para la función a desempeñar.

3.5.3.1.2. Cálculo del espesor de la cuchilla tipo rejilla

Tomando en cuenta una de las cuchillas que conforman todo el juego y escogiendo la de menor dimensión ya que esta será la más afectada por los esfuerzos podemos determinar su espesor.

Aplicando la Ec. 1 podemos determinar resistencia a la fluencia en cortante.

$$S'n = 0.5(S_y)$$

$$S'n = 0.5(205 \text{ MPa})$$

$$S'n = 102.5 \text{ MPa}$$

Rep. 11

Por medio de la Ec. 2 y utilizando un factor de 6 se obtiene:

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{S'n}{n}$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{102.5 \text{ MPa}}{6}$$

$$\tau_{\text{máx}} = 17.0833 \text{ MPa}$$

Rep. 12

Ahora para determinar el espesor de la cuchilla y conociendo esta que debe ser de manera rectangular consideremos que el área de la sección que soportara la carga se determina al multiplicar la base en este caso será el espesor por la altura donde obtenemos:

$$A = b \times h$$

$$A = e \times 0.004 \text{ m}$$

Remplazando el área en el esfuerzo cortante máximo donde se despejara el espesor.

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{F}{A}$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{F}{e \times 0.004 \text{ m}}$$

$$e = \frac{4.7 \text{ Kgf} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0.004 \text{ m} \times 17.0833 \text{ MPa}}$$

$$e = 0.00067 \text{ m}$$

$$e = 0.67405 \text{ mm}$$

$$e \cong 0.7 \text{ mm}$$

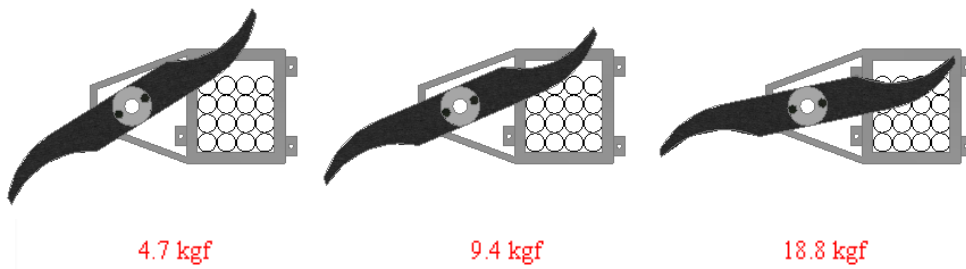
Rep. 13

3.5.3.1.3. Cálculo del espesor de la cuchilla transversal

Dada que la secuencia de corte es como muestra en el gráfico N° 38 el valor que se obtiene de fuerza de corte es de 18.8 Kgf ya que al final de la secuencia cortara 4 productos a la vez y el procedimiento de cálculo de su espesor será igual al anterior simplemente cambiando la fuerza de corte.

GRÁFICO N° 38

SECUENCIA Y FUERZA DE CORTE DE LOS ALIMENTOS



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

$$S'n = 0.5(S_y)$$

$$S'n = 0.5(205 \text{ MPa})$$

$$S'n = 102.5 \text{ MPa}$$

Rep. 14

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{S'n}{n}$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{102.5 \text{ MPa}}{6}$$

$$\tau_{\text{máx}} = 17.0833 \text{ MPa}$$

Rep. 15

$$A = bxh$$

$$A = e \times 0.010 \text{ m}$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{F}{A}$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{F}{e \times 0.010 \text{ m}}$$

$$e = \frac{18.8 \text{ Kgf} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0.010 \text{ m} \times 17.0833 \text{ MPa}}$$

$$e = 0.0011 \text{ m}$$

$$e = 1.0785 \text{ mm}$$

Rep. 16

Se escogerá el espesor de la plancha de 1.5 ya que en el mercado existe este tipo de material.

3.5.4. Reducción de velocidad

Al disponer con un motor se realizó el cálculo para verificar que la potencia que este posee es útil en el proyecto.

Datos de la placa del motor

Potencia: 2 Hp

RPM: 1700

3.5.4.1. Selección de los diámetros de las poleas

Para la seleccionar los diámetros de las poleas se hará uso de la relación de transmisión utilizando la Ec. 15.

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

3.5.4.2. Cálculo del diámetro de la polea conducida

La reducción de la velocidad y el aumento del torque solo realizo con correas y poleas, lo indispensable será llegar hasta un límite aproximado de 250 RPM. Para el cálculo de la primera transmisión se utilizó la Ec. 15, teniendo en cuenta que por motivos de diseño el diámetro de la polea conductora y de la conducida son 3 y 10 pulg. respectivamente.

$$\omega_2 = \frac{\omega_1 D_1}{D_2}$$

$$\omega_2 = \frac{1700 \text{ RPM (3 pulg.)}}{10 \text{ pulg.}}$$

$$\omega_2 = 510 \text{ RPM}$$

Rep. 17

Dado que las RPM no fueron las esperadas se tuvo que realizar otra nueva reducción de velocidad ahora teniendo en cuenta como datos iniciales el diámetro de la nueva polea conductora de 2 pulg. y 510RPM entonces:

$$D_2 = \frac{\omega_1 D_1}{\omega_2}$$

$$D_2 = \frac{510 \text{ RPM (2 pulg.)}}{250 \text{ RPM}}$$

$$D_2 = 4.0800 \text{ pulg}$$

Rep. 18

Entonces los diámetros de las poleas conseguidas para una reducción de la velocidad de 250 RPM son:

Polea conductora primaria = 3 pulg.

Polea conducida primaria = 10 pulg.

Polea conductora secundaria = 2 pulg.

Polea conducida secundaria = 4 pulg.

3.5.4.3. Longitud de la banda

La longitud de paso esta defina de acuerdo a la Ec. 16. para la primera transmisión se tomo la distancia entre centros C de 17.5 pulg. con lo que se obtuvo.

$$L = 2C + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C}$$

$$L = 2(17.5 \text{ pulg}) + 1.57(10 \text{ pulg} + 3 \text{ pulg}) + \frac{(10 \text{ pulg} - 3 \text{ pulg})^2}{4(17.5 \text{ pulg})}$$

$$L = 56.1100 \text{ pulg}$$

Rep. 19

De igual manera para la segunda transmisión con una distancia entre centros C de 10 pulg. y se obtuvo:

$$L = 2C + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C}$$

$$L = 2(10 \text{ pulg}) + 1.57(4 \text{ pulg} + 2 \text{ pulg}) + \frac{(4 \text{ pulg} - 2 \text{ pulg})^2}{4(10 \text{ pulg})}$$

$$L = 29.5200 \text{ pulg}$$

Rep. 20

Entonces las longitudes de acuerdo a las correas existentes en el mercado son:

Correa principal = 56 pulg.

Correa secundaria = 30 pulg.

3.5.4.4. Cálculo de los ángulos de contacto de la polea conductora y polea conducida primaria y secundaria

El ángulo de contacto para la polea conductora primaria, según la Ec. 17 es:

$$\theta_1 = 180^\circ - 2\text{sen}^{-1}\left(\frac{D_2 - D_1}{2C}\right)$$

$$\theta_1 = 180^\circ - 2\text{sen}^{-1}\left(\frac{10 \text{ pulg} - 3 \text{ pulg}}{2(17.5 \text{ pulg})}\right)$$

$$\theta_1 = 156.9261^\circ$$

Rep. 22

De igual forma el ángulo de contacto para la polea conducida primaria, según la Ec. 18 es:

$$\theta_2 = 180^\circ + 2\text{sen}^{-1}\left(\frac{D_2 - D_1}{2C}\right)$$

$$\theta_2 = 180^\circ + 2\text{sen}^{-1}\left(\frac{10 \text{ pulg} - 3 \text{ pulg}}{2(17.5 \text{ pulg})}\right)$$

$$\theta_2 = 203.0739^\circ$$

Rep. 23

El ángulo de contacto para la polea conductora secundaria, según la Ec. 17 es:

$$\theta_1 = 180^\circ - 2\text{sen}^{-1}\left(\frac{D_2 - D_1}{2C}\right)$$

$$\theta_1 = 180^\circ - 2\text{sen}^{-1}\left(\frac{4 \text{ pulg} - 2 \text{ pulg}}{2(10 \text{ pulg})}\right)$$

$$\theta_1 = 168.5217^\circ$$

Rep. 24

De igual forma el ángulo de contacto para la polea conducida secundaria, según la Ec. 18 es:

$$\theta_2 = 180^\circ + 2\text{sen}^{-1}\left(\frac{D_2 - D_1}{2C}\right)$$

$$\theta_2 = 180^\circ + 2\text{sen}^{-1}\left(\frac{4 \text{ pulg} - 2 \text{ pulg}}{2(10 \text{ pulg})}\right)$$

$$\theta_2 = 191.8743^\circ$$

Rep. 25

3.5.4.5. Número de la correas

Se utilizó la Ec. 19 para el cálculo de la velocidad lineal de la correa:

Primer sistema de transmisión

$$V_t = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{60 \cdot 1000}$$

$$V_t = \frac{\pi \cdot (76.2 \text{ mm}) \cdot (1700 \text{ RPM})}{60 \cdot 1000}$$

$$V_t = 6.7827 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V_t \approx 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Rep. 26

Según el **ANEXO 7** para la correa tipo el valor encontrado es 1.2.

Sabiendo que 1CV es 735 W y 2 Hp es igual a 1490 W por simple relación se obtiene que 2 HP es igual a 2.0272 CV, valor que al dividir por 1.2 hallado en el **ANEXO 7** se obtiene el número de correas.

$$\text{número de correas} = \frac{2.0272}{1.2}$$

$$\text{número de correas} = 1.6893$$

$$\text{número de correas} \approx 2$$

Rep. 27

Y para el segundo sistema se utilizará el mismo número de correas.

3.5.5. Torques generados en la transmisión

3.5.5.1. Torque en el eje motriz

El torque es igual a:

$$P = T \cdot \omega$$

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{1490 \text{ W}}{1700 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \left| \frac{2\pi\text{rad}}{1\text{rev}} \right| \frac{1\text{min}}{60\text{s}}}$$

$$T = 8,3697 \text{ Nm}$$

Rep. 28

3.5.5.2. Torque en el primer eje conducido

Tras efectuar la reducción de velocidad con la plea de 10 pulg. se aumenta el torque.

$$P = T \cdot \omega$$

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{1490 \text{ W}}{510 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \left| \frac{2\pi\text{rad}}{1\text{rev}} \right| \frac{1\text{min}}{60\text{s}}}$$

$$T = 27.8989 \text{ Nm}$$

Rep. 29

3.5.5.3. Torque en el segundo eje conducido

$$P = T \cdot \omega$$

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{1490 \text{ W}}{254 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \left| \frac{2\pi\text{rad}}{1\text{rev}} \right| \frac{1\text{min}}{60\text{s}}}$$

$$T = 56.0175 \text{ Nm}$$

Rep. 30

3.5.6. Diseño de eje principal

GRÁFICO N° 39

FORMA DEL EJE PRINCIPAL



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Para determinar el diámetro del eje se calcula la fuerza flexionante que genera el sistema de transmisión de potencia banda-polea se utilizará las Ec. 5 y Ec. 6.

$$F_N = F_1 - F_2$$

$$F_N = \frac{T}{\frac{D}{2}}$$

El par torsional transmitido por la polea de menor diámetro se calculó anteriormente ($D_1 = 3$ pulg.).

$$F_N = \frac{8,3697 \text{ Nm}}{\frac{3 \text{ pulg} \left| \frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg}} \right| \left| \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right|}{2}}$$

$$F_N = 219.6772 \text{ N} \quad \text{Rep. 31}$$

Para la transmisión con la banda en V se utiliza la relación Ec. 8:

$$\frac{F_1}{F_2} = 5$$

Entonces:

$$F_N = F_1 - F_2$$

$$219.6772 \text{ N} = 5F_2 - F_2$$

$$219.6772 \text{ N} = 4F_2$$

$$F_2 = 54.9193 \text{ N} \quad \text{Rep. 32}$$

$$F_1 = 5F_2$$

$$F_1 = 5(54.9193 \text{ N})$$

$$F_1 = 274.5965 \text{ N} \quad \text{Rep. 33}$$

Por lo tanto para determinar la fuerza flexionante en el eje sustituimos los valores anteriormente obtenidos en la Ec. 12 y tenemos.

$$F_B = 1,5F_N$$

$$F_B = 1,5(219.6772 \text{ N})$$

$$F_B = 329.5158 \text{ N}$$

Rep. 34

Para comprobar que los cálculos son correctos la potencia en la polea conducida debe ser igual a la del motor, reflejado por la polea motriz para lo cual se utilizó la fórmula:

$$P = (F_1 - F_2) \left(\frac{D_2}{2} \right) \omega$$

$$P = (274.5965 \text{ N} - 54.9193 \text{ N}) \left(\frac{10 \text{ pulg} \left| \frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg}} \left| \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right. \right)}{2} \right) \left(510 \frac{\text{ rev}}{\text{ min}} \left| \frac{2\pi}{1 \text{ rev}} \left| \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right. \right. \right)$$

$$P = 1490.0042 \text{ W} \left| \frac{1 \text{ Hp}}{745 \text{ W}} \right|$$

$$P = 2 \text{ Hp}$$

Rep. 35

Los resultados reflejan que los cálculos son correctos al darnos la potencia del motor.

3.5.6.1. Cálculo de la resistencia a la fatiga real de eje principal

Las propiedades mecánicas del acero de transmisión AISI 1018 podemos observar en el **ANEXO 8**, las cuales a utilizar son:

$$S_y = 370 \text{ MPa}$$

$$S_u = 440 \text{ MPa}$$

$$s_n = 0,5(S_u)$$

$$s_n = 0,5(440 \text{ MPa})$$

$$s_n = 220 \text{ MPa}$$

Rep. 36

El factor de confiabilidad y el factor de tamaño están expresados de acuerdo a los ANEXOS 9 y 10 respectivamente.

$$s'_n = s_n(C_R)(C_S)$$

$$s'_n = 220 \text{ MPa}(1)(0,96)$$

$$s'_n = 211.2000 \text{ MPa}$$

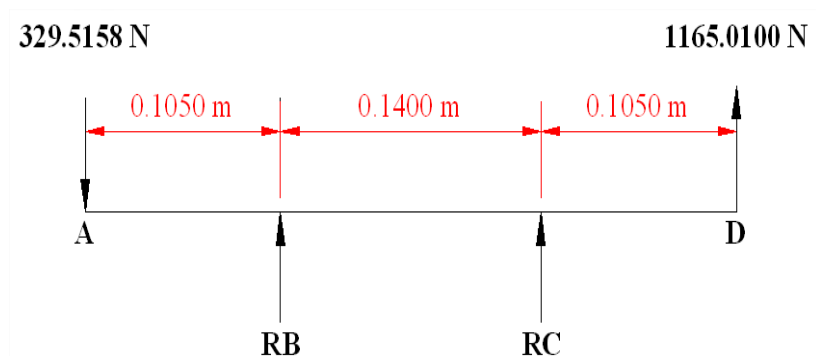
Rep. 37

3.5.6.2. Cálculo de las reacciones producidas por el eje principal

Para el cálculo de reacciones es necesario realizar el diagrama de cuerpo libre del eje mostrado en el gráfico N° 40.

GRÁFICO N° 40

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE EJE PRINCIPAL



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

$$\sum F_y = 0$$

$$R_B + R_C - 329.5158 \text{ N} + 1165,0100 \text{ N} = 0$$

$$R_B = -835.4942 \text{ N} - R_C \quad \text{Ec. 1}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-329.5158 \text{ N}(0) + R_B(0.1050 \text{ m}) + R_C(0.2450 \text{ m}) + 1165.0100 \text{ N}(0.3500\text{m}) = 0$$

$$(-835.4942 \text{ N} - R_C)(0.1050 \text{ m}) + R_C(0.2450 \text{ m}) + 407.7535 \text{ Nm} = 0$$

$$-87.7269 \text{ Nm} - R_C(0.1050 \text{ m}) + R_C(0.2450 \text{ m}) + 407.7535 \text{ Nm} = 0$$

$$R_C(0.1400 \text{ m}) = -320.0266 \text{ Nm}$$

$$R_C = \frac{-320.0266 \text{ Nm}}{0.1400 \text{ m}}$$

$$R_C = -2285.9043 \text{ N} \quad \text{Rep. 38}$$

Ahora reemplazamos R_C en la ecuación 1 para obtener la reacción en B

$$R_B = -835.4942 \text{ N} - R_C$$

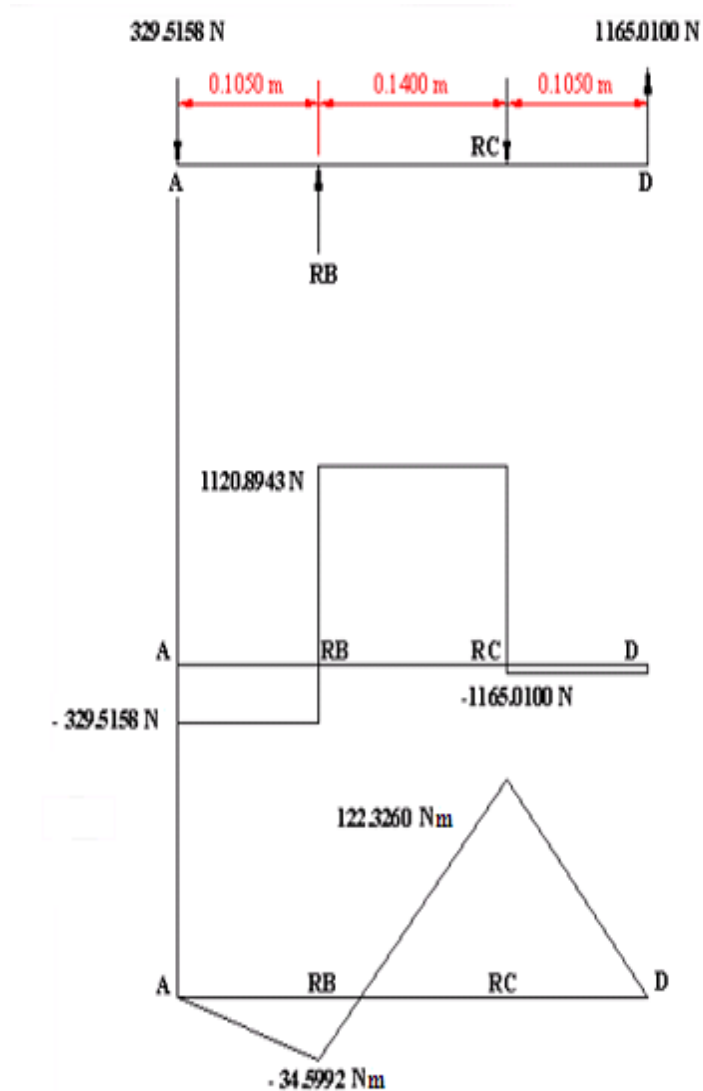
$$R_B = -835.4942 \text{ N} - (-2285.9043 \text{ N})$$

$$R_B = 1450.4101 \text{ N} \quad \text{Rep. 39}$$

Como el signo de la reacción R_C es negativa, expresa que la dirección de la fuerza es contraria por tal razón se redibuja el diagrama de cuerpo libre y se grafica los diagramas de momento cortante y flexionante.

GRÁFICO N° 41

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE, MOMENTO CORTANTE Y FLEXIONANTE EJE PRINCIPAL



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

3.2.6.3. Cálculo de diámetros del eje principal

Para determinar los diámetros se define mediante la Ec. 13, donde el límite de fluencia del acero del eje de transmisión es 370 MPa. Ver **ANEXO 8**

$$s_y = 370 \text{ MPa}$$

$$s'_n = 1211.2000 \text{ MPa}$$

Se considera para el diseño un factor $N=2$

$$D = \left[\frac{32 N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_t M}{s'_n}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{T}{s_y}\right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

En la sección donde D_1 existe la perforación para insertar una cuña, el tipo de esta será de trineo cuyo valor es de $K_t = 1,6$

$$M = 0$$

$$T = 27.8989 \text{ Nm}$$

$$D_1 = \left[\frac{32(2)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{1.6(0)}{1211.2000 \text{ MPa}}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{27.8989 \text{ Nm}}{370 \text{ MPa}}\right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_1 = 0.0110 \text{ m} \left| \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} \right|$$

$$D_1 = 10.9980 \text{ mm}$$

Rep. 40

En la sección donde D_2 existe un chaflán redondeado por lo que $K_t = 1,5$

$$M = 34.5992 \text{ Nm} \qquad T = 27.8989 \text{ Nm}$$

$$D_2 = \left[\frac{32(2)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{1,5(34.5992 \text{ Nm})}{1211.2000 \text{ MPa}} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{27.8989 \text{ Nm}}{370 \text{ MPa}} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_2 = 0.0117 \text{ m} \left| \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} \right|$$

$$D_2 = 11.6744 \text{ mm} \qquad \text{Rep. 41}$$

En la sección donde D_3 existe un chaflán el cual debe ser agudo y $K_t = 2,5$

$$M = 34.5992 \text{ Nm} \qquad T = 27.8989 \text{ Nm}$$

$$D_3 = \left[\frac{32(2)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{2,5(34.5992 \text{ Nm})}{1211.2000 \text{ MPa}} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{27.8989 \text{ Nm}}{370 \text{ MPa}} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_3 = 0.0125 \text{ m} \left| \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} \right|$$

$$D_3 = 12.5388 \text{ mm} \qquad \text{Rep. 42}$$

En el punto D_4 a la derecha hay un chaflán agudo y $K_t = 2,5$

$$M = 122.3260 \text{ Nm} \qquad T = 27.8989 \text{ Nm}$$

$$D_4 = \left[\frac{32(2)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{2,5(122.3260 \text{ Nm})}{1211.2000 \text{ MPa}} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{27.8989 \text{ Nm}}{370 \text{ MPa}} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_4 = 0.0174 \text{ m} \left| \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} \right|$$

$$D_4 = 17.4493 \text{ mm}$$

Rep. 43

En el punto D_5 hay un chaflán redondeado y $K_t = 1,5$

$$M = 0 \text{ Nm}$$

$$T = 27.8989 \text{ Nm}$$

$$D_5 = \left[\frac{32(2)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{1,5(0 \text{ Nm})}{1211.2000 \text{ MPa}} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{27.8989 \text{ Nm}}{370 \text{ MPa}} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_5 = 0,0110 \text{ m} \left| \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} \right|$$

$$D_5 = 10.9980 \text{ mm}$$

Rep. 44

Entonces los diámetros que lleva el eje son:

$$D_1 = 10.9980 \text{ mm}$$

$$D_2 = 11.6744 \text{ mm}$$

$$D_3 = 12.5388 \text{ mm}$$

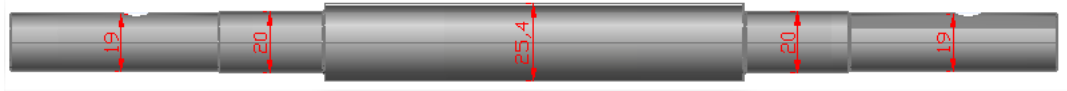
$$D_4 = 17.4493 \text{ mm}$$

$$D_5 = 10.9980 \text{ mm}$$

En el lugar donde se adquirió el eje no disponen de acuerdo a la dimensión obtenida en el cálculo por tal razón se procedió a elegir el eje de 1 pulg. y por cuestión de tiempo de torno los valores y la forma que tomara el eje se muestra en el gráfico N° 42, sin rebajarse el valor calculado.

GRÁFICO N° 42

MEDIDAS DEFINITIVAS DEL EJE PRINCIPAL



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

3.5.6.4. Ángulo de torsión en grados

Para determinar en ángulo de torsión se tomó que el módulo de elasticidad de acuerdo al **ANEXO 8** es $G = 205 \text{ GPa}$

$$D = 20 \text{ mm} \left| \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \right|$$

$$D = 0,02\text{m}$$

$G = 205 \text{ GPa}$ (módulo de elasticidad o cortante)

$$J = \frac{\pi D^4}{32}$$

$$J = \frac{\pi(0,02 \text{ m})^4}{32}$$

$$J = 15,7080 \text{ nm}$$

Rep. 45

$$\phi_1 = \frac{T \cdot L}{J \cdot G}$$

$$\phi_1 = \frac{27.8989 \text{ Nm} (0,35 \text{ m})}{15,7080 \text{ nm}(205 \text{ GPa})}$$

$$\phi_1 = 0,0030 \text{ rad} \left| \frac{180^\circ}{\pi \text{ rad}} \right|$$

$$\phi_1 = 0,1737^\circ$$

Rep. 46

3.5.7. Diseño del eje secundario

Para el segundo eje se sigue la misma secuencia de cálculo tomando en cuenta que ahora el torque inicial es del eje principal se utiliza las Ec. 5 y Ec. 6.

GRÁFICO N° 43

FORMA DEL EJE SECUNDARIO



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

$$F_N = F_1 - F_2$$

$$F_N = \frac{T}{\frac{D}{2}}$$

El par torsional transmitido por la polea conectada al eje principal ($D_1 = 2 \text{ pulg.}$)

$$F_N = \frac{27,8989 \text{ Nm}}{\frac{2 \text{ pulg} \left| \frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg}} \right| \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}}{2}}$$

$$F_N = 1098.3819 \text{ N}$$

Rep. 47

Para la transmisión con la banda en V se utiliza la relación Ec. 8:

$$\frac{F_1}{F_2} = 5$$

Entonces

$$F_N = F_1 - F_2$$

$$1098.3819 \text{ N} = 5F_2 - F_2$$

$$1098.3819 \text{ N} = 4F_2$$

$$F_2 = 274.5955 \text{ N} \quad \text{Rep. 48}$$

$$F_1 = 5F_2$$

$$F_1 = 5(274.5955 \text{ N})$$

$$F_1 = 1372.9774 \text{ N} \quad \text{Rep. 49}$$

Por lo tanto para determinar la fuerza flexionante en el eje sustituimos los valores anteriormente obtenidos en la Ec. 12 y tenemos.

$$F_B = 1,5F_N$$

$$F_B = 1,5(1098.3819 \text{ N})$$

$$F_B = 1647.5729 \text{ N} \quad \text{Rep. 50}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos la potencia en la polea conducida debe ser igual a la del motor, reflejado por la polea motriz para lo cual se utilizó la fórmula:

$$P = (F_1 - F_2) \left(\frac{D_2}{2} \right) \omega$$

$$P = (1372.9774\text{N} - 274.5955\text{ N}) \left(\frac{4\text{pulg} \left| \frac{2,54\text{cm}}{1\text{pulg}} \right| \left| \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} \right|}{2} \right) \left(254 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \left| \frac{2\pi}{1\text{rev}} \right| \left| \frac{1\text{min}}{60\text{s}} \right| \right)$$

$$P = 1484.1555\text{ W} \left| \frac{1\text{ Hp}}{745\text{ W}} \right|$$

$$P = 1.9922\text{ Hp}$$

$$P = 2\text{ Hp}$$

Rep. 51

Al igual que los resultados anteriores del eje principal, los cálculos también son correctos para el secundario pues se obtiene la misma potencia que el motor.

3.5.7.1. Cálculo de la resistencia a la fatiga real del eje secundario

Las propiedades mecánicas del acero inoxidable 304 vienen dadas de acuerdo al **VER ANEXO 4**, de las cuales usaremos los siguientes datos:

$$S_y = 310\text{ MPa}$$

$$S_u = 620\text{ MPa}$$

$$s_n = 0,5(S_u)$$

$$s_n = 0,5(620\text{ MPa})$$

$$s_n = 310\text{ MPa}$$

Rep. 52

Los factores de confiabilidad y de tamaño de igual forma están expresados de acuerdo a los ANEXOS 9 y 10 respectivamente.

$$s'_n = s_n(C_R)(C_S)$$

$$s'_n = 310 \text{ MPa} (1)(0.96)$$

$$s'_n = 297.6000 \text{ MPa}$$

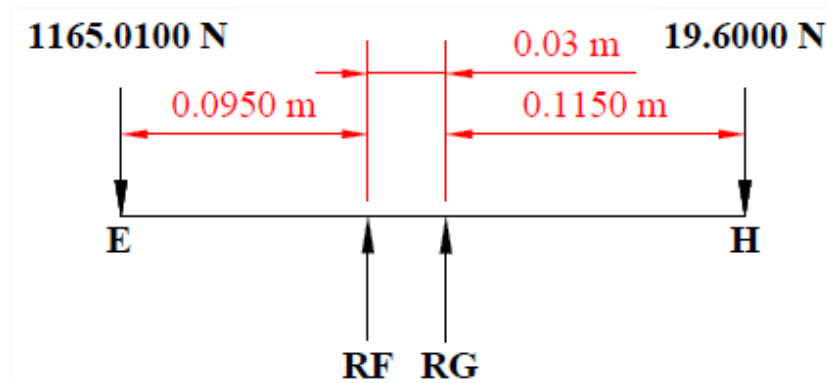
Rep. 53

3.5.7.2. Cálculo de las reacciones producidas por el eje secundario

Para el cálculo de reacciones es necesario realizar el diagrama de cuerpo libre del eje mostrado en el gráfico N° 44.

GRÁFICO N° 44

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE EJE SECUNDARIO



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

$$\sum F_y = 0$$

$$R_F + R_G - 1165.0100 \text{ N} - 19.600 \text{ N} = 0$$

$$R_F = 1184.6100 \text{ N} - R_G \quad \text{Ec. 1}$$

$$\sum M_E = 0$$

$$1165.0100 \text{ N}(0) + R_F(0.0850 \text{ m}) + R_G(0.1150 \text{ m}) - 19.6000 \text{ N}(0.2300\text{m}) = 0$$

$$(1184.6100 \text{ N} - R_G)(0.0850 \text{ m}) + R_G(0.1150 \text{ m}) - 4.5080 \text{ Nm} = 0$$

$$100.6919 \text{ Nm} - R_G(0.0850 \text{ m}) + R_G(0.1150 \text{ m}) - 4.5080 \text{ Nm} = 0$$

$$R_G(0.0300 \text{ m}) + 96.1839 \text{ Nm} = 0$$

$$R_G = \frac{-96.1839 \text{ Nm}}{0.0300 \text{ m}}$$

$$R_G = -3206.1300 \text{ N} \quad \text{Rep. 54}$$

Ahora reemplazamos R_G en la ecuación 1 para obtener la reacción en B

$$R_F = 1184.6100 \text{ N} - R_G$$

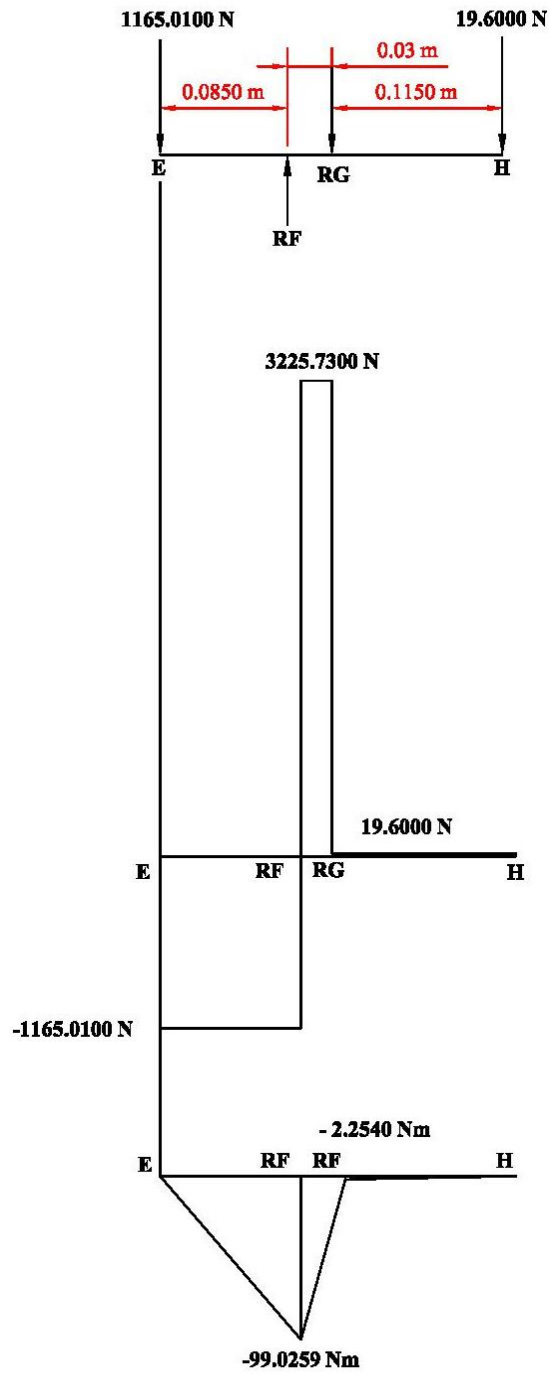
$$R_F = 1184.6100 \text{ N} - (-3206.1300)$$

$$R_F = 4390.7400 \text{ N} \quad \text{Rep. 55}$$

Como el signo de la reacción R_G es negativa, expresa que la dirección de la fuerza es contraria por tal razón se redibuja el diagrama de cuerpo libre y se grafica los diagramas de momento cortante y flexionante.

GRÁFICO N° 45

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE, MOMENTO CORTANTE Y FLEXIONANTE EJE SECUNDARIO



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

3.5.7.3. Cálculo de diámetros del eje secundario

Para determinar los diámetros se define mediante la Ec. 13, donde el límite de fluencia del acero inoxidable 304 es 310 MPa. Ver **ANEXO 4**.

$$s_y = 310 \text{ MPa}$$

$$s'_n = 297.6000 \text{ MPa}$$

$$D = \left[\frac{32 \text{ N}}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_t M}{s'_n} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{T}{s_y} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

En la sección donde D_1 existe la perforación para insertar una cuña, el tipo de esta será de trineo cuyo valor es de $K_t = 1,6$

$$M = 0$$

$$T = 56.0175 \text{ Nm}$$

$$D_1 = \left[\frac{32(1.5)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{1,6(0)}{297.6000 \text{ MPa}} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{56.0175 \text{ Nm}}{310 \text{ MPa}} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_1 = 0,0134 \text{ m} \left| \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} \right|$$

$$D_1 = 13,3719 \text{ mm}$$

Rep. 56

En la sección donde D_2 existe un chaflán redondeado por lo que $K_t = 1,5$

$$M = 99.0259 \text{ Nm}$$

$$T = 56.0175 \text{ Nm}$$

$$D_2 = \left[\frac{32(1.5)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{1,5(99.0259 \text{ Nm})}{297.6000 \text{ MPa}}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{56.0175 \text{ Nm}}{310 \text{ MPa}}\right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_2 = 0,0200 \text{ m} \left| \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} \right|$$

$$D_2 = 19.9934 \text{ mm} \quad \text{Rep. 57}$$

En la sección donde D_3 existe un chaflán el cual debe ser agudo y $K_t = 2,5$

$$M = 99.0259 \text{ Nm} \quad T = 56.0175 \text{ Nm}$$

$$D_3 = \left[\frac{32(1.5)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{2,5(99.0259 \text{ Nm})}{297.6000 \text{ MPa}}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{56.0175 \text{ Nm}}{310 \text{ MPa}}\right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_3 = 0,0235 \text{ m} \left| \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} \right|$$

$$D_3 = 23.4729 \text{ mm} \quad \text{Rep. 58}$$

En el punto D_4 a la derecha hay un chaflán agudo y $K_t = 2,5$

$$M = 2.2540 \text{ Nm} \quad T = 56.0175 \text{ Nm}$$

$$D_4 = \left[\frac{32(1.5)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{2,5(2.2540 \text{ Nm})}{297.6000 \text{ MPa}}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{56.0175 \text{ Nm}}{310 \text{ MPa}}\right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_4 = 0,0134 \text{ m} \left| \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} \right|$$

$$D_4 = 13.4044 \text{ mm} \quad \text{Rep. 59}$$

En el punto D₅ hay un chaflán redondeado y K_t = 1,5

$$M = 0 \text{ Nm}$$

$$T = 56.0175 \text{ Nm}$$

$$D_5 = \left[\frac{32(1.5)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{1.5(0 \text{ Nm})}{297.6000 \text{ MPa}} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{56.0175 \text{ Nm}}{310 \text{ MPa}} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_5 = 0,0134 \text{ m} \left| \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} \right|$$

$$D_5 = 13.3719 \text{ mm}$$

Rep. 60

Entonces los diámetros que lleva el eje son:

$$D_1 = 13,3719 \text{ mm}$$

$$D_2 = 19.9934 \text{ mm}$$

$$D_3 = 23.4729 \text{ mm}$$

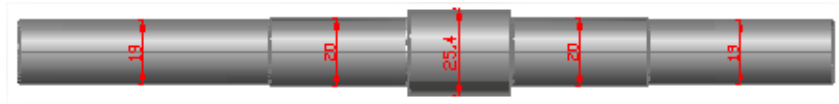
$$D_4 = 13.4044 \text{ mm}$$

$$D_5 = 13.3719 \text{ mm}$$

Según los resultados obtenidos del diámetro de los ejes principal y secundario se decidió la compra del los dos ejes con el mismo diámetro de 1 pulg. Y por cuestión del tiempo de torno los valores y la forma que tomara el eje se muestra en el gráfico N° 46, sin rebajarse el valor calculado.

GRÁFICO N° 46

MEDIDAS DEFINITIVAS DEL EJE SECUNDARIO



GRUPO INVESTIGADOR

3.5.7.4. Ángulo de torsión en grados

Para determinar en ángulo de torsión se tomó que el módulo de elasticidad de acuerdo al **ANEXO 4** es $G = 200 \text{ GPa}$.

$$D = 20 \text{ mm} \left| \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \right|$$

$$D = 0,02\text{m}$$

$G = 200 \text{ GPa}$ (módulo de elasticidad o cortante)

$$J = \frac{\pi D^4}{32}$$

$$J = \frac{\pi(0,02 \text{ m})^4}{32}$$

$$J = 15,7080 \text{ nm}$$

Rep. 61

$$\Phi_1 = \frac{T \cdot L}{J \cdot G}$$

$$\phi_2 = \frac{(56.0175 \text{ Nm})(0,23 \text{ m})}{15,7080 \text{ nm}(200 \text{ GPa})}$$

$$\phi_2 = 0,0041 \text{ rad} \left| \frac{180^\circ}{\pi \text{ rad}} \right|$$

$$\phi_2 = 0,2350^\circ$$

Rep. 62

3.5.8. Selección de rodamientos

Datos de las reacciones

$$R_G = 3206.1300 \text{ N} \rightarrow 721.3793 \text{ lb}$$

$$R_F = 4390.7400 \text{ N} \rightarrow 987.9165 \text{ lb}$$

Con los datos de las reacciones en los ejes y utilizando el de mayor valor se procedió a la determinación de la carga equivalente haciendo uso de la Ec. 22.

$$\mathbf{P = V \cdot R}$$

$$P = (1)(987.9165 \text{ lb})$$

$$P = 987.9165 \text{ lb}$$

Rep. 63

Ahora para determinar el número de revoluciones teniendo en cuenta la duración de diseño en horas (**ANEXO 1**) y la velocidad de giro se utilizó la Ec. 20.

$$\mathbf{L_d = (h)(RPM)(60 \text{ min/h})}$$

$$L_d = (1000h) \left(254 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \right) \left(60 \frac{\text{min}}{\text{h}} \right)$$

$$L_d = 15240000 \text{ rev}$$

Rep. 64

Entonces con los dos valores calculados y utilizando la Ec. 21 se determinó la capacidad de cargar dinámica básica.

$$C = P \left(\frac{L_d}{10^6} \right)^{1/k}$$

$$C = 987.9165 \text{ lb} \left(\frac{15240000}{10^6} \right)^{1/3}$$

$$C = 2449.3371 \text{ lb} \rightarrow 1085.9497 \text{ N}$$

Rep. 65

Mediante los cálculos se determinó que el diámetro donde irán colocados los rodamientos tiene un valor de 20mm y nos dirigimos al **ANEXO 11** donde el rodamiento con la designación UC204 y junto con el soporte UCP204 son los adecuados para nuestro requerimiento.

3.5.9. Selección de la cadena y del piñón

Para obtener una variación de tamaños en el corte se hizo una relación entre velocidad de avance con el giro de la cuchilla transversal para lo cual se procedió de la siguiente manera; Para obtener un corte de 10 mm por cada revolución y conociendo que las revoluciones de la cuchilla transversal es de 508 RPM se obtiene:

$$V_{\text{avance}} = 10 \frac{\text{mm}}{\text{rev}} \times 508 \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 5080 \frac{\text{mm}}{\text{min}} \left| \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right|$$

$$V_{\text{avance}} = 84.6667 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

Rep. 66

3.5.9.1. Selección del piñón

Al obtener la velocidad de avance y tomando el escrito de la pág. 33 que recomienda el número mínimo de dientes del piñón en baja revolución se escogió un número de 16 dientes para el piñón.

3.5.9.2. Selección de la cadena

Para esta selección se calculó el paso con la ayuda de la Ec. 23.

$$\mathbf{V = P \cdot Z \cdot n}$$

$$P = \frac{V}{Z \cdot n}$$

$$P = \frac{84.6667 \frac{\text{mm}}{\text{s}}}{16 \left(5 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \left| \frac{2\pi \text{rad}}{1 \text{ rev}} \right| \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right)}$$

$$P = 10.1063 \text{ mm}$$

Rep. 67

Por lo cual basándonos en el **ANEXO 12** nos dirigimos al valor del paso y obtenemos que el paso requerido es 12.7 mm que corresponde a la cadena N° 40.

Para concluir se utilizará entonces la cadena y el piñón con el mismo paso es decir de 12.7 mm.

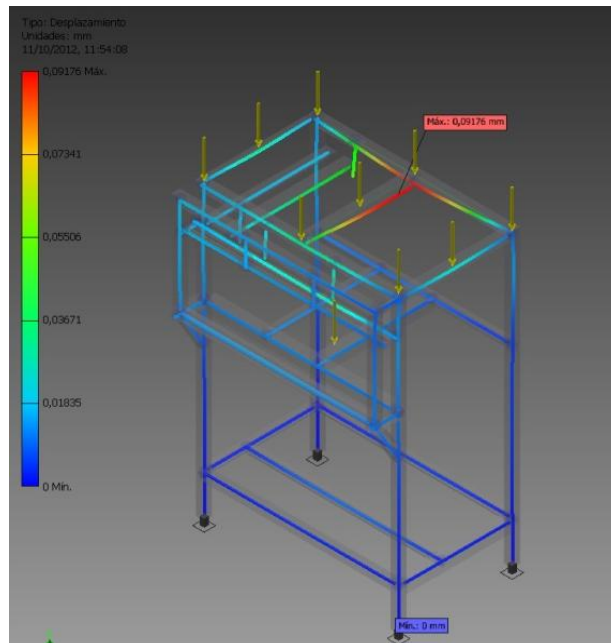
3.5.10. Bastidores

Para la construcción y confiabilidad de la estructura de la máquina se utilizó como material el tubo mecánico cuadrado de acero ASTM A-513 por sus características mecánicas que llenan las expectativas requeridas. **VER ANEXO 2**

Para el análisis de desplazamiento del bastidor se utilizó el software de simulación mecánica donde nos permitió conocer en qué punto la estructura de la máquina existe mayor flexión aplicando 25 Kg., donde el desplazamiento en milímetros 0.09176 mm lo que aceptable para nuestra estructura.

GRÁFICO N° 47

DESPLAZAMIENTO



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

3.5.11. Diseño eléctrico

3.5.11.1. Selección del calibre del conductor

Para determinar el calibre del conductor se utilizó la Ec. 29:

$$\text{Trifásica} = \frac{\text{HP x 746}}{1.73 \times E \times N \times f.p.}$$

$$\text{Trifásica} = \frac{2 \times 746}{1.73 \times 220 \times 0.77 \times 0.80}$$

$$\text{Trifásica} = 6.3638 \text{ A}$$

Rep. 68

Para seleccionar el conductor una vez que se ha calculado la corriente que absorbe el motor y la corriente del variador que muestra en la placa corresponde a 5ª, sumamos las dos y obtenemos la corriente que pasara a través del conductor, además por seguridad se agregará el 25%. Con ese valor nos dirigimos la tabla del **ANEXO 13** lo que nos da como resultado un calibre N° 14 AWG.

3.5.11.2. Selección del motorreductor

Dado que la fuerza de corte de la cebolla es de 4.7 Kgf y conociendo que en la cámara de corte según las variaciones de la cebolla entrarían 4 de ellas se procedió a calcular la fuerza necesaria en el avance.

$$F = 4.7\text{Kgf} \times 9.82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 46.1540 \text{ N}$$

$$F_1 = 46.1540 \text{ N} \times 4 = 184.616 \text{ N}$$

Rep. 69

Una vez conocida la fuerza necesaria la comparamos con el motorreductor y determinamos que la potencia y torque es el adecuado, siendo estos: torque 188 Nm y la potencia 0,66 kW.

3.5.11.3. Selección del variador de velocidad

Una vez encontrado la potencia del motorreductor nos dirigimos al **ANEXO 14** donde se decidió utilizar el variador de frecuencia LG tipo LGSV 008iG por las características que este presenta fundamentalmente por su modo de refrigeración.

3.5.12. Construcción de la máquina

3.5.12.1. Construcción del bastidor

Ya seleccionado el material para su construcción se utilizó el tubo mecánico cuadrado de acero ASTM A-513, se procedió a cortar con las dimensiones estipuladas en los planos (**VER ANEXO 15 plano N° 001-100-200**). Cortado todas las piezas de acuerdo a los planos correspondientes, se procedió a la unión de los elementos con soldadura con arco eléctrico, el tipo de electrodo utilizado fue el 6011 y el 6013 para acabados.

FIGURA N° 9

BASTIDOR



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

3.5.12.2. Construcción de las bases del motor y motorreductor

Las bases del motor y moto reductor se las realizó en una plancha de 6mm, las medidas de estas se encuentran en el **ANEXO 15 plano N° 001-100-200**, se trazó las respectivas medidas y a continuación se procedió a cortar y efectuar las perforaciones en cada una de las planchas.

FIGURA N° 10

BASES DEL MOTOR



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

3.5.12.3. Construcción de los ejes de transmisión

El material utilizado para la construcción del primer eje es de acero de transmisión SAE 1018, se maquinó de acuerdo a los planos del **ANEXO 15 plano N° 001-500-603**.

FIGURA N° 11

MAQUINADO DEL EJE PRINCIPAL



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Para el segundo eje se escogió el tipo de material es el acero inoxidable 304, se maquina de acuerdo a las medidas que se encuentran estipuladas en el **ANEXO 15 plano N° 001-500-602**.

FIGURA N° 12

MAQUINADO DEL EJE SECUNDARIO



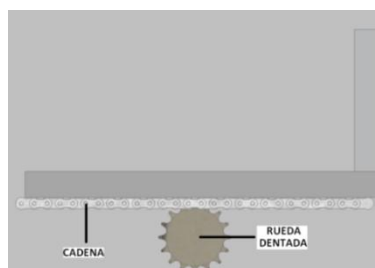
FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

3.5.12.4. Construcción de las piezas del sistema de avance

Para el sistema de avance se pensó en el mecanismo piñón cremallera como mecanismo de empuje, para lo cual se eligió hacerlo con una cadena y una rueda dentada. El sistema construido se aprecia en el gráfico N° 30 adicional a esto se le agregó rodamientos para ayudar a que el avance sea suave y canales para que el mecanismo de empuje pueda mantenerse en la dirección correcta. Esto se muestra en el gráfico N° 31.

GRÁFICO N° 48

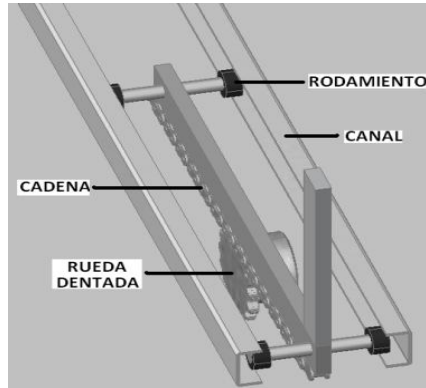
SISTEMA DE AVANCE



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

GRÁFICO N° 49

SISTEMA DE AVANCE COMPLETO



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Dentro del mismo sistema de empuje esta el material que entra en contacto directo con el alimento a ser picado por lo que por cuestión de higiene se utilizo un cubo hecho de polietileno que fue maquinado en una fresadora como muestra la figura N° 13.

FIGURA N° 13

FRESADO DE LA PIEZA DE AVANCE

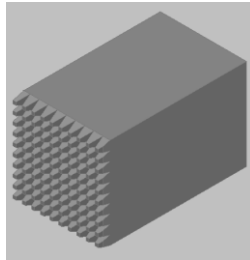


FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Y como resultado de esto de acuerdo a las medidas requeridas se obtuvo un cubo como muestra el gráfico N° 50.

GRÁFICO N° 50

PIEZA DE AVANCE



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

Para la construcción de los pupillos desalojantes se tuvo que cortar pequeños ejes de 1/4", estos van soldados a una placa de acero inoxidable previamente cortado las medias de este elemento se puede ver en el **ANEXO 15 plano N° 001-200-304**.

FIGURA N° 14

PUPILLOS DESALOJANTES



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

3.5.12.6. Construcción de la base y conexión de los dispositivos de control

Por la disponibilidad de espacio se procedió a construir la base que contiene los elementos como muestra la figura N° 15. Donde se monto una regleta la cual sostendrá los dispositivos de control.

FIGURA N° 15

BASE DE LOS ELEMENTOS



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

La conexión de los dispositivos de control y mando quedan como en la figura N° 16, mientras que el esquema de conexión se encuentran en el respectivo plano eléctrico.

FIGURA N° 16

CONEXIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL Y MANDO



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

3.5.12.7. Construcción de las cuchillas transversales y del tipo rejillas

Para la construcción de las cuchillas se utilizó el acero inoxidable 430 por cuanto presenta una mejor resistencia al desgaste lo que es óptimo en mantener el filo, para más información de las características de este material **VER ANEXO 5**.

FIGURA N° 17

CUCHILLAS TRANSVERSALES Y DEL TIPO REJILLAS



FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR

3.5.12.8. Conexión eléctrica

Para realizar la conexión eléctrica se deberá realizar los esquemas de mando y control como se muestra en el **ANEXO 15 plano N° 002**.

CONCLUSIONES:

Al finalizar el diseño y construcción de la máquina picadora de alimentos y haber hecho las respectivas pruebas para verificar su apropiado funcionamiento se tiene las siguientes conclusiones:

- El uso de aceros es muy común en la industria, pero cuando se trata de alimentos los aceros deben presentar características higiénicas ya que entran en contacto directo con el alimento, así que por su calidad y propiedades anticorrosivas los más utilizados son el acero inoxidable 304 grado alimenticio.
- La aplicación de normas de dibujo permiten ingresar datos al plano para que sea comprendidos por otra persona, en el caso de las piezas mecánicas elaboradas se las realizo con la norma INEN del código de dibujo técnico - mecánico CPE INEN 003: 1989 por ser la norma utilizada en el Ecuador.
- La zanahoria tiene una vida útil de 6 a 8 días después de su cosecha, así que para un corte óptimo la zanahoria deberá encontrarse dentro del lapso de días mencionado, ya que la pérdida de agua hace que la constitución de la zanahoria sea flexible impidiendo así el corte adecuado.
- La cebolla puede ser almacenada de 8 a 12 días a una temperatura de 0 °C, pero para su corte deberá haber pasado tan solo un día después de su cosecha para que no pierda demasiada agua y se torne flexible lo que complicaría su corte.
- Ya que el banano se cultiva en la costa ecuatoriana y el transporte no siempre es el adecuado, para el corte su textura deberá ser lo más sólida posible.

- La fresa alcanza su maduración cuando el color rojo alcanza un medio o tres cuartos de su superficie total. En este tiempo la frutilla se encuentra óptima para el corte.
- En las partes cortadas del alimento se produce el efecto oxidación por la presencia inmediata del oxígeno dando como resultado un cambio en el aroma, sabor color y la pérdida de su valor nutritivo.
- Dada la rapidez con la que el alimento cruza por las cuchillas tipo rejillas la forma de las cuchillas transversales fueron diseñadas disminuyendo la altura y de forma circular en toda la zona de corte con el propósito que mientras el alimento salga no tienda a empujar a la cuchilla.
- La transmisión de potencia mediante poleas y correas no solo permitió reducir la velocidad de 1700 RPM que proporciona el motor a 254 RPM sino que también aumenta el torque a 56 Nm superando la fuerza de corte necesaria para picar los alimentos.
- La posición de las cuchillas tipo rejillas permite que en cada cuadro se cree un efecto cono por el filo practicado en el extremo cortante de la cuchilla causando que el alimento al ser empujado pase con dificultad, esto se soluciona disminuyendo el espesor de las cuchillas que conforman dicha rejilla.
- La inclusión de cuñeros en los ejes produce que los esfuerzos se concentren en puntos determinador los mismos que podían flexionar o romper el eje, para que esto no sea un problema hay que incluir factores de concentración de esfuerzos lo que permite que el diámetro que se calcula sea capaz de soportar dichos esfuerzos.
- La resistencia a la fatiga de un eje es muy dependiente del material de cual esté construido, al comparar el acero AISI 1018 con el acero inoxidable

304 este último posee una resistencia a la fatiga de 310 MPa que es mayor al de 220 Mpa del acero AISI 1018, en consecuencia un eje construido de acero inoxidable 304 posee mayor resistencia a cargas periódicas.

- El efecto cuña producido a lo largo de los ángulos de contacto cuando se introduce una correa trapezoidal dentro de la garganta de una polea se incrementa dependiendo de la distancia entre centros de los ejes y del tamaño de la polea, con dos poleas de 10 y 3 pulgadas a una distancia entre centros de 17,5 pulgadas los ángulos de contacto son de 203 y 157 grados respectivamente, con lo que dicho efecto es mayor en la polea de 10 pulgadas consiguiendo así mayor adherencia en ella.

RECOMENDACIONES:

- Para picar cualquier producto descrito en este proyecto, este debe ser fresco es decir con pocos días después de haberlo cosechado.
- En la máquina al funcionar con electricidad y poseer mecanismos de corte es recomendable tener las debidas precauciones de seguridad descritas en el manual.
- Es recomendable difundir las instrucciones del manual al usuario de la máquina picadora de alimentos, para no tener ningún inconveniente en su funcionamiento y operación.
- Respetar las cantidades de producto alimenticio en la cámara de alimentación para no afectar en su rendimiento.

ANEXOS

ANEXO 1

DURACIÓN RECOMENDADA PARA RODAMIENTOS

MOTT, ROBERT L., DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS


Aplicación	Duración de diseño L_{10} , h
Electrodomésticos	1000-2000
Motores de aviación	1000-4000
Automotores	1500-5000
Equipo agrícola	3000-6000
Elevadores, ventiladores industriales, transmisiones de usos múltiples	8000-15 000
Motores eléctricos, sopladores industriales, máquinas industriales en general	20 000-30 000
Bombas y compresores	40 000-60 000
Equipo crítico en funcionamiento durante 24 h	100 000-200 000


Fuente: Eugene A. Avallone y Theodore Baumeister III, editores, *Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers*, 9ª edición, Nueva York: McGraw-Hill, 1986.

ANEXO 2

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL TUBO MECÁNICO CUADRADO

http://www.dipacmanta.com/images/pdf/descargas/catalogo_tuberia.pdf






CUADRADO

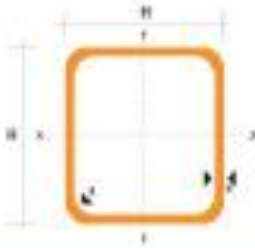
TUBO MECANICO CUADRADO

Especificaciones Generales

- **Norma:** ASTM A-213
- **Recubrimiento:** Negro o Galvanizado
- **Longitud:** 6.00m
- **Clase de rosca:** Frenillo con rosca
- **Dimensiones:** Desde 1/2" a 2"
- **Espesor:** Desde 0.40mm hasta 1.50mm



DIMENSIONES			AREA		EJES X-Y	
A cm	ESPESOR mm	PCSO kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ⁴
12	0.8	0.20	0.27	0.09	0.14	0.40
12	1.0	0.27	0.69	0.11	0.18	0.47
16	0.8	0.26	0.44	0.18	0.20	0.66
16	1.0	0.45	0.61	0.20	0.26	0.87
20	0.8	0.49	0.61	0.28	0.39	0.70
20	1.0	0.80	0.63	0.50	0.50	0.77
20	1.2	0.72	0.60	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.89	1.05	0.58	0.69	0.74
25	0.8	0.61	0.77	0.79	0.61	0.80
25	1.0	0.76	1.05	1.00	0.60	0.80
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.67	0.87
25	1.5	1.12	1.20	1.21	0.67	0.80
30	0.8	0.74	0.80	1.03	0.69	1.10
30	1.0	0.92	1.27	1.17	1.18	1.18
30	1.2	1.09	1.38	1.61	1.28	1.10
30	1.5	1.35	1.80	2.19	1.47	1.15
40	0.8	0.89	1.25	3.21	1.61	1.80
40	1.0	1.20	1.71	4.52	2.16	1.80
40	1.5	1.47	1.88	6.88	2.34	1.80
40	1.8	1.82	2.28	8.48	2.16	1.80
50	1.2	1.64	2.34	9.30	3.72	1.80
50	1.5	2.29	2.85	11.00	4.42	1.87



NDIMENSIONES

- H = Alto de la sección transversal del tubo, cm
- I = Ancho de la sección transversal del tubo, cm
- t = Espesor de la sección transversal, cm
- A = Lado de la sección transversal, cm

www.dipacmanta.com

ANEXO 3

GUÍAS DE ENCUESTAS PARA LA INVESTIGACION DE CAMPO

GRUPO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PICADORA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS COMO PARTE DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN PARA MEJORAR EL PROCEDIMIENTO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, AÑO 2012”.

OBJETIVO: Recopilar información que permita conocer si es factible el diseño y la construcción de una máquina picadora de productos alimenticios, donde los estudiantes desarrollaran sus prácticas de deshidratación.

DIRIGIDO: A estudiantes

INSTRUCCIONES: Al llenar el cuestionario se pide contestar las preguntas con la mayor seriedad del caso, puesto que de sus respuestas depende el desarrollo de la investigación. Marque con una X la opción que usted ha elegido como la más adecuada.

CUESTIONARIO

1. ¿Le gustaría que se implemente un laboratorio dentro de la Universidad Técnica de Cotopaxi donde puedan realizar prácticas de deshidratado?

Si

No

2. ¿La ejecución del picado del producto le resultaría más práctico, manualmente o por medio de una máquina picadora?

Manual Máquina picadora

3. ¿Estaría de acuerdo con disponer con máquinas para el proceso de deshidratación?

Si

No

4. ¿Entre las máquinas que se requieren para el proceso le gustaría contar con una que permita picar los alimentos a ser deshidratados?

Si

No

5. ¿Estaría de acuerdo que la máquina pueda cortar al producto en tiras y cubos?

Si

No

6. ¿Cree usted que con la máquina que pique productos, se podría realizar un análisis del tipo de corte que se requiere para un deshidratado eficiente?

Si

No

7. ¿Según su criterio el tamaño y la forma del corte del producto influirá en el tiempo de deshidratado?

Si

No

8. ¿Cree usted que la diferencia de tamaños del picado de un producto afecta en el proceso de deshidratado del mismo?

Si

No

9. ¿Considera necesario que la máquina deberá poseer un manual de funcionamiento y mantenimiento?

Si

No

10. ¿Piensa usted que al tener de una enseñanza teórica práctica permitirá a los estudiantes comprender como se desarrolla el proceso de deshidratado de los alimentos?

Si

No

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PICADORA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS COMO PARTE DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN PARA MEJORAR EL PROCEDIMIENTO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, AÑO 2012”.

OBJETIVO: Recopilar información que permita conocer si es factible el diseño y la construcción de una máquina picadora de productos alimenticios, donde los estudiantes desarrollaran sus prácticas de deshidratación.

DIRIGIDO: A docentes

INSTRUCCIONES: Al llenar el cuestionario se pide contestar las preguntas con la mayor seriedad del caso, puesto que de sus respuestas depende el desarrollo de la investigación. Marque con una X la opción que usted ha elegido como la más adecuada.

CUESTIONARIO

1. ¿Existe maquinaria adecuada que permita a los estudiantes desarrollar destrezas en cuanto al proceso de deshidratado?

Si

No

2. ¿Estaría de acuerdo con disponer con una máquina donde puedan realizar cortes de los alimentos a ser deshidratados?

Si

No

3. ¿Cree que al poseer una máquina picadora de alimentos se agilice el modo de ejecución de las prácticas que realizan los estudiantes?

Si

No

4. ¿Según su opinión, al experimentar con diferentes cortes el estudiante puede realizar un análisis del cual es el más adecuado para un deshidratado más eficiente?

Si

No

5. ¿Al desarrollar un mayor número de prácticas de deshidratación los estudiantes incrementarán su conocimiento en dicho proceso?

Si

No

ANEXO 4

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO INOXIDABLE 304

<http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20304.pdf>

ACERO INOXIDABLE 304 (UNS S30400)

1. Descripción: éste es el más versátil y uno de los más usados de los aceros inoxidable de la serie 300. Tiene excelentes propiedades para el conformado y el soldado. Se puede usar para aplicaciones de embutición profunda, de rolado y de corte. Tiene buenas características para la soldadura, no requiere recocido tras la soldadura para que se desempeñe bien en una amplia gama de condiciones corrosivas. La resistencia a la corrosión es excelente, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes corrosivos incluyendo productos de petróleo calientes o con vapores de combustión de gases. Tiene excelente resistencia a la corrosión en servicio intermitente hasta 870 °C y en servicio continuo hasta 925°C. No se recomienda para uso continuo entre 425 - 860°C pero se desempeña muy bien por debajo y por encima de ese rango.

2. Normas involucradas: ASTM A 276

3. Propiedades mecánicas: Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI)
Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI)
Elongación 30 % (en 50mm)
Reducción de área 40 %
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.8 g/cm³ (0.28 lb/in³)

5. 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

6. Usos: sus usos son muy variados, se destacan los equipos para procesamiento de alimentos, enflotadores de leche, intercambiadores de calor, contenedores de productos químicos, tanques para almacenamiento de vinos y cervezas, partes para extintores de fuego.

7. Tratamientos térmicos: éste acero inoxidable no puede ser endurecido por tratamiento térmico. Para el recocido, caliente entre 1010 y 1120°C y enfríe rápidamente

NOTA:

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumplir el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

ACERO INOXIDABLE- AISI 304

ANEXO 5

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO INOXIDABLE 430

<http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20430.pdf>

ACERO INOXIDABLE 430 (UNS S43000)

1. Descripción: es un acero inoxidable que no es tratable térmicamente que combina la buena resistencia a la corrosión y características de conformado con propiedades mecánicas útiles. Su habilidad de resistir el ataque del ácido nítrico permite usarlo en aplicaciones químicas específicas pero su mayor aplicación es la de fabricación de componentes de adorno. Tiene buena resistencia a una amplia variedad de medios corrosivos, incluyendo el ácido nítrico y otros ácidos orgánicos. Alcanza su máxima resistencia a la corrosión cuando está altamente pulido. Resiste a la oxidación en servicio intermitente hasta 870 °C y hasta 815°C en servicio continuo. Este grado es quebradizo a temperatura ambiente luego de un calentamiento prolongado entre 400 y 595°C. Esto se puede eliminar con el recocido.

2. Normas involucradas: ASTM A 176 / A 240

3. Propiedades mecánicas: Resistencia a la fluencia 205 MPa (30 KSI)
Resistencia máxima 450 MPa (65 KSI)
Elongación 22 % (en 50mm)
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.8 g/cm³ (0.28 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.12 % C
1.00 % Mn
1.00 % Si
16.0 – 18.0 % Cr
0.04 % P
0.03 % S

6. Usos: para adornos, herramientas para chimenea, tanques para ácido nítrico, lavaplatos, cestas para recocido, equipos para restaurantes, cámaras de combustión, campanas de extractores de gases.

7. Tratamientos térmicos: el recocido se da con calentamiento entre 815 – 850 °C, mantenimiento de 30 minutos por cada 13mm de espesor, enfriamiento lento en el horno hasta 625 °C y luego enfriamiento rápido en aire. Este grado no es endurecible por tratamiento térmico.

NOTA:

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

ACERO INOXIDABLE- AISI 430

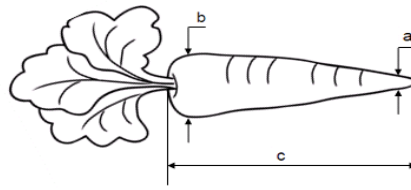
ANEXO 6

DATOS DE LOS ALIMENTOS

GRUPO INVESTIGADOR

DATOS DE LA ZANAHORIA

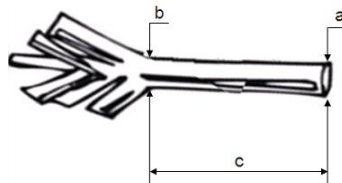
GRUPO INVESTIGADOR



	DIMENSIONES (mm)			P (Kg)	CORTE TRANSVERSAL(Kgf)		CORTE LOGITUDINAL (Kg)
	A	b	c		A	b	
1	17	56	165	0,21	0,94	4,59	4,52
2	31	42	102	0,12	2,83	4,32	3,51
3	12	43	130	0,12	1,94	3,83	4,44
4	12	45	131	0,09	0,82	3,53	4,13
5	17	39	127	0,09	0,62	3,32	4,10

DATOS DE LA CEBOLLA

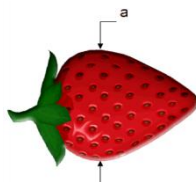
GRUPO INVESTIGADOR



	a	b	c	P _T (Kg)	CORTE TRANSVERSAL (Kgf)	CORTE LOGITUDINAL (Kgf)
1	23	18	42	0,36	3,94	4,2
2	25	21	25		4,7	4,53
3	20	17	37		3,01	3,9

DATOS DE LA FRUTILLA

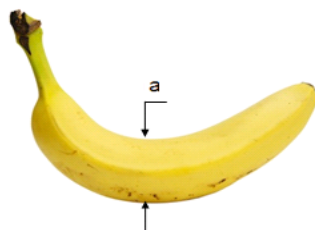
GRUPO INVESTIGADOR



	a	P _T (Kg)	CORTE TRANSVERSAL (Kgf)	CORTE LOGITUDINAL (Kgf)
1	36	0,05	0,84	0,80
2	37		0,85	0,82
3	34		0,63	0,6
4	36		0,84	0,79
5	30		0,45	0,39

DATOS DEL PLÁTANO

GRUPO INVESTIGADOR



	a	P_T (Kg)	CORTE TRANSVERSAL (Kgf)	CORTE LOGITUDINAL (Kgf)
1	34	5,76	1,38	0,72
2	34		1,36	0,71
3	36		1,4	0,93
4	36		1,4	0,91
5	36		1,41	0,92

ANEXO 7

TABLA PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE CORREAS

http://issuu.com/cavd/docs/montaje_de_poleas_y_correas_en_v

Veloc m/seg	Sección de la correa				
	A	B	C	D	E
Potencia en CV por una correa					
5,0	0,9	1,2	3,0	5,5	7,5
5,5	1,0	1,3	3,1	6,0	8,2
6,0	1,0	1,4	3,3	6,5	8,9
6,5	1,1	1,5	3,6	7,0	9,5
7,0	1,2	1,6	3,7	7,5	10,2
7,5	1,3	1,7	3,9	8,0	10,9
8,0	1,4	1,8	4,3	8,4	11,6
8,5	1,5	1,9	4,6	8,8	12,2
9,0	1,6	2,1	4,9	9,2	12,8
9,5	1,6	2,2	5,2	9,8	13,4
10,0	1,7	2,3	5,5	9,9	14,0
10,5	1,8	2,4	5,7	10,4	14,8
11,0	1,9	2,5	5,9	10,9	15,1
11,5	1,9	2,5	6,1	11,6	15,7
12,0	2,0	2,6	6,3	13,0	16,3
12,5	2,1	2,7	6,5	12,5	16,8
13,0	2,2	2,7	6,7	12,9	17,4
13,5	2,2	2,8	6,9	13,3	17,8
14,0	2,3	2,9	7,1	13,7	18,5
14,5	2,3	3,0	7,3	14,1	19
15,0	2,4	3,1	7,5	14,5	19,5
15,5	2,4	3,2	7,7	14,8	20
16,0	2,5	3,3	7,9	15,0	20,5
16,5	2,5	3,4	8,1	15,3	21
17,0	2,5	3,5	8,3	15,6	21,4
17,5	2,6	3,6	8,5	15,9	21,8
18,0	2,6	3,7	8,6	16,3	22,1
18,5	2,6	3,8	8,7	16,5	22,5
19,0	2,7	4,0	8,8	16,8	22,9
19,5	2,7	4,1	8,9	17,1	23,2
20,0	2,8	4,2	9,0	17,4	23,4
25,0					

ANEXO 8

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO SAE 1018

<http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%201018.pdf>

ACERO AISI-SAE 1018 (UNS G10180)

1. Descripción: este acero de bajo - medio carbono tiene buena soldabilidad y ligeramente mejor maquinabilidad que los aceros con grados menores de carbono. Se presenta en condición de calibre (acabado en frío). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de maquinaria.

2. Normas involucradas: ASTM A 108

3. Propiedades mecánicas: Dureza 128 HB (71 HRb)
Esfuerzo de fluencia 370 MPa (53700 PSI)
Esfuerzo máximo 440 MPa (63600 PSI)
Elongación máxima 15% (en 50 mm)
Reducción de área 40%
Modulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
Maquinabilidad 76% (AISI 1212 = 100%)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.15 - 0.20 % C
0.60 - 0.90 % Mn
0.04 % P máx
0.05 % S máx

6. Usos: se utiliza en operaciones de deformación plástica como remachado y extrusión. Se utiliza también en componentes de maquinaria debido a su facilidad para conformarlo y soldarlo. Piezas típicas son los ejes, cuñas, remaches, rodillos, piñones, pasadores, tornillos y aplicaciones de lámina

NOTA:

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumplir el material. Tener especial cuidado con aquellos valores que deben diseñar o controlar algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

ACERO MAQUINARIA - AISI 1018

ANEXO 9

FACTORES DE CONFIABILIDAD APROXIMADOS C_R

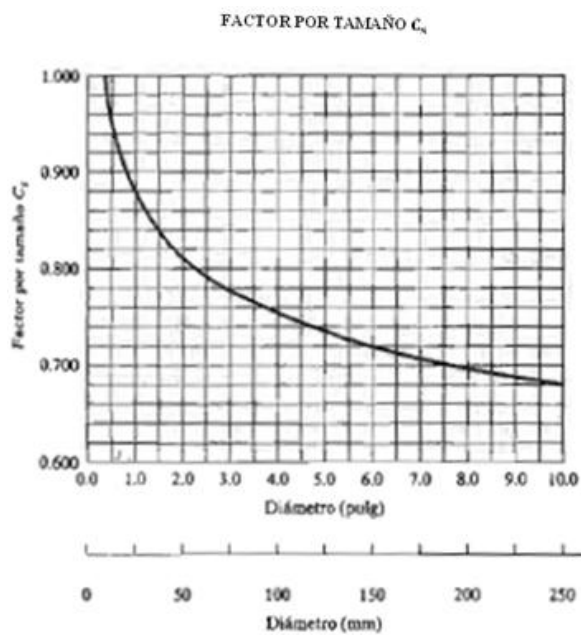
MOTT, ROBERT L., DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Factores de confiabilidad aproximados C_R	
Confiabilidad deseada C_R	
0.50	1.0
0.90	0.90
0.99	0.81
0.999	0.75

ANEXO 10

FACTOR POR TAMAÑO C_s

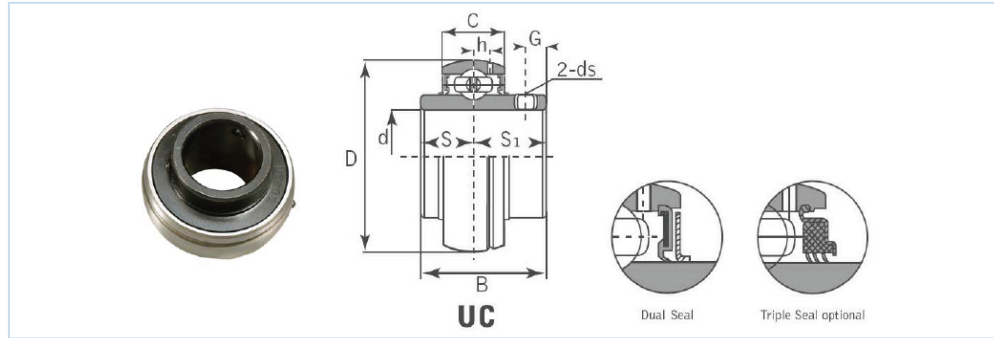
MOTT, ROBERT L., DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS



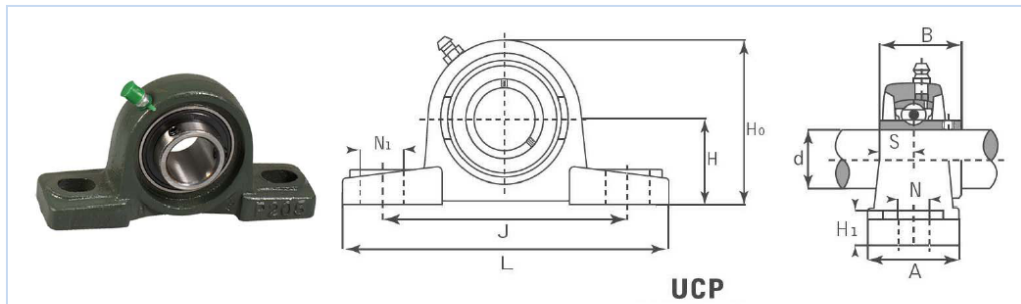
ANEXO 11

CARACTERÍSTICAS DE LOS RODAMIENTOS

http://idre-sa.com/hosting/idre/catalogos/cmb/pdf/CMB_chumaceras.pdf



UC200													
Bearing No.	Dimension (mm)										Load rating (N)		Mass
CMB	d	D	B	C	S	S1	G	ds	H	Cr	Cor	(kg)	
UC201	12	47	31	17	12.7	18.3	4.8	M6x1	3.7	12800	6650	0.2	
UC201-8	1/2	1.8504	1.2205	0.6693	0.5	0.72	0.189	1/4-28UNF	0.146	12800	6650	0.19	
UC202	15	47	31	17	12.7	18.3	4.8	M6x1	3.7	12800	6650	0.19	
UC202-9	9/16	1.8504	1.2205	0.6693	0.5	0.72	0.189	1/4-28UNF	0.146	12800	6650	0.19	
UC202-10	5/8	1.8504	1.2205	0.6693	0.5	0.72	0.189	1/4-28UNF	0.146	12800	6650	0.19	
UC203	17	47	31	17	12.7	18.3	4.8	M6x1	3.7	12800	6650	0.18	
UC203-11	11/16	1.8504	1.2205	0.6693	0.5	0.72	0.189	1/4-28UNF	0.146	12800	6650	0.17	
UC204	20	47	31	17	12.7	18.3	4.8	M6x1	3.7	12800	6650	0.16	
UC204-12	3/4	1.8504	1.2205	0.6693	0.5	0.72	0.189	1/4-28UNF	0.146	12800	6650	0.16	
UC205	25	52	34.1	17	14.3	19.8	5	M6x1	3.9	14000	7850	0.2	
UC205-13	13/16	2.0472	1.3425	0.6693	0.563	0.78	0.197	1/4-28UNF	0.154	14000	7850	0.24	
UC205-14	7/8	2.0472	1.3425	0.6693	0.563	0.78	0.197	1/4-28UNF	0.154	14000	7850	0.23	
UC205-15	15/16	2.0472	1.3425	0.6693	0.563	0.78	0.197	1/4-28UNF	0.154	14000	7850	0.21	
UC205-16	1	2.0472	1.3425	0.6693	0.563	0.78	0.197	1/4-28UNF	0.154	14000	7850	0.2	



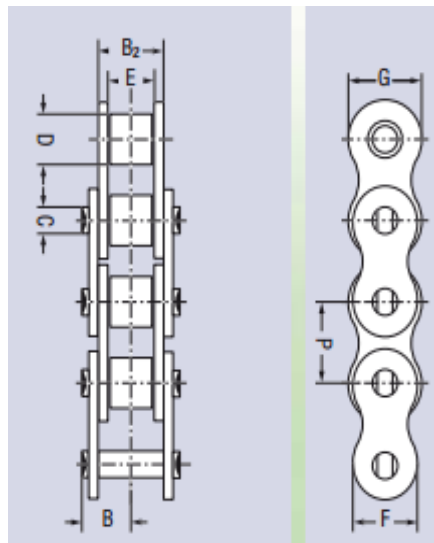
UCP200															
Part No.	Dimension(mm)											Bearing	Housing	Mass	
CMB	d	h	a	e	b	S1	S2	g	w	b	n	Bolt	No.	No.	(kg)
UCP201	12	30.2	127	95	38	13	19	14	62	31	12.7	M10	UC201	P203	0.69
UCP201-8	1/2	1-3/16	5	3-3/4	1-1/2	1/2	3/4	9/16	2-7/16	1.2205	0.500	3/8	UC201-8	P203	0.69
UCP202	15	30.2	127	95	38	13	19	14	62	31	12.7	M10	UC202	P203	0.69
UCP202-9	9/16	1-3/16	5	3-3/4	1-1/2	1/2	3/4	9/16	2-7/16	1.2205	0.500	3/8	UC202-9	P203	0.69
UCP202-10	5/8	1-3/16	5	3-3/4	1-1/2	1/2	3/4	9/16	2-7/16	1.2205	0.500	3/8	UC202-10	P203	0.69
UCP203	17	30.2	127	95	38	13	19	14	62	31	12.7	M10	UC203	P203	0.68
UCP203-11	11/16	1-3/16	5	3-3/4	1-1/2	1/2	3/4	9/16	2-7/16	1.2205	0.500	3/8	UC203-11	P203	0.67
UCP204	20	33.3	127	95	38	13	19	14	65	31	12.7	M10	UC204	P204	0.66
UCP204-12	3/4	1-5/16	5	3-3/4	1-1/2	1/2	3/4	9/16	2-9/16	1.2205	0.500	3/8	UC204-12	P204	0.66
UCP205	25	36.5	140	105	38	13	19	15	71	34.1	14.3	M10	UC205	P205	0.81
UCP205-13	13/16	1-7/16	5-1/2	4-1/8	1-1/2	1/2	3/4	19/32	2-25/32	1.3425	0.563	3/8	UC205-13	P205	0.85
UCP205-14	7/8	1-7/16	5-1/2	4-1/8	1-1/2	1/2	3/4	19/32	2-25/32	1.3425	0.563	3/8	UC205-14	P205	0.83
UCP205-15	15/16												UC205-15	P205	0.82
UCP205-16	1												UC205-16	P205	0.81

ANEXO 12

CARACTERISTICAS DE LA CADENA

http://www.rexnord.eu/fileadmin/Link_Belt_EU/docs/LinkBelt_SP.pdf

Cadena de rodillos simple ISO																	
No. cadena ISO	Paso p		Dimensiones en mm										Carga de rotura min. N	Peso q kg/m	VF	VS	GG
	inch	mm	B	B ₁ max.	B ₂ max.	C max.	D max.	E min.	F	G	K						
04 B-1	0,236	6,000	3,35	4,45	4,10	1,85	4,00	2,80	5,00	5,00	-	3000	0,133	*	*	*	
05 B-1	0,315	8,000	3,91	4,71	4,77	2,31	5,00	3,00	7,10	7,10	-	5000	0,164	*	*	*	
06 B-1	0,375	9,525	6,13	7,83	8,53	3,28	6,35	5,72	8,20	8,20	-	9000	0,410	*	*	*	
08 B-1	0,500	12,700	8,24	10,33	11,30	4,45	8,51	7,75	10,92	11,80	-	18000	0,660	*	*	*	
10 B-1	0,625	15,875	9,80	12,25	13,28	5,08	10,16	9,65	13,72	14,70	-	22400	0,920	*	*	*	
12 B-1	0,750	19,050	11,35	14,57	15,62	5,72	12,07	11,68	16,10	16,10	-	29000	1,210	*	*	*	
16 B-1	1,000	25,400	18,05	21,11	25,45	8,28	15,88	17,02	21,00	21,00	-	60000	2,660	*	*	*	
20 B-1	1,250	31,750	20,10	22,25	29,01	10,19	19,05	19,56	26,40	26,40	-	95000	3,620	*	*	*	
24 B-1	1,500	38,100	26,70	32,17	37,92	14,63	25,40	25,40	33,40	33,40	-	160000	6,650	*	*	*	
28 B-1	1,750	44,450	32,55	37,35	46,50	15,90	27,94	30,99	37,00	37,00	-	200000	8,900	*	*	*	
32 B-1	2,000	50,800	33,15	38,15	45,50	17,85	29,21	30,99	42,20	42,20	-	250000	9,800	*	*	*	
40 B-1	2,500	63,500	39,50	47,40	55,70	22,89	39,37	38,10	48,00	51,50	-	355000	15,100	*	*	*	
48 B-1	3,000	76,200	49,30	60,00	70,50	29,24	48,26	45,72	62,00	65,00	-	560000	24,800	*	*	*	



ANEXO 13

TABLA PARA SELECCIONAR EL CALIBRE CONDUCTOR

<http://www.analesranf.com/index.php/mono/article/view/1114/1131>

INSTALACIONES EN TUBO			INSTALACIONES AL AIRE LIBRE			
Calibre del conductor	Sección transversal	3 conductores unipolares o un cable tripolar	Un cable bipolar	Un cable unipolar	Un cable bipolar	3 conductores unipolares o un cable tripolar
AWG – MCM	mm ²	Amperios	Amperios	Amperios	Amperios	Amperios
22	0.324	3	3	5	4	4
20	0.517	5	6	8	7	6
18	0.821	7	8	10	9	8
16	1.31	10	11	15	14	13
14	2.08	15	27	20	18	17
12	3.31	20	21	25	23	22
10	5.26	30	30	40	35	33
8	8.37	40	40	55	48	45
6	13.30	55	55	80	68	63
4	21.15	70	—	105	—	87
2	33.63	95	—	140	—	119
1	42.41	110	—	165	—	145
1/0	53.51	125	—	195	—	155
2/0	67.44	145	—	225	—	180
3/0	85.02	165	—	260	—	210
4/0	107.2	195	—	300	—	240
250	126.7	215	—	340	—	265
300	152.0	240	—	375	—	300
350	177.4	260	—	420	—	330
400	202.7	280	—	455	—	360
500	253.4	320	—	515	—	415
600	304.0	355	—	575	—	450
750	380.0	400	—	655	—	515
1000	506.7	455	—	780	—	600

ANEXO 14

SELECCIÓN DEL VARIDOR DE VELOCIDAD iG- SERIES

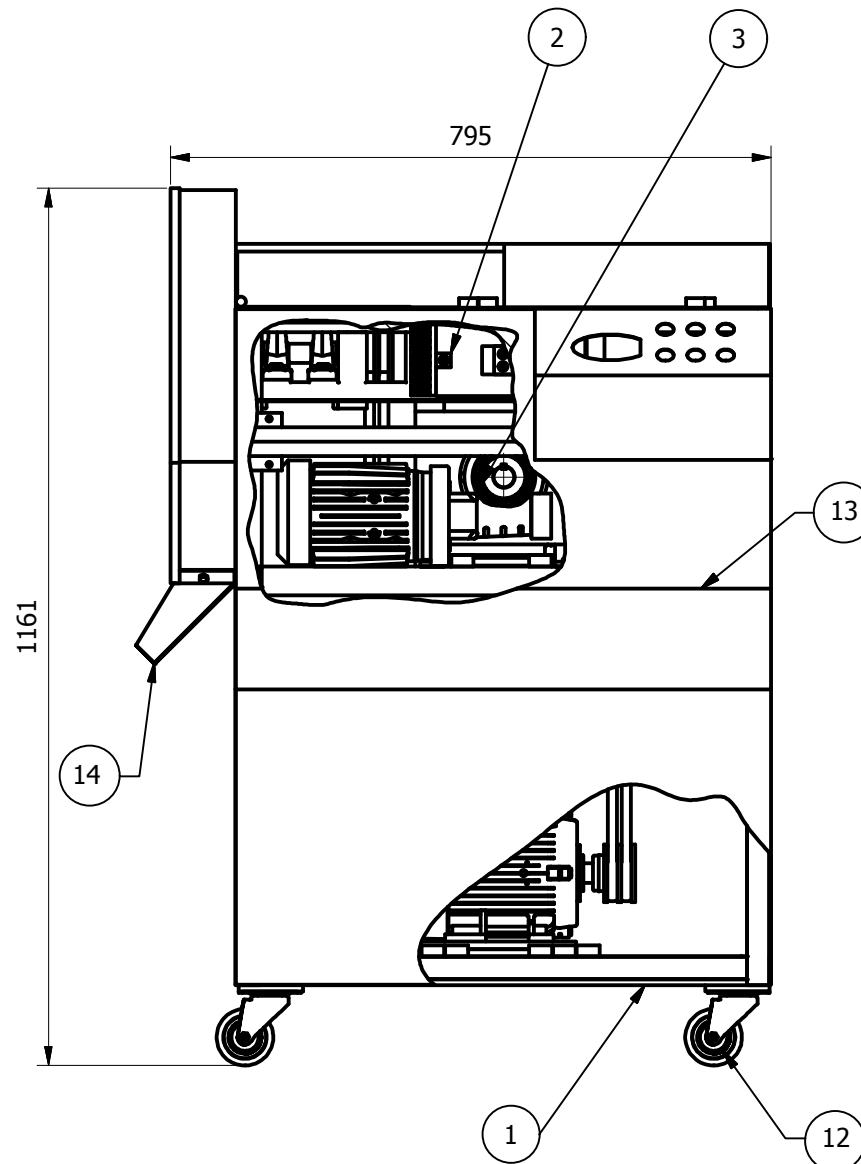
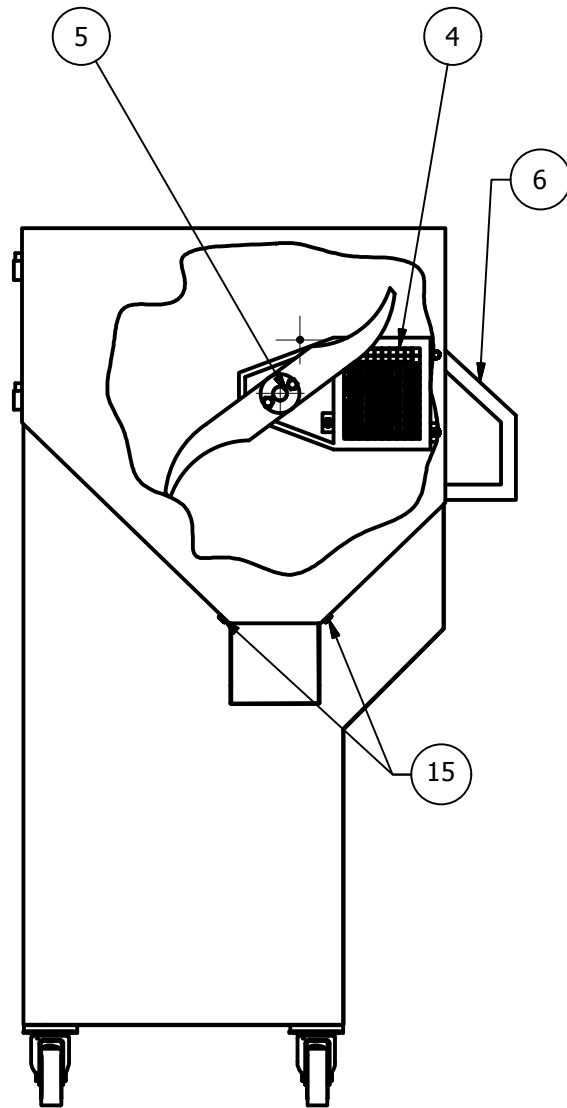
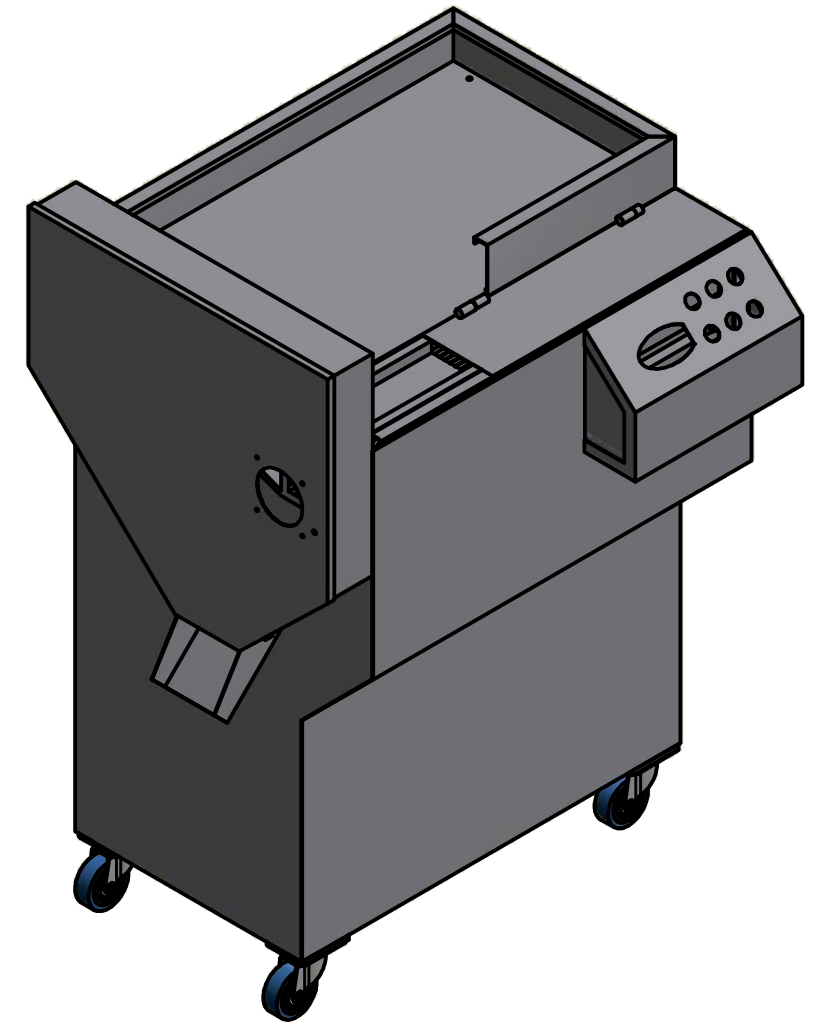
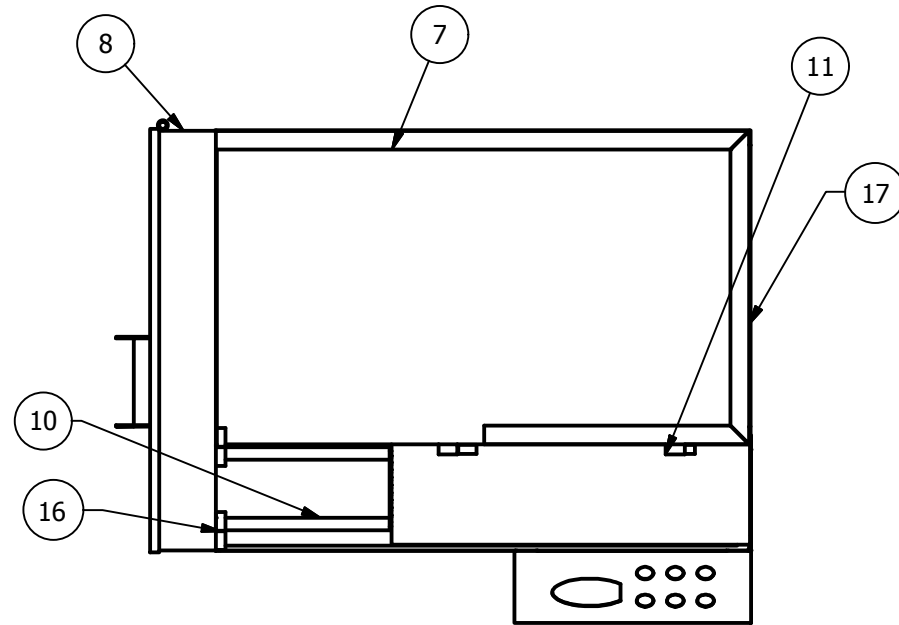
<http://www.sequinca.net/LGIS/Lg%20drivers/IFASA/IG.pdf>

Tipo	LGSV	008iG-1	015iG-1	004iG-2	008iG-2	015iG-2	022iG-2	037iG-2	040iG-2
Motor		0,75 kW	1,5 kW	0,37 kW	0,75 kW	1,5 kW	2,2 kW	3,7 kW	4,0 kW
Intensidad		5 A	7,5 A	3 A	5 A	7,5 A	11 A	16 A	17 A
kVA		1,9	2,9	1,1	1,9	2,9	4,2	6,1	6,5
Entrada		Monofásica			Trifásica				
Tensión de entrada		220 - 230 V ± 10%			220 - 230 V ± 10%				
Frec. de entrada		50 - 60 Hz ± 5%			50 - 60 Hz ± 5%				
Salida		Trifásica			Trifásica				
Tensión de salida		200 - 230 V			200 - 230 V				
Frec. de salida motor		0,5 - 400 Hz			0,5 - 400 Hz				
Par de frenado		150%	150%	150%	150%	150%	100%	100%	100%
Grado de protección		IP20			IP20				
Tamaño	Ancho	140 mm	140 mm	140 mm	140 mm	140 mm	140 mm	140 mm	140 mm
	Alto	160 mm	200 mm	160 mm	160 mm	160 mm	200 mm	200 mm	200 mm
	Profund.	130 mm	145 mm	108 mm	130 mm	130 mm	145 mm	145 mm	145 mm
Peso aprox.		2,1 kg	3,2 kg	1,7 kg	2,3 kg	2,3 kg	3,5 kg	3,5 kg	3,5 kg
Método refrigeración		Aire forzado	Aire forzado	Natural	Aire forzado	Aire forzado	Aire forzado	Aire forzado	Aire forzado
Resist. ext. frenado									
(opcional)	Tipo A	120W 100ý	120W 50ý	120W 100ý	120W 100ý	120W 50ý	120W 50ý	120W 40ý	120W 40ý
	Tipo B	300W 100ý	400W 50ý	300W 100ý	300W 100ý	400W 50ý	400W 50ý	400W 40ý	400W 40ý

ANEXO 15

PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

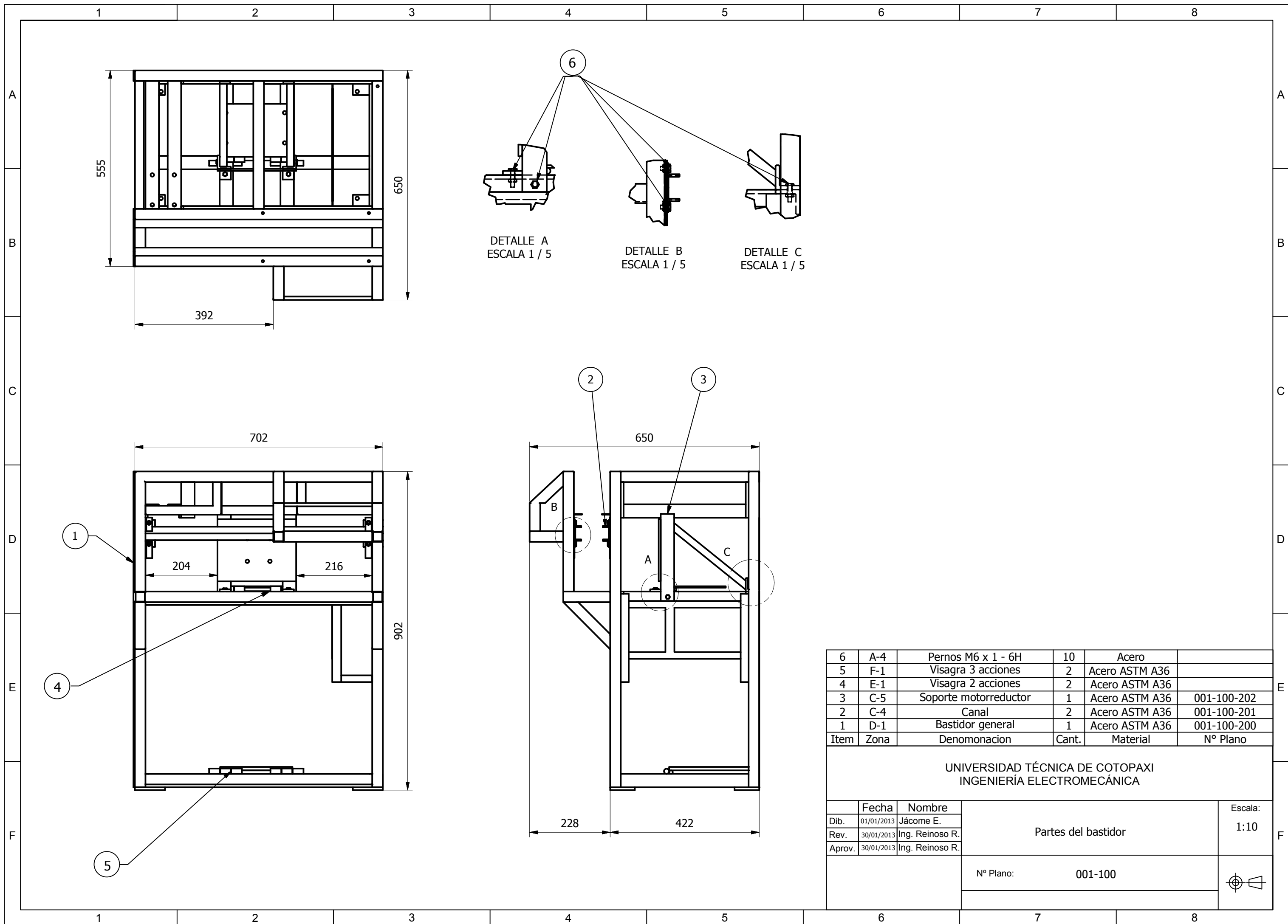
GRUPO DE INVESTIGACIÓN



17	A-5	Puerta	1	Ac. Inox 430	001-1400
16	B-3	Visagra	1	Ac. Inox 304	
15	E-2	Pernos M6 x1x 6H	2	Ac. Inox 304	
14	E-3	Rampa	1	Ac. Inox 304	001-1300
13	D-5	Recubrimiento	1	Ac. Inox 430	001-1200
12	F-5	Ruedas 75x25	4		
11	A-5	Tapa de avance 2	1	Ac. Inox 304	001-1100
10	B-3	Tapa de avance 1	1	Ac. Inox 304	001-1000
9	A-3	Tapa2	1	Ac. Inox 304	001-900
8	A-3	Tapa 1	1	Ac. Inox 304	001-800
7	A-4	Bandeja	1	Ac. Inox 304	001-700
6	C-2	Botonera	1	Ac. Inox 430	001-600
5	C-1	Sistema de corte giratorio	1	Ac. Inox 304	001-500
4	C-2	Sistema de corte fijo	1	Ac. Inox 304	001-400
3	C-5	Sistema de avance giratorio	1	Acero	001-300
2	C-4	Sistema de avance lineal	1	Polietileno	001-200
1	F-4	Partes de bastidor	1	Acero	001-100
Item	Zona	Denominacion	Cant.	Material	Nº Plano

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

	Fecha	Nombre			Escala:
Dib.	01/01/2013	Jácome E.	Picadora de alimentos		1:10
Rev.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.			
Aprov.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.			
			Nº Plano:	001	



DETALLE A
ESCALA 1 / 5

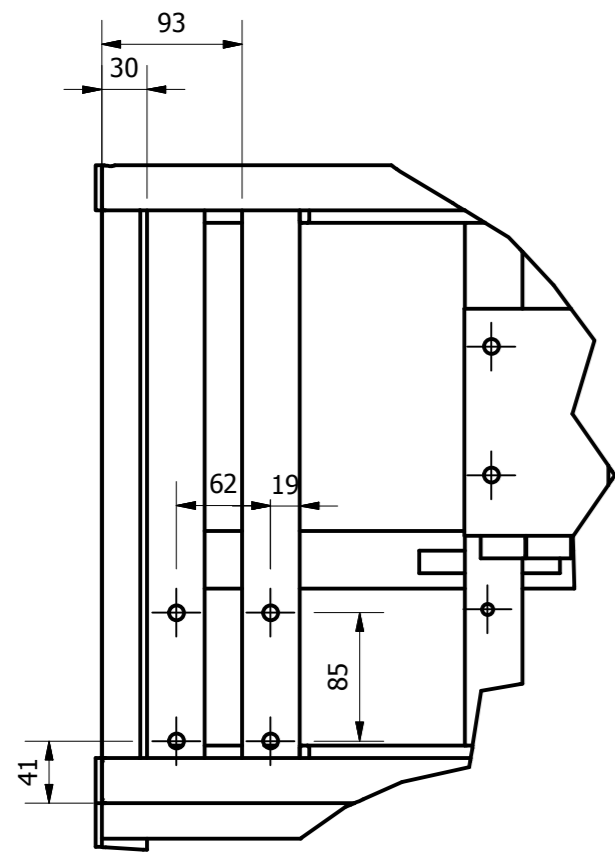
DETALLE B
ESCALA 1 / 5

DETALLE C
ESCALA 1 / 5

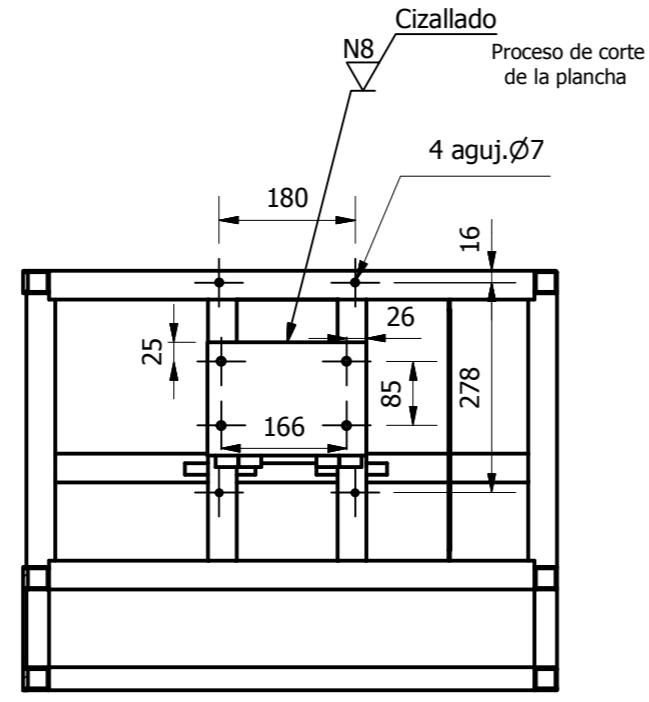
6	A-4	Pernos M6 x 1 - 6H	10	Acero	
5	F-1	Visagra 3 acciones	2	Acero ASTM A36	
4	E-1	Visagra 2 acciones	2	Acero ASTM A36	
3	C-5	Soporte motorreductor	1	Acero ASTM A36	001-100-202
2	C-4	Canal	2	Acero ASTM A36	001-100-201
1	D-1	Bastidor general	1	Acero ASTM A36	001-100-200
Item	Zona	Denomacion	Cant.	Material	N° Plano

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

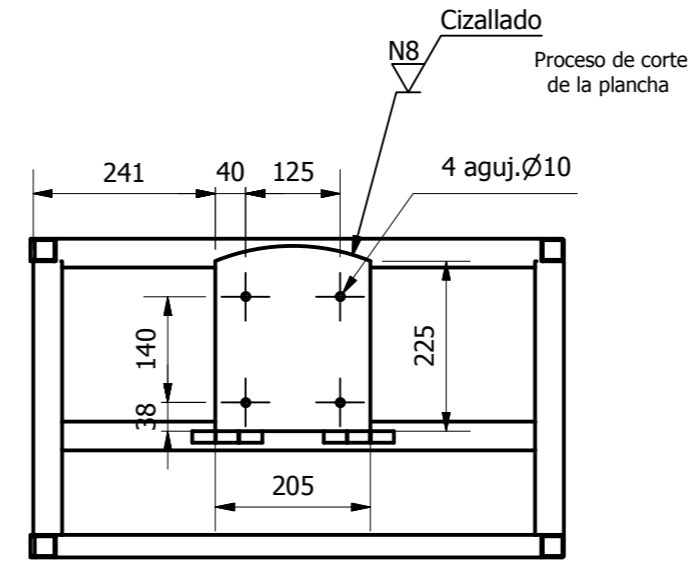
	Fecha	Nombre			Escala:
Dib.	01/01/2013	Jácome E.	Partes del bastidor		1:10
Rev.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.			
Aprov.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.			
			N° Plano:	001-100	



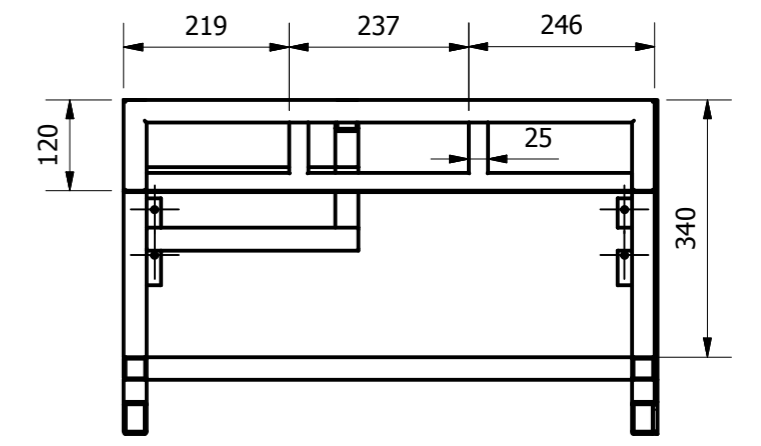
DETALLE C
ESCALA 1 / 5



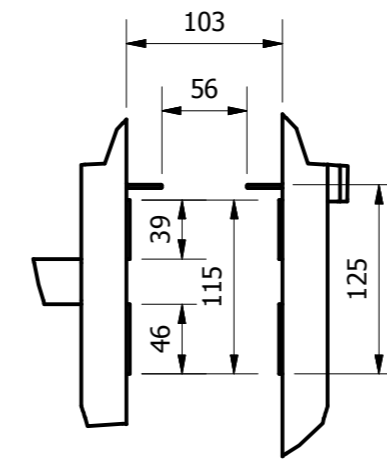
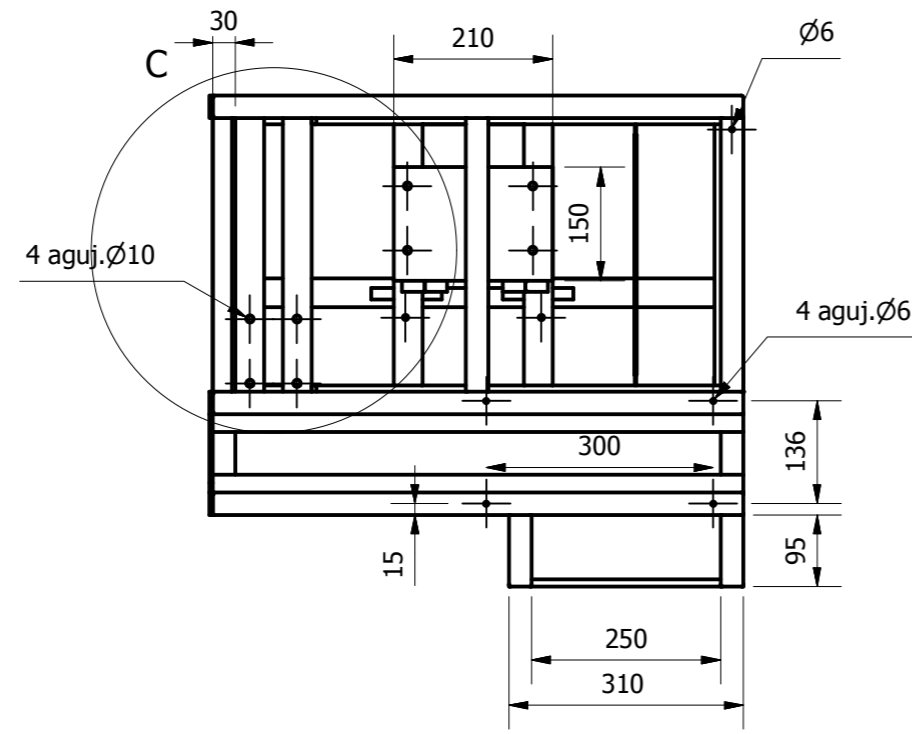
SECCIÓN A-A



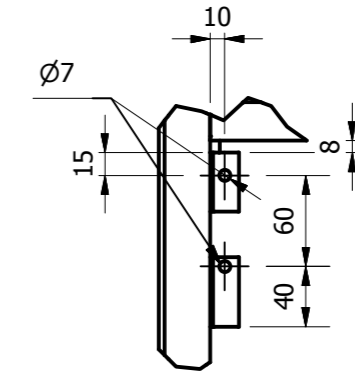
SECCIÓN B-B



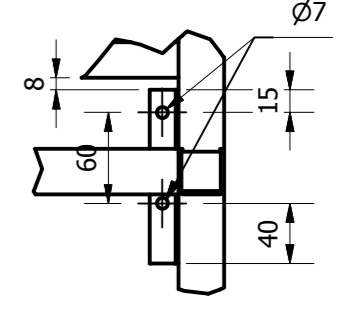
SECCIÓN H-H



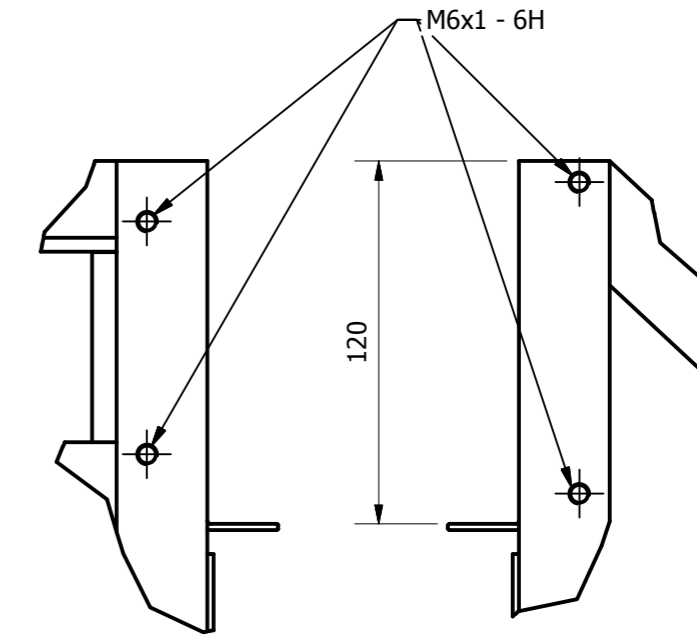
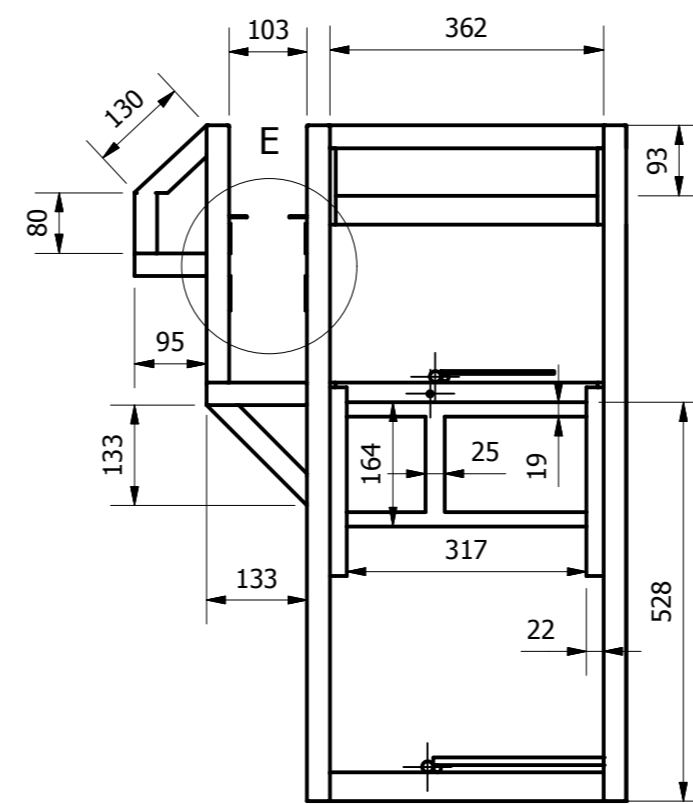
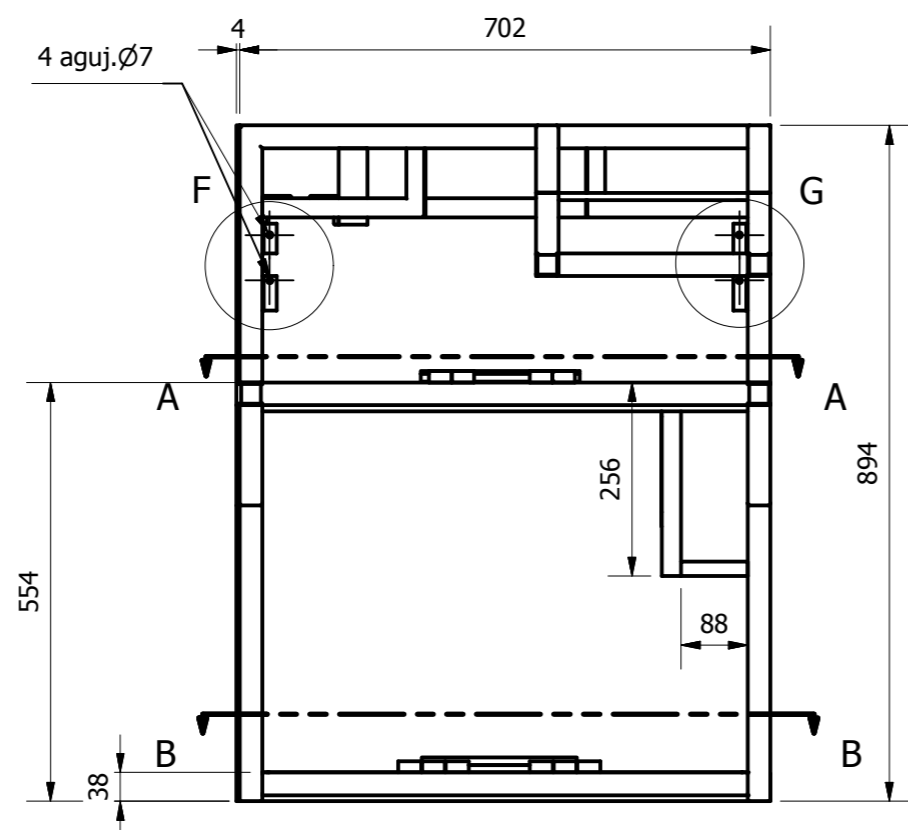
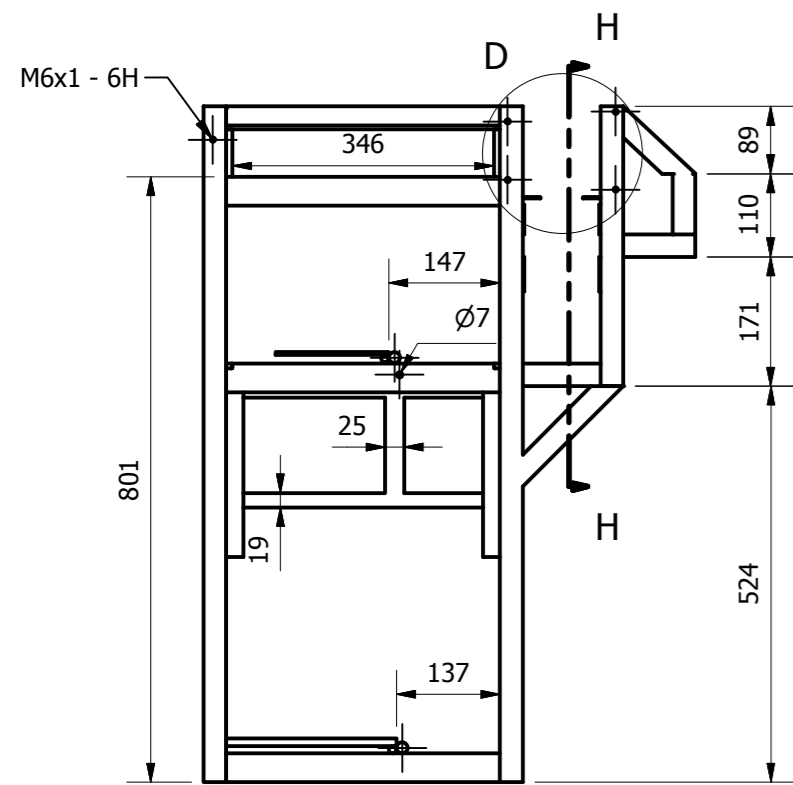
DETALLE E
ESCALA 1 / 5



DETALLE F
ESCALA 1 / 5



DETALLE G
ESCALA 1 / 5



DETALLE D
ESCALA 1 / 2.5

Notas:
- N10 Taladrados para agujeros

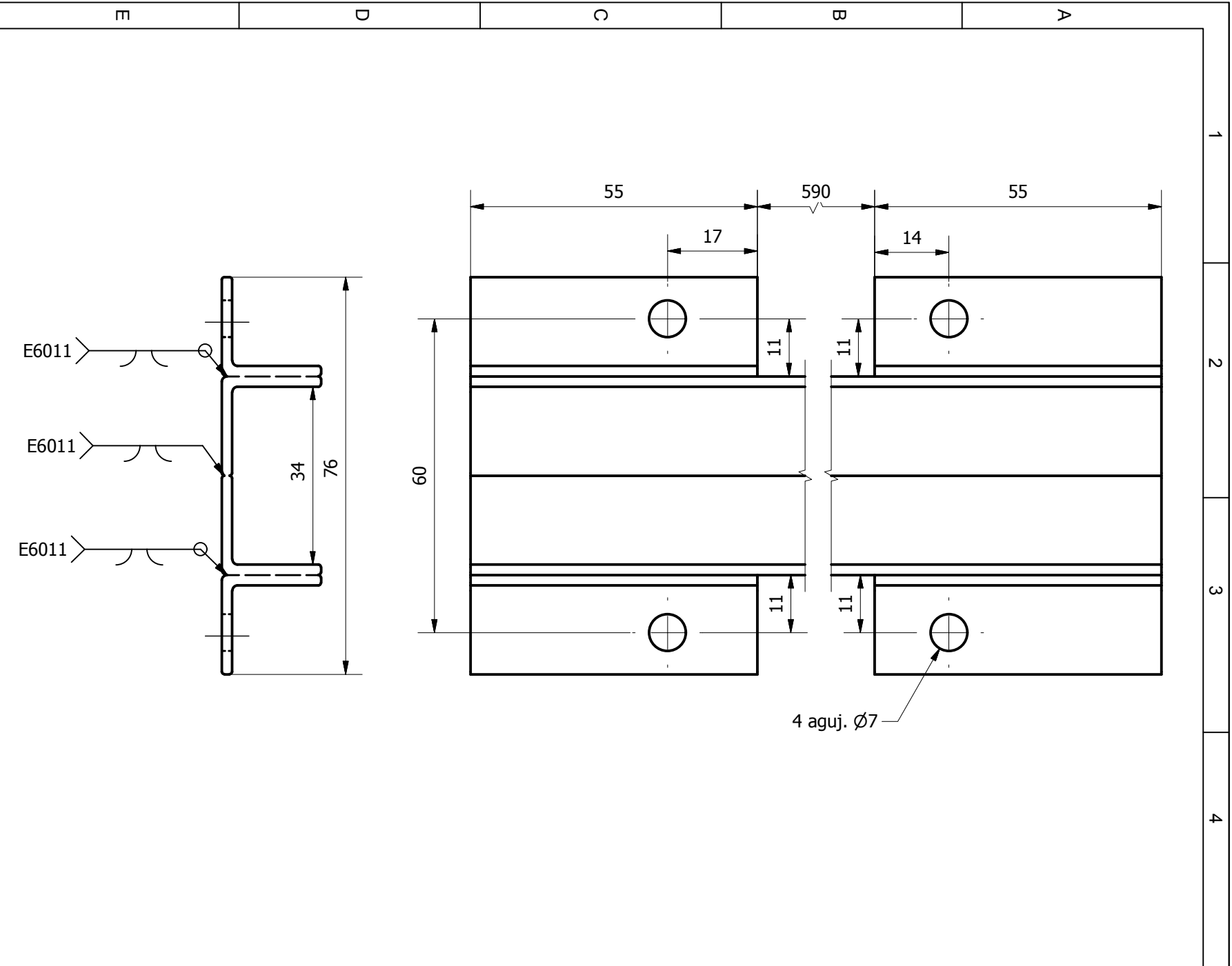
RECUBRIMIENTO: Pintura Anticorrosiva	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA			
MATERIAL: Tubo acero cuadrado ASTM 513 30x2	Fecha 01/01/2013	Nombre Jácome E.	Bastidor general	Escala: 1:10
	Rev. 30/01/2013	Ing. Reinoso R.		
	Aprov. 30/01/2013	Ing. Reinoso R.		
TOLERANCIA: +/- 0.5	N° Plano: 001-100-200			

1

2

3

4



RECUBRIMIENTO:
Pintura anticorrosiva

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

MATERIAL:
AC. ASTM A36
L 3/4 x 3/4 x 1/8

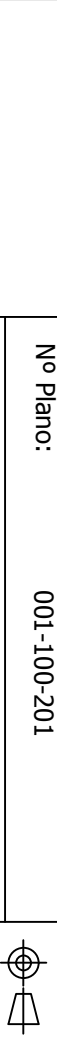
Fecha	Nombre
01/01/2013	Chicaiza W.
30/01/2013	Ing. Reinoso R.
30/01/2013	Ing. Reinoso R.

Escala:
1:1

TOLERANCIA:
+/- 0.5

No Plano: 001-100-201

Canal



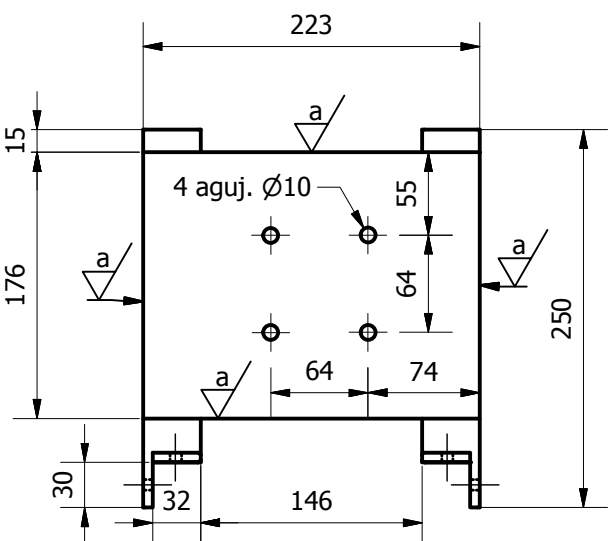
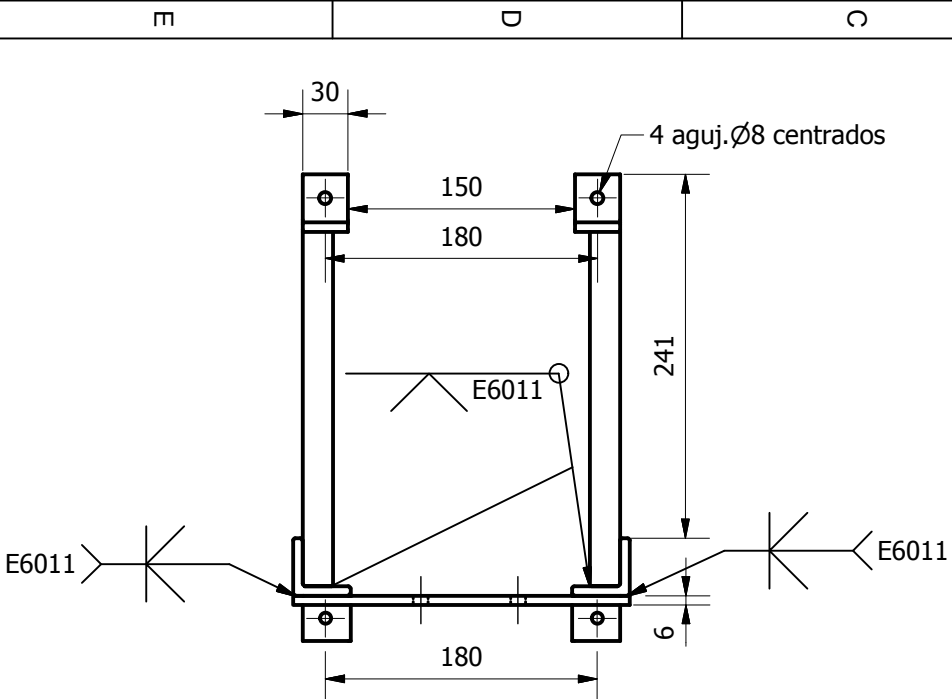
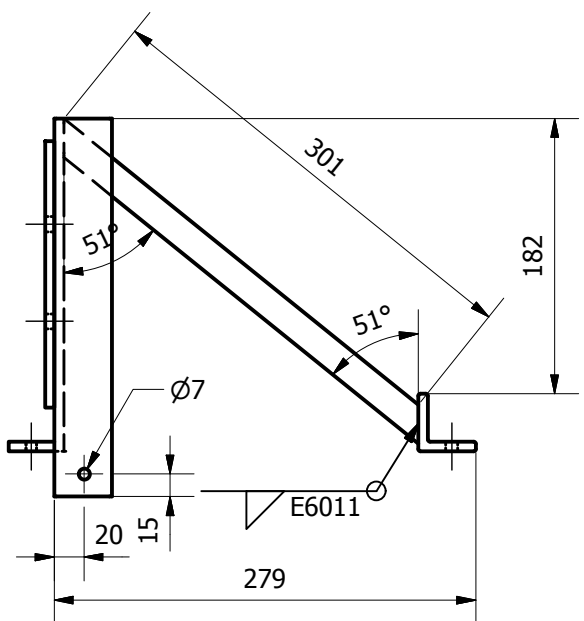
1

2

3

4

$\nabla a = \nabla N12$ Cizallado



RECUBRIMIENTO:
Pintura Anticorrosiva

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

MATERIAL:
Ac. A151 A36 L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/4
Plancha Ac. A36
Tubo Cuadrado 3/4 x 1/16

Dib.	Fecha	Nombre
01/01/2013	01/01/2013	Chicaiza W.
Rev.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.
Aprov.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.

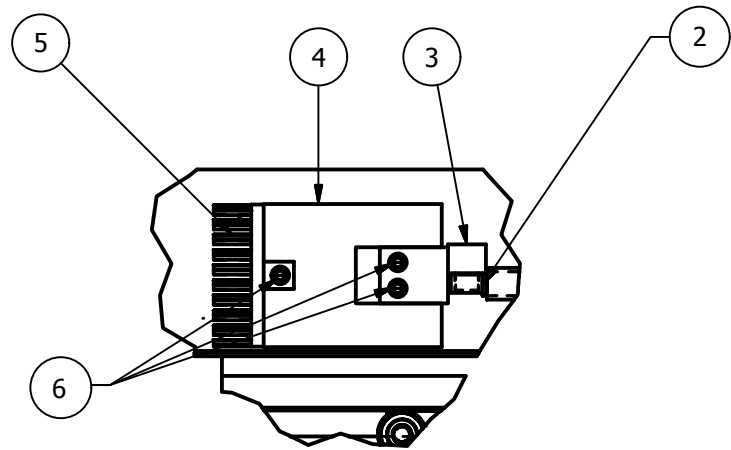
TOLERANCIA:
+/- 0.5

Soporte Motorreductor

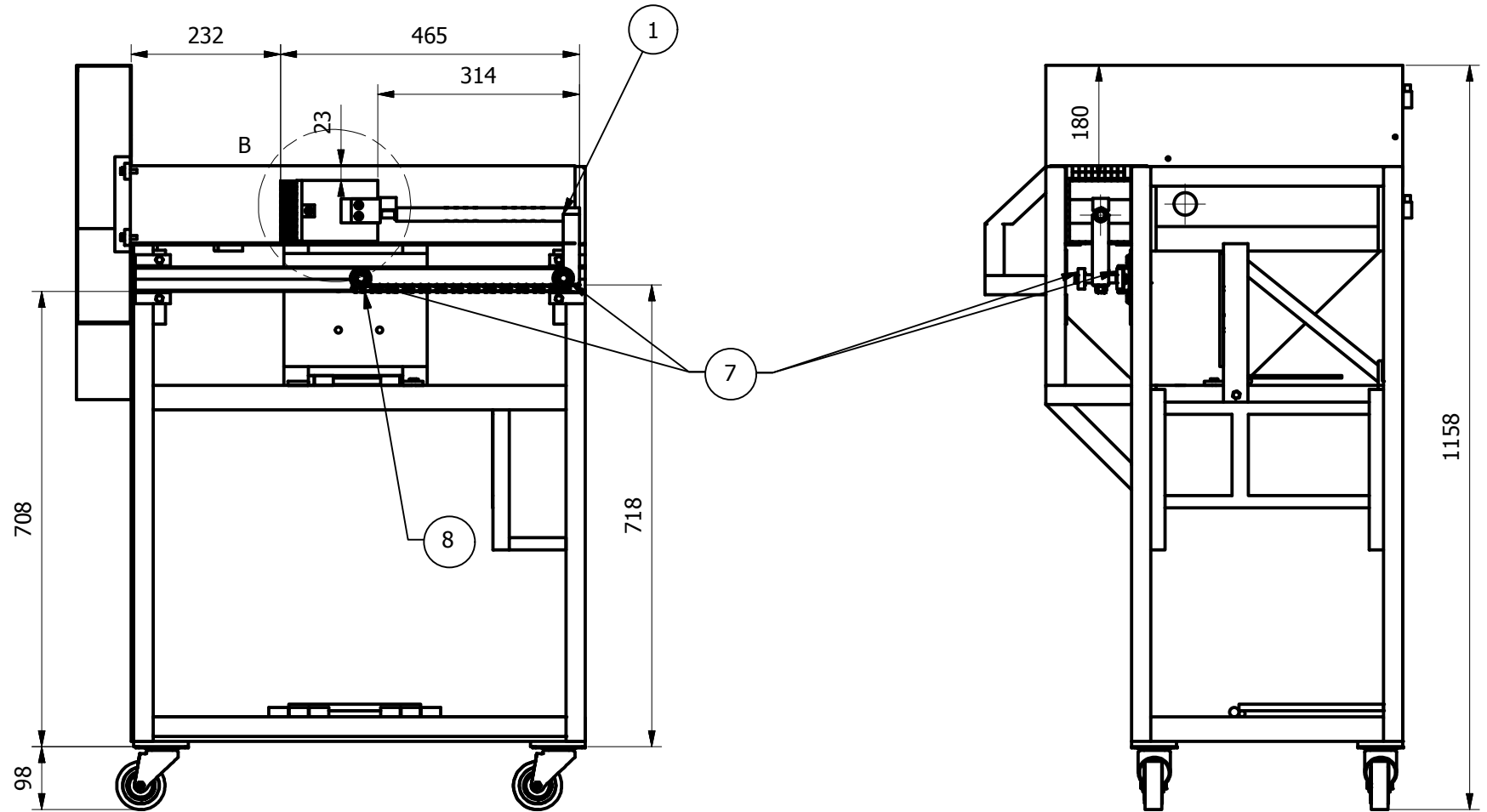
Escala:
1:5

No Plano: 001-100-202





DETALLE B
ESCALA 1 / 5



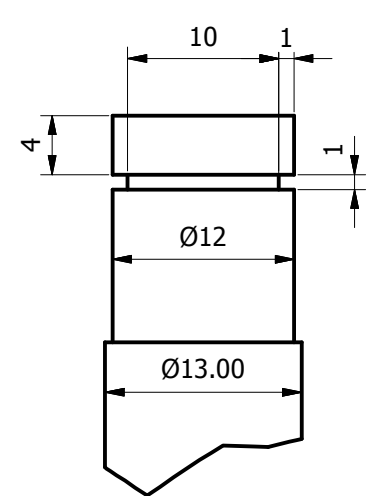
Datos de la cadena:	
- Paso:	12.7mm
- Esfuerzo a la tracción:	3.700lb
- Longitud:	360 mm

Item	Zona	Denominación	Cant.	Material	Nº Plano
8	E-2	Cadena de rodillos simple	1	Acero	
7	D-3	Rodamientos	4		
6	B-2	Tornillos avellanados M6x1 - 6H	6	Ac. Inox 304	
5	A-2	Pupillos desalojantes	1	Ac. Inox. 304	001-200-304
4	A-3	Cubo plástico	1	Polietileno	001-200-303
3	A-3	Abrazadera	1	Ac. Inox. 304	001-200-302
2	A-4	Tubo de ajuste	1	Ac. Inox. 304	001-200-301
1	B-3	Impulsor	1	Ac. Inox. 304	001-200-301

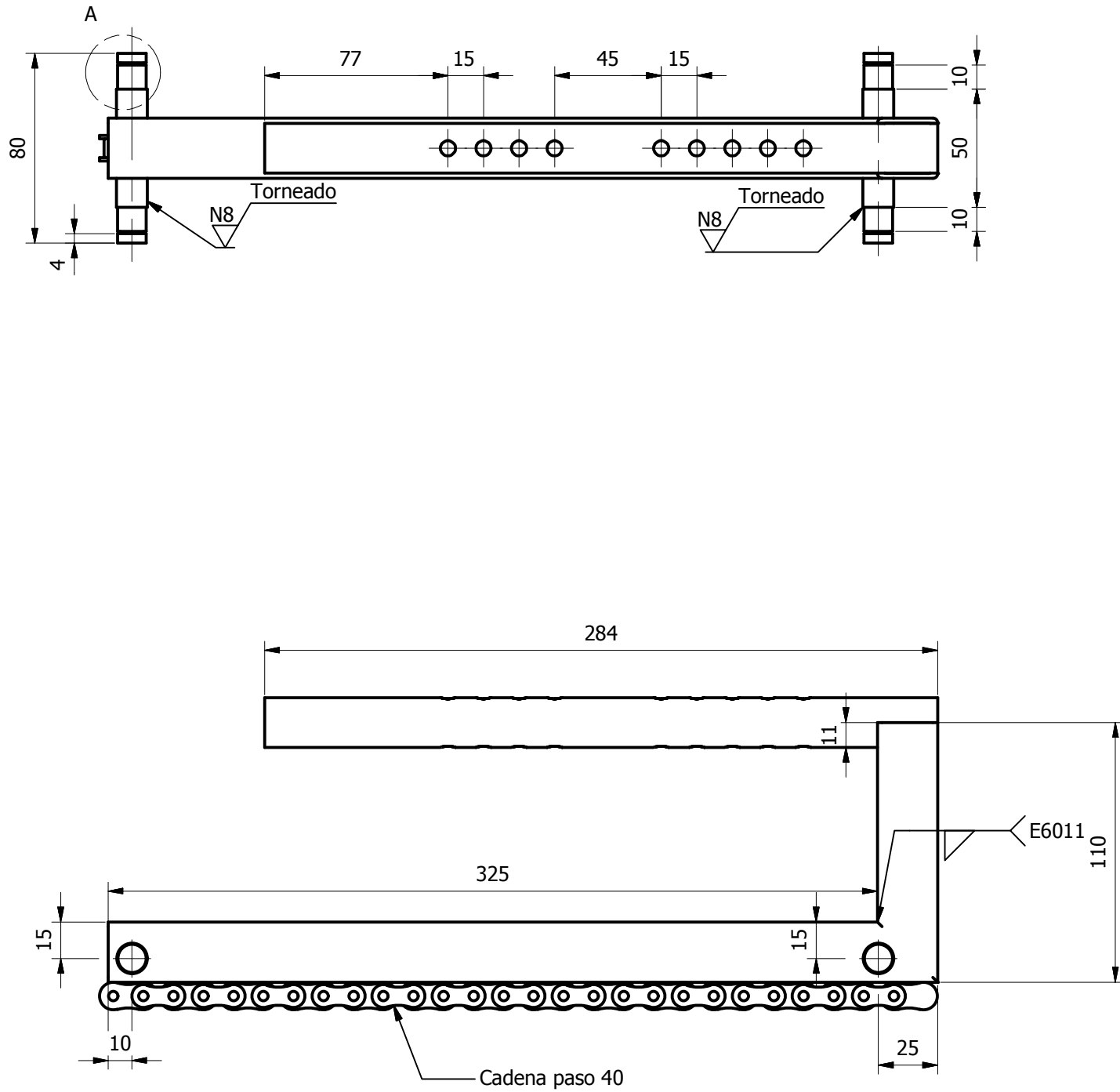
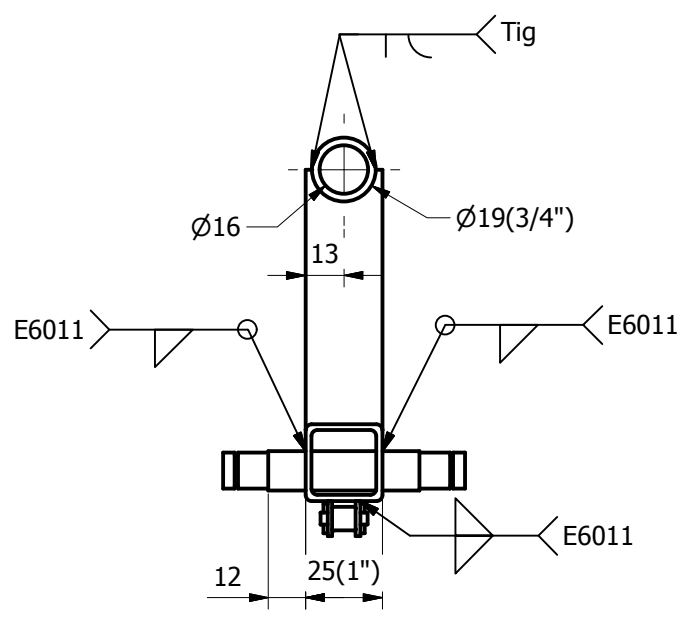
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Fecha	Nombre	Sistema de avance lineal	Escala:	
Dib. 01/01/2013	Jácome E.		Nº Plano: 001-200	1:10
Rev. 30/01/2013	Ing. Reinoso R.			
Aprov. 30/01/2013	Ing. Reinoso R.			

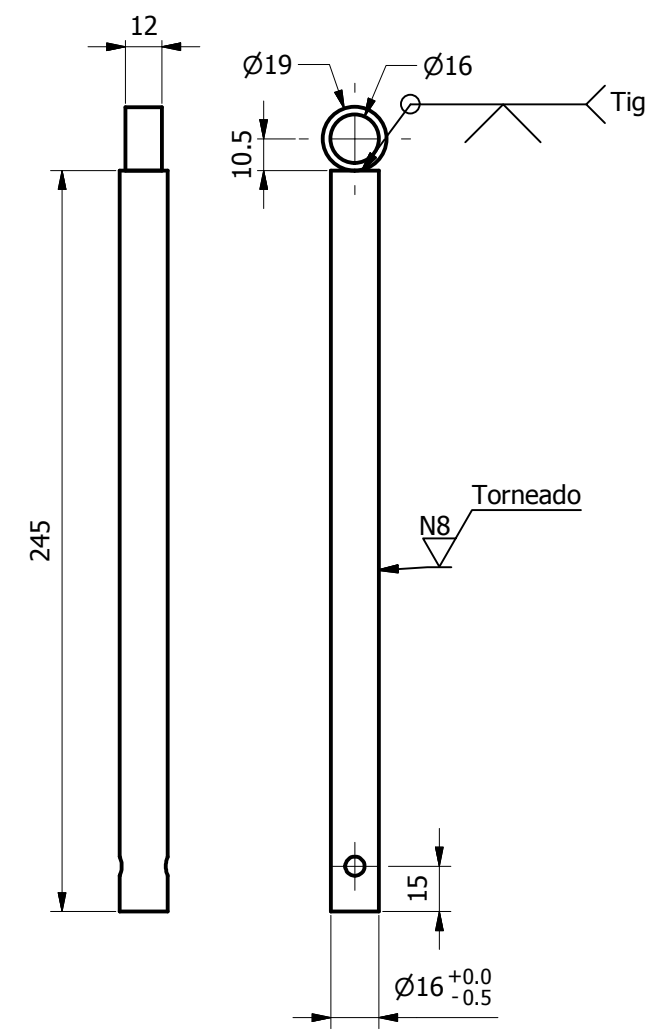
Impulsor



DETALLE A
ESCALA 2:1



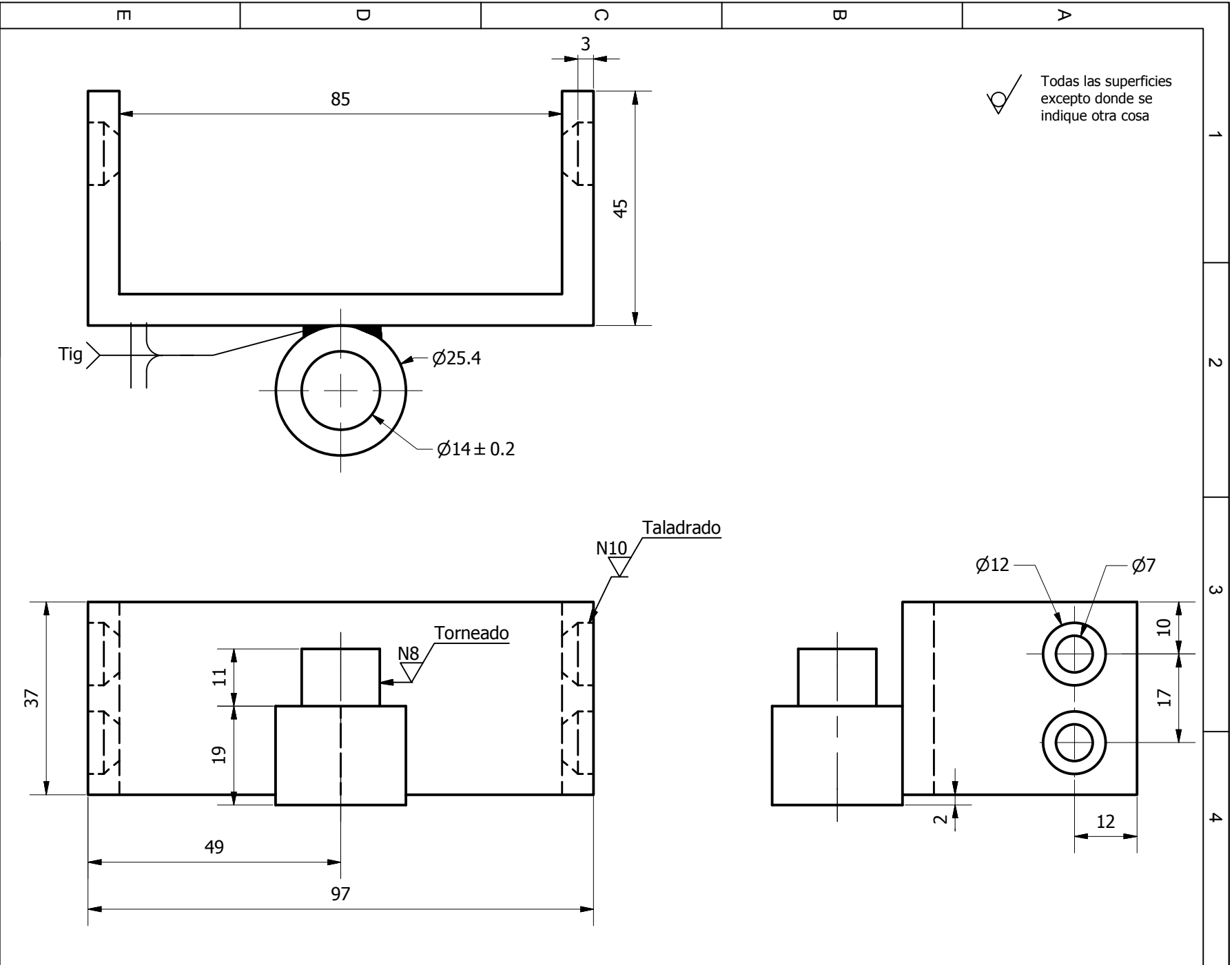
Tubo de ajuste:



Nota:
-Se pintará con anticorrosiva solo el tubo cuadrado

✓ Todas las superficies excepto donde se indique otra cosa

RECUBRIMIENTO: Pintura Anticorrosiva	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		
MATERIAL: Tubo Redondo Inox. 304 1/2 pulg. Tubo Redondo Inox. 304 3/4 pulg. Tubo cuadrado ASTM 513 1 x 1/8 pulg.	Fecha	Nombre	Impulsor y Tubo de ajuste
	Dib. 01/01/2013	Jácome E.	
	Rev. 30/01/2013	Ing. Reinoso R.	
TOLERANCIA: +/- 0.5	Aprov. 30/01/2013	Ing. Reinoso R.	Nº Plano: 001-200-301
			Escala: 1:2.5



RECUBRIMIENTO:

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

MATERIAL:

Eje Ac.Inox. 304 Ø1 pulg.
Platina Ac. Inox 304

Fecha

Dib. 01/01/2013

Nombre

Chicaiza W.

Rev.

30/01/2013

Ing. Reinoso R.

Aprov.

30/01/2013

Ing. Reinoso R.

TOLERANCIA:

+/- 0.5

Abrazadera

No Plano:

001-200-302

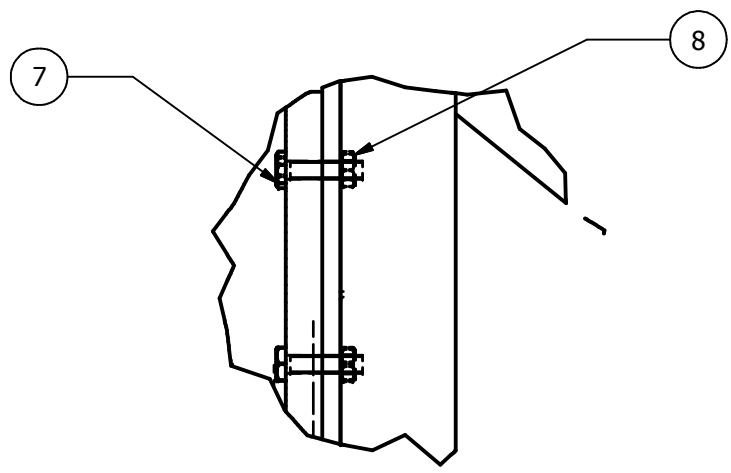
Escala:

1:1

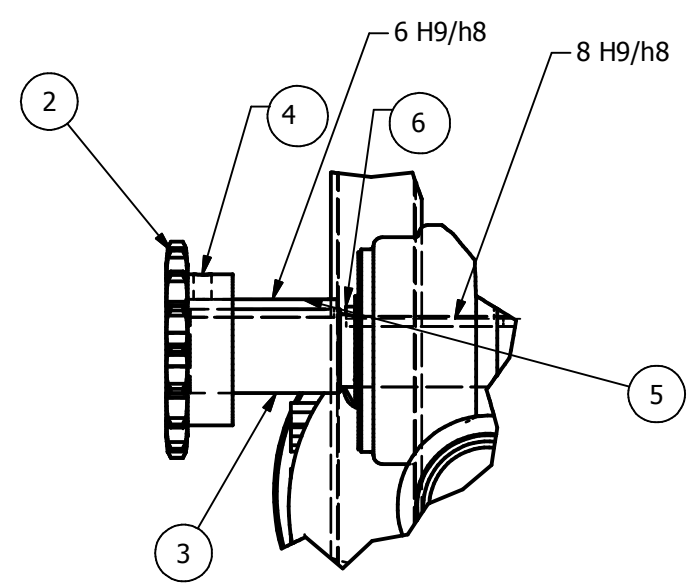


1 2 3 4 5 6 7 8

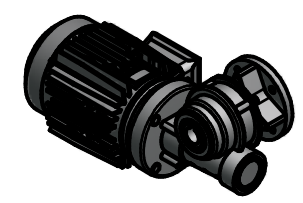
A
B
C
D
E
F



DETALLE B
ESCALA 1 / 2.5



DETALLE C
ESCALA 1:2.5



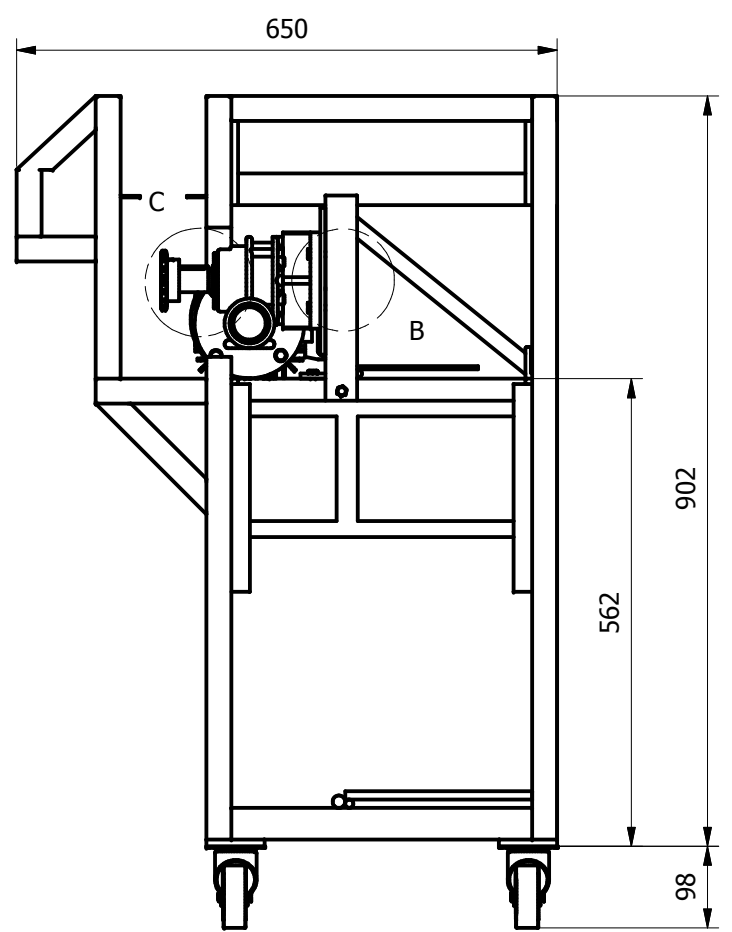
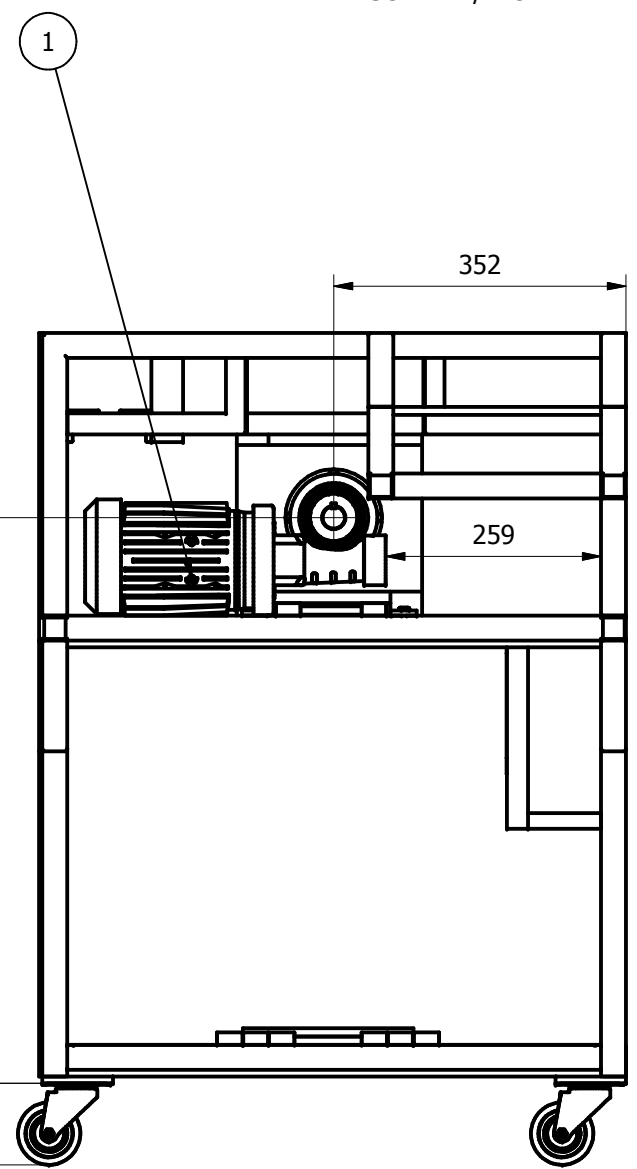
Datos del motorreductor:

- Potencia del Motor (60Hz): 0.66Kw
- Ralacion de reduccion: 1:50
- Par de salida: 1.800Nm



Datos de la rueda dentada:

- Número de dientes: 16
- Paso: 12.7mm
- Cadena número 40



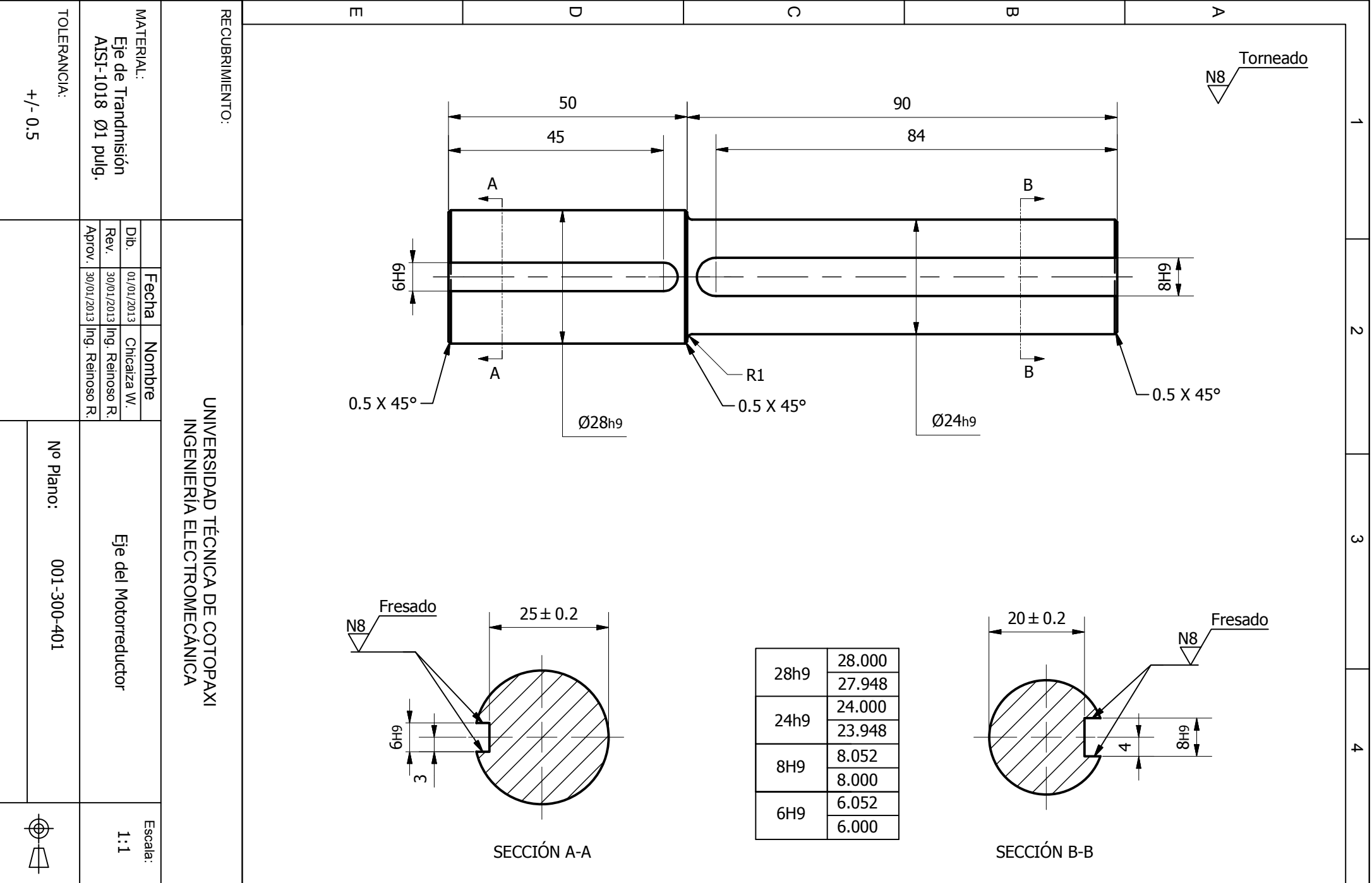
8	A-3	Tuerca	4	Acero	
7	A-1	Perno M6 x 30	4	Acero	
6	A-4	Chaveta	1	Acero	
5	B-5	Chaveta	1	Acero	
4	A-4	Prisionero M6 x 10	1	Acero	
3	B-4	Eje del motorreductor	1	Ac. Transmisión	001-300-401
2	A-3	Rueda dentada	1	Acero	
1	C-1	Motorreductor	1		
Item	Zona	Denominación	Cant.	Material	Nº Plano

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Fecha	Nombre	Sistema de avance giratorio	Escala:	
Dib. 01/01/2013	Jácome E.		Nº Plano: 001-300	1:10
Rev. 30/01/2013	Ing. Reinoso R.			
Aprov. 30/01/2013	Ing. Reinoso R.			

1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F



RECURRIMIENTO:

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

MATERIAL:
Eje de Trandmisión
AISI-1018 Ø1 pulg.

Fecha	Nombre
01/01/2013	Chicaiza W.
Rev.	Ing. Reinoso R.
30/01/2013	
Aprov.	Ing. Reinoso R.
30/01/2013	

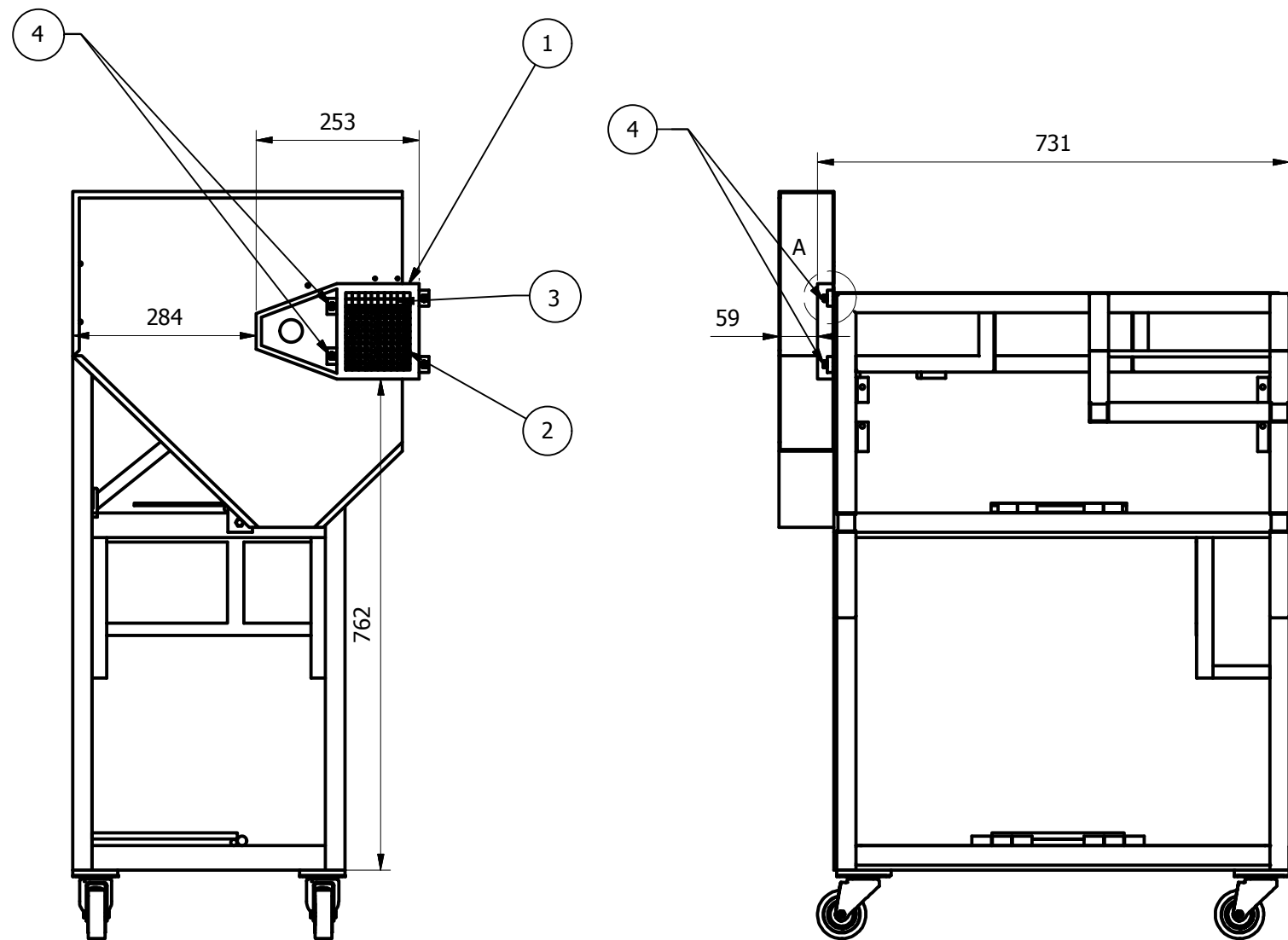
Eje del Motorreductor

Escala:
1:1

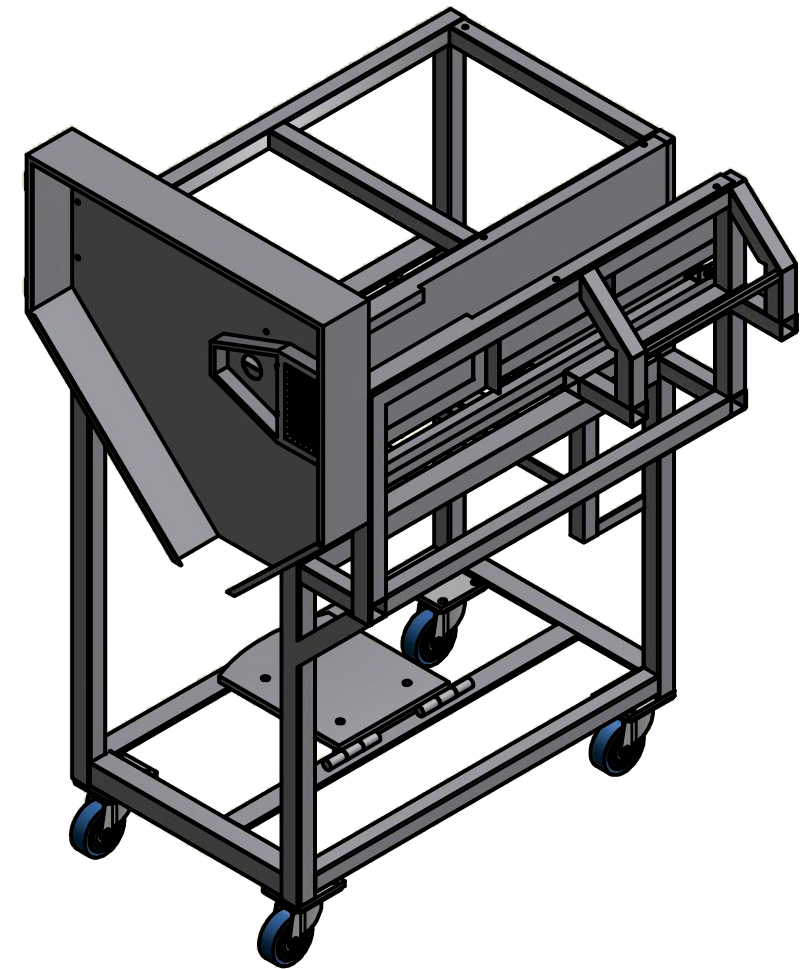
TOLERANCIA:
+/- 0.5

No Plano: 001-300-401





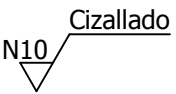
DETALLE A
ESCALA 1 / 2.5



4	C-1 C-3	Pernos M6x1 - 6H	4	Ac. Inox. 304	
3	D-3	Cuchillas rejilla verticales	9	Ac. Inox. 431	001-400-502
2	D-3	Cuchillas rejilla horizontales	11	Ac. Inox. 431	001-400-502
1	C-3	Marco portacuchillas	1	Ac. Inox. 304	001-400-501
Item	Zona	Denominación	Cant.	Material	Nº Plano

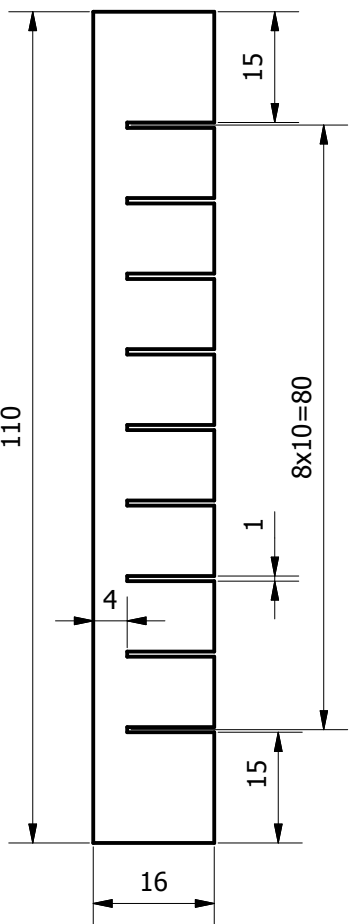
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

	Fecha	Nombre			Escala:
Dib.	01/01/2013	Jácome E.	Sistema de corte fijo		1:10
Rev.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.			
Aprov.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.			
			Nº Plano:	001-400	⊕



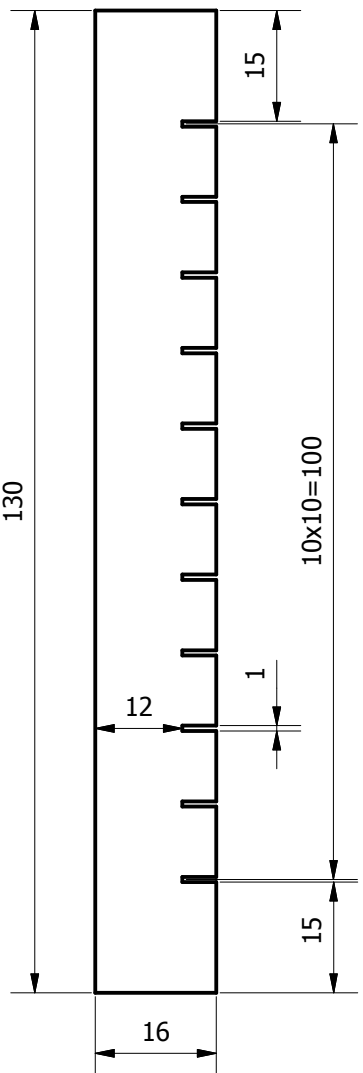
Cuchilla rejilla horizontal

0.7 espesor



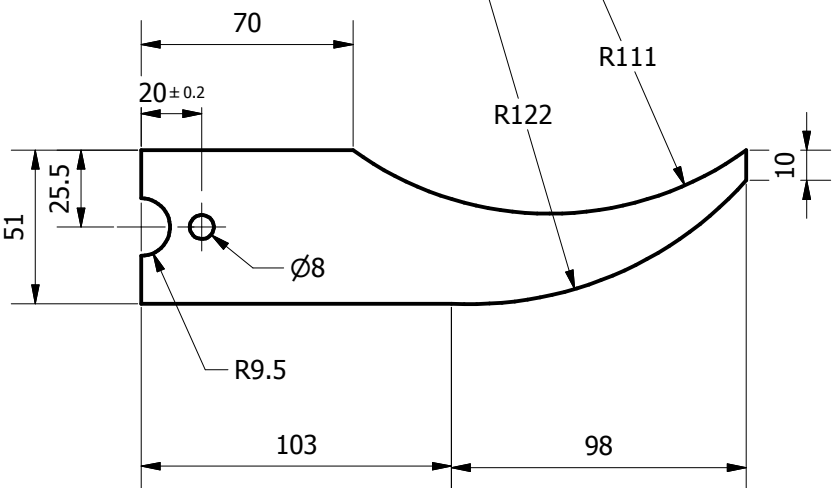
Cuchilla rejilla vertical

0.7 espesor



Cuchilla Transversal

1.5 espesor



Escala: 1:2.5

RECUBRIMIENTO:

MATERIAL:

Plancha Inox. 431

TOLERANCIA:

+/- 0.5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Fecha

01/01/2013

Nombre

Chicaiza W.

Dib.

30/01/2013

Ing. Reinoso R.

Rev.

30/01/2013

Ing. Reinoso R.

Aprov.

30/01/2013

Ing. Reinoso R.

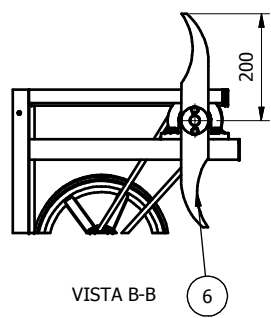
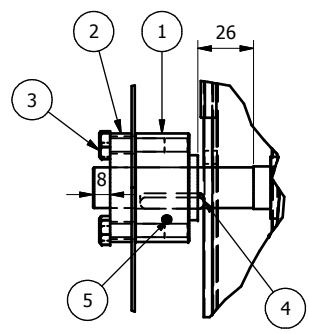
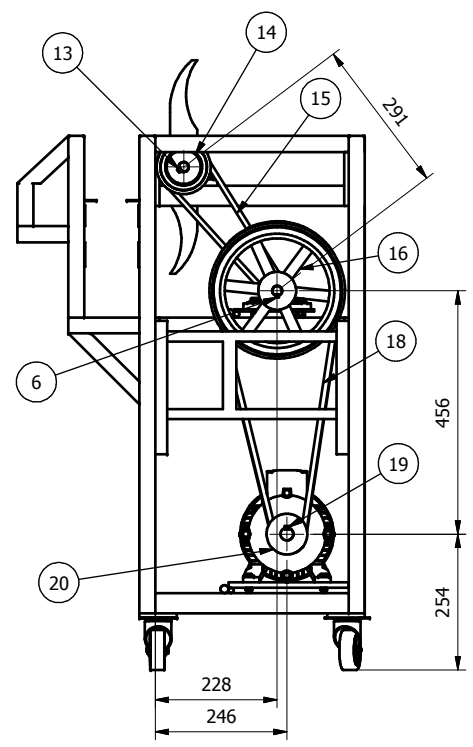
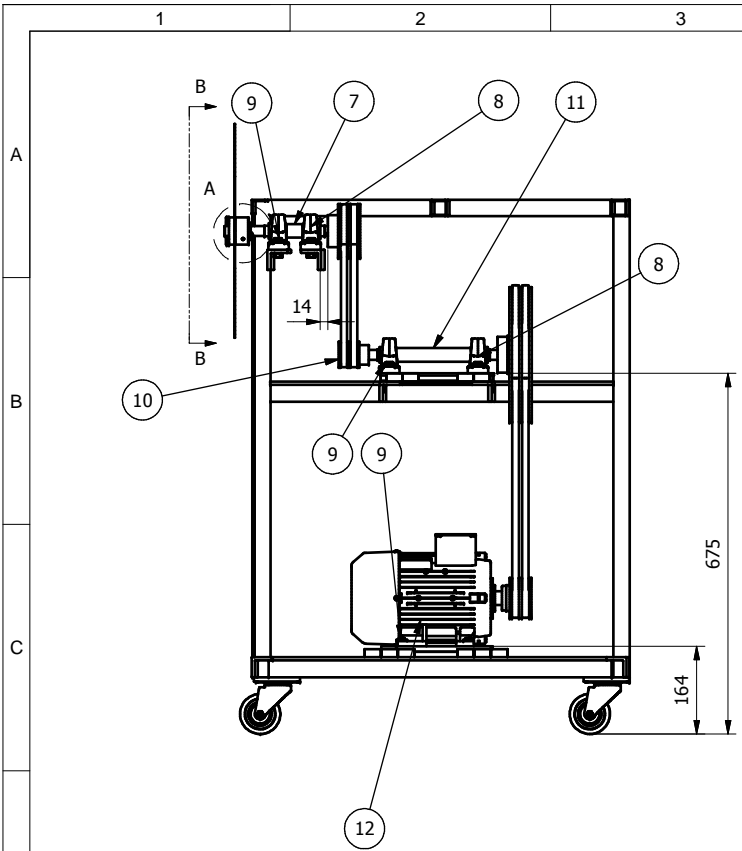
Escala:
1:1

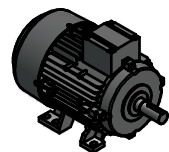

Cuchilla Transversal, vertical y horizontal

No Plano:

001-400-502






	
Datos del motor:	Datos de las chumaceras:
SIEMENS TIPO 1LA7 090-4YA60 Potencia 2.0/1.49 HP/kW Fs 1.15 In 220 V/440 V ; 7.0A/3.50A Velocidad nominal 1700 Torque nominal (Nm) 8.38 Torque de arranque (Tarr/Tn) 2.2 Corriente de arranque (Iarr/In) 4.4 Momento de inercia (Kg m2) 0.0028 Peso (kg) 12.1	SOPORTE Rodamiento: UC204-12 Soporte: P204 Masa (Kg): 0.66 RODAMIENTO Capacidad de carga (N) Cr: 12800 Cor: 6650 Masa (Kg) 0.16

20	C-4	Polea 3 pulg.	1	Aluminio	
19	B-5	Chaveta	1	Acero	
18	B-5	Correa trapezoidal A56	2		
17	B-4	Chaveta	1	Acero	
16	B-5	Polea 10 pulg.	1	Aluminio	
15	A-5	Correa dentada A30	2		
14	A-5	Polea 4 pulg.	1	Aluminio	
13	A-4	Chaveta	1	Acero	
12	D-2	Motor Siemens 2hp	1		
11	A-3	Eje principal	1	Ac. Transmision	001-500-603
10	B-1	Polea 2 pulg.	1	Aluminio	
9	A-1 B-2	Pernos M10 x 1 - 6H	12	Acero	
8	A-2 B-3	Chumacera UCP 204-12	4		
7	A-2	Eje secundario	1	Ac. Inox. 304	001-500-602
6	F-3	Cuchilla transversal	2	Ac. Inox. 431	001-400-502
5	F-1	Prisionero M6 x 1 - 6H	1	Acero	
4	F-2	Chaveta	1	Acero	
3	E-1	Pernos M6 x 1 - 6H	2	Acero	
2	E-1	Tapa porta cuchilla transversal	1	Ac. Inox. 304	001-500-601
1	E-1	Porta cuchilla transversal	1	Ac. Inox. 304	001-500-601
Item	Zona	Denominacion	Cant.	Material	Nº Plano

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

	Fecha	Nombre	Sistema de corte giratorio	Escala: 1:10
Dib.	01/01/2013	Jácome E.		
Rev.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.		
Aprov.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.		
Nº Plano:			001-500	

RECURRIMIENTO:

MATERIAL:
Eje Ac.Inox. 304 Ø 2 pulg.

TOLERANCIA:
+/- 0.5

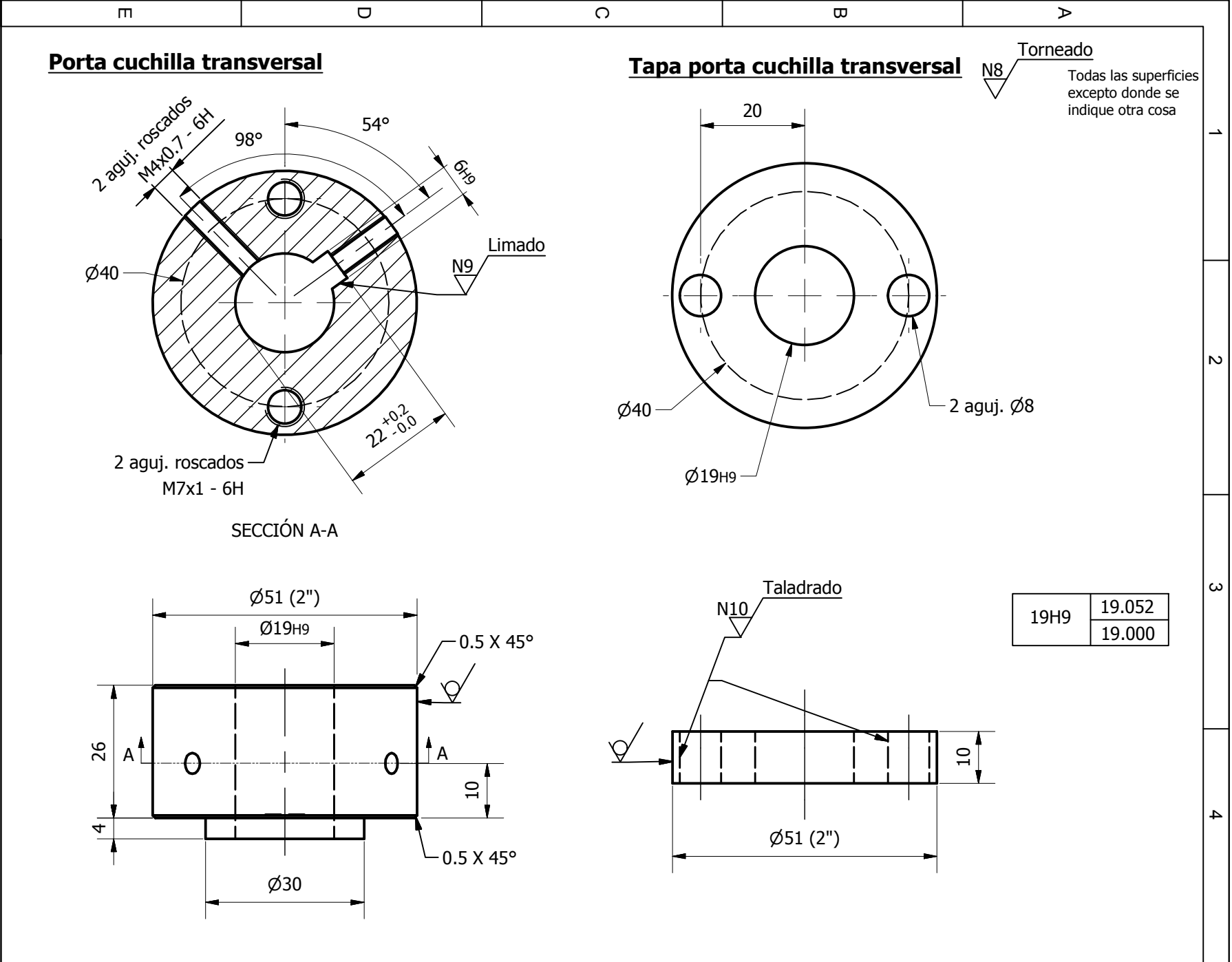
Dib.	Fecha	Nombre
01/01/2013	01/01/2013	Jácome E.
Rev.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.
Aprov.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Portacuchillas transversal y Tapa

No Plano: 001-500-601

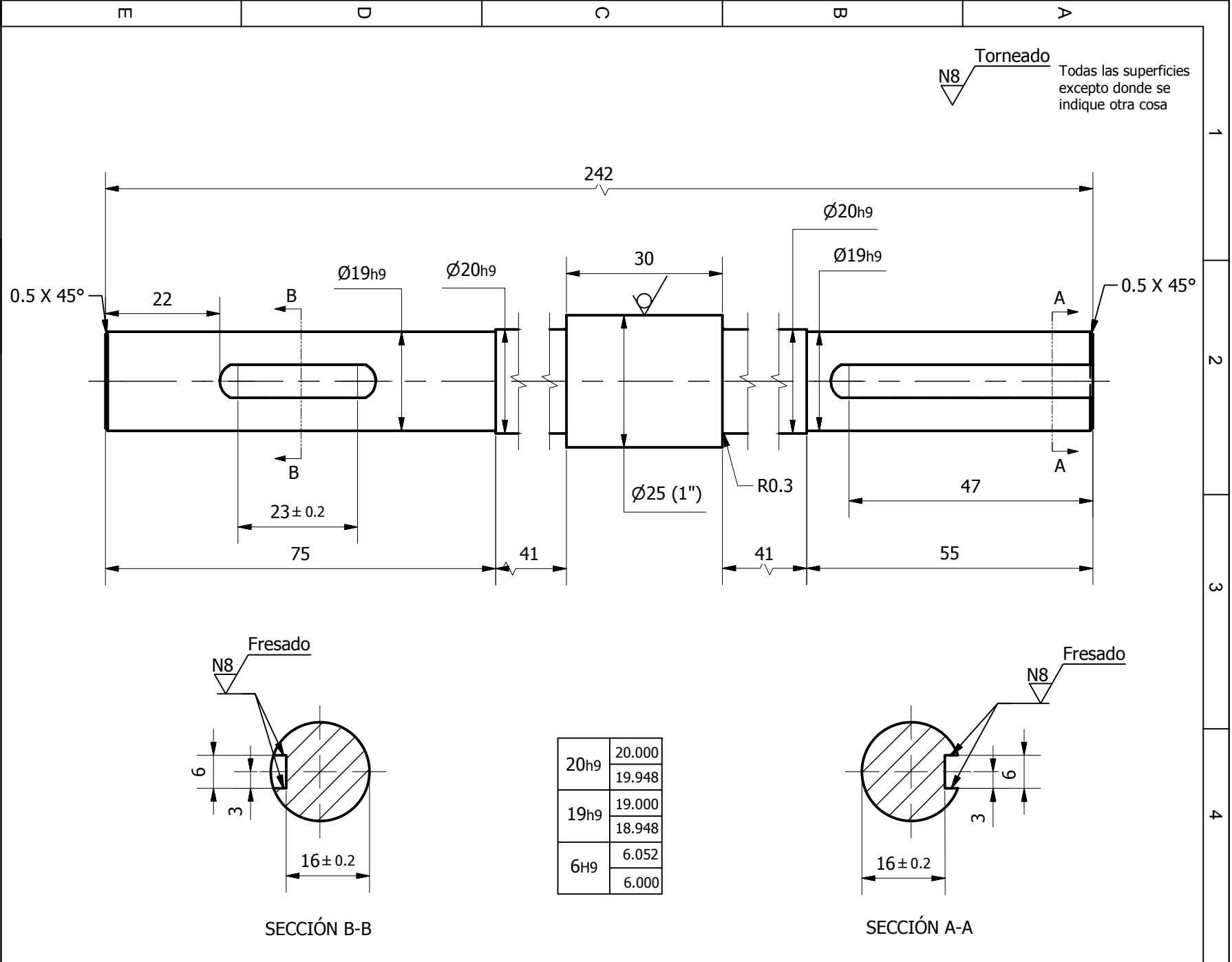
Escala:
1:1




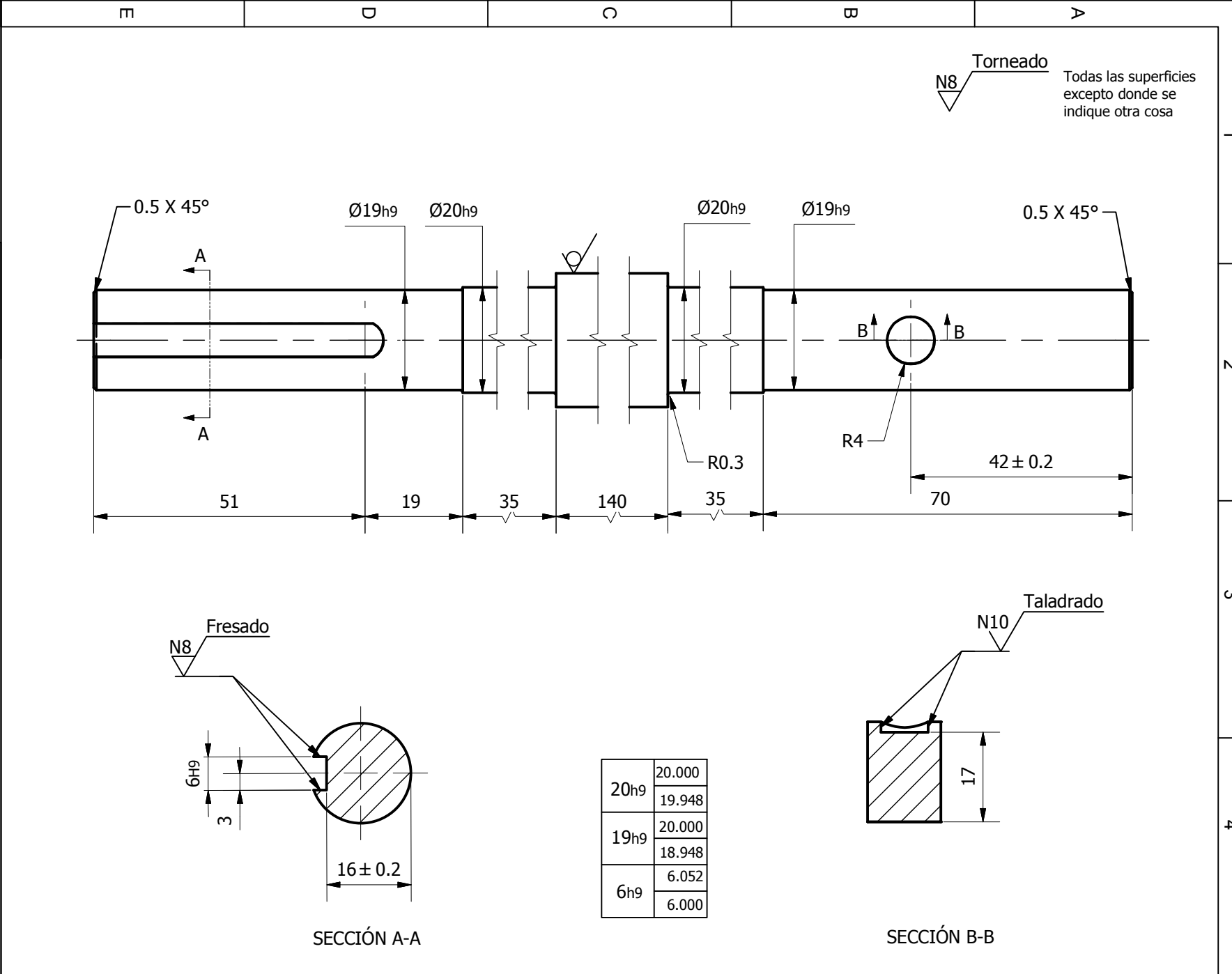
RECURRIMIENTO:	
MATERIAL:	Eje Ac.Inox. 304 Ø1 pulg.
TOLERANCIA:	+/- 0.5

Dib.	01/01/2013	Fecha	Chicalza W.	Nombre
Rev.	30/01/2013	Fecha	Ing. Reinoso R.	Nombre
Aprov.	30/01/2013	Fecha	Ing. Reinoso R.	Nombre

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	
Eje Secundario	
No Plano:	001-500-602
Escala:	1:1



RECURRIMIENTO:		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA			
MATERIAL:				Fecha	Nombre
Eje de Trandmisión AISI-1018 Ø1 pulg.				01/01/2013	Jácome E.
TOLERANCIA:				30/01/2013	Ing. Reinoso R.
+/- 0.5		Rev.	Apr.	Ing. Reinoso R.	Ing. Reinoso R.
No Plano:		Eje Principal		Escala:	
001-500-603				1:1	
					



1

2

3

4

1

2

3

4

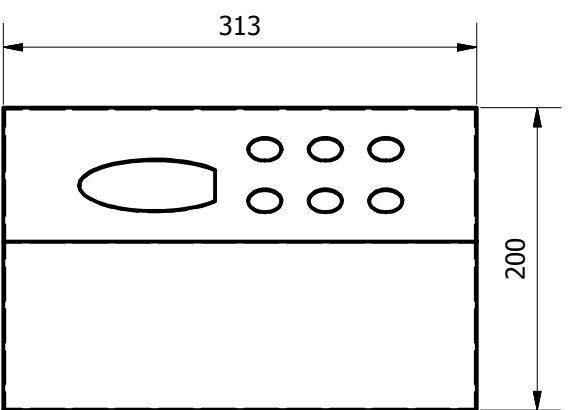
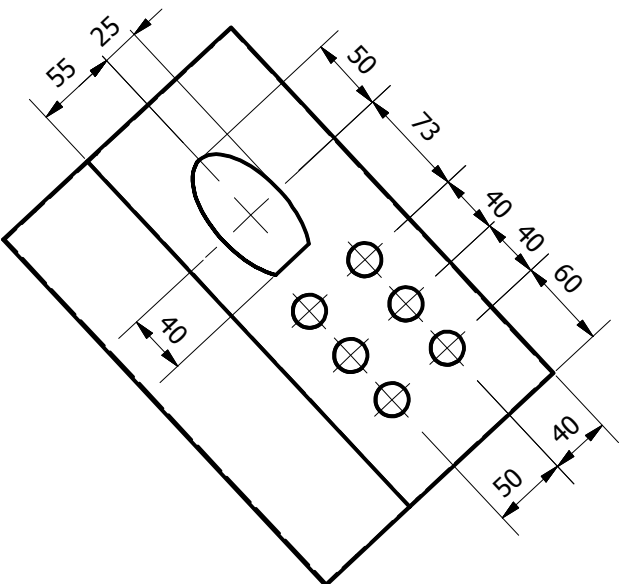
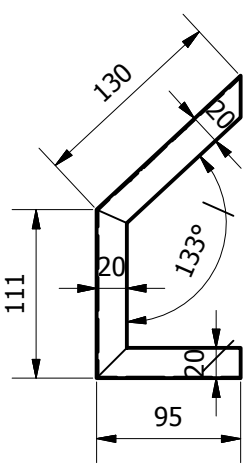
A

B

C

D

E



RECUBRIMIENTO:

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

MATERIAL:

Plancha Ac.Inox. 430

Fecha Nombre

Dib. 01/01/2013 Chicaiza W.

Rev. 30/01/2013 Ing. Reinoso R.

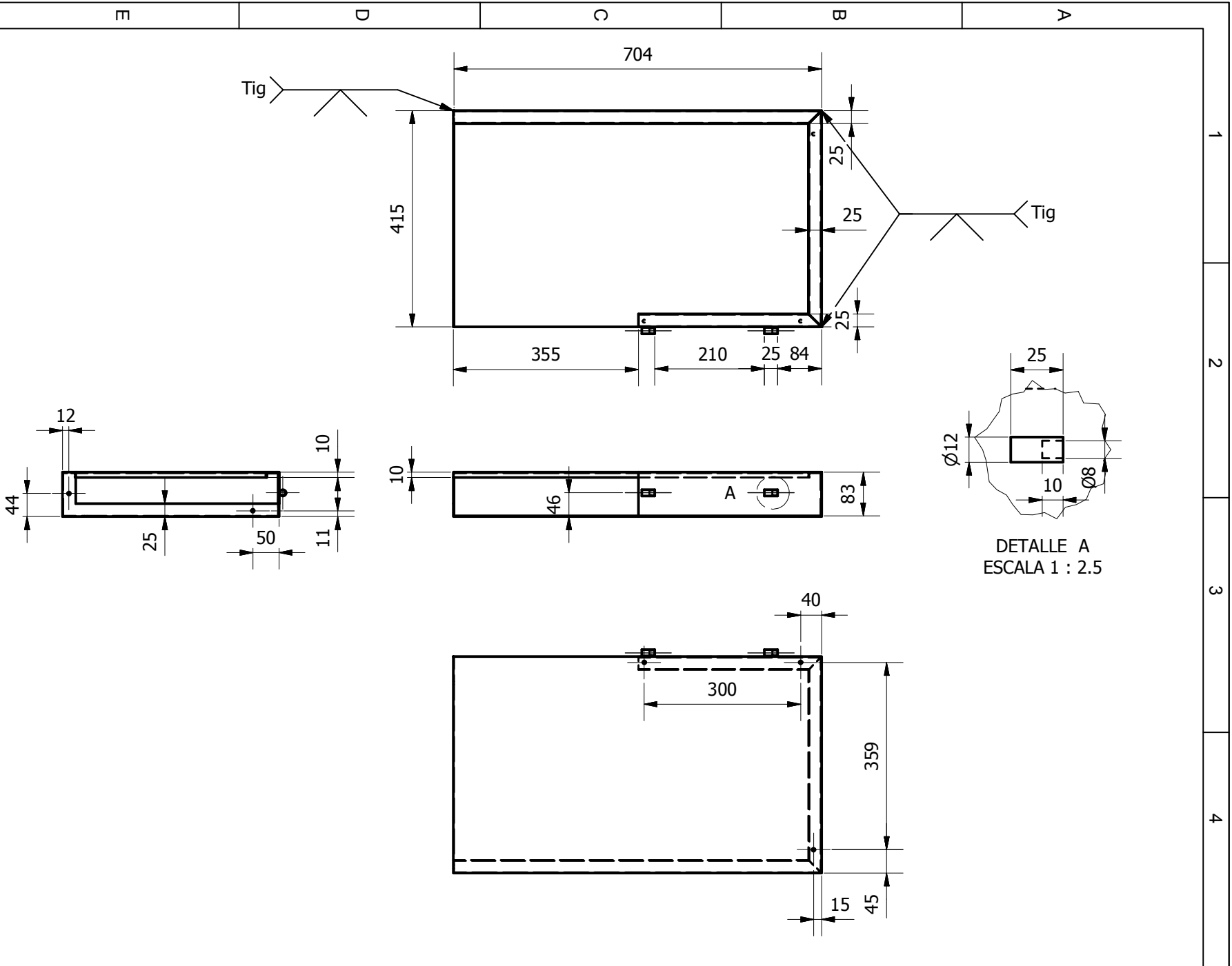
Aprov. 30/01/2013 Ing. Reinoso R.

Escala:
1:5

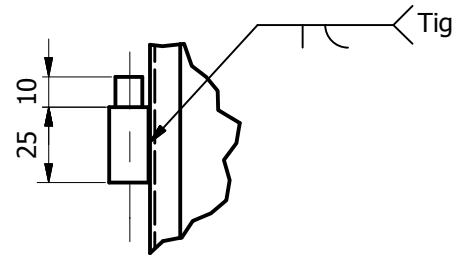
TOLERANCIA:
+/- 0.5

No Plano: 001-600

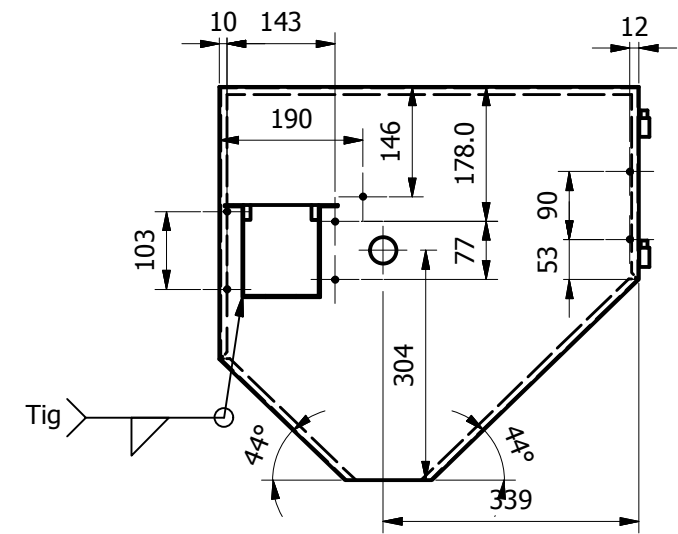
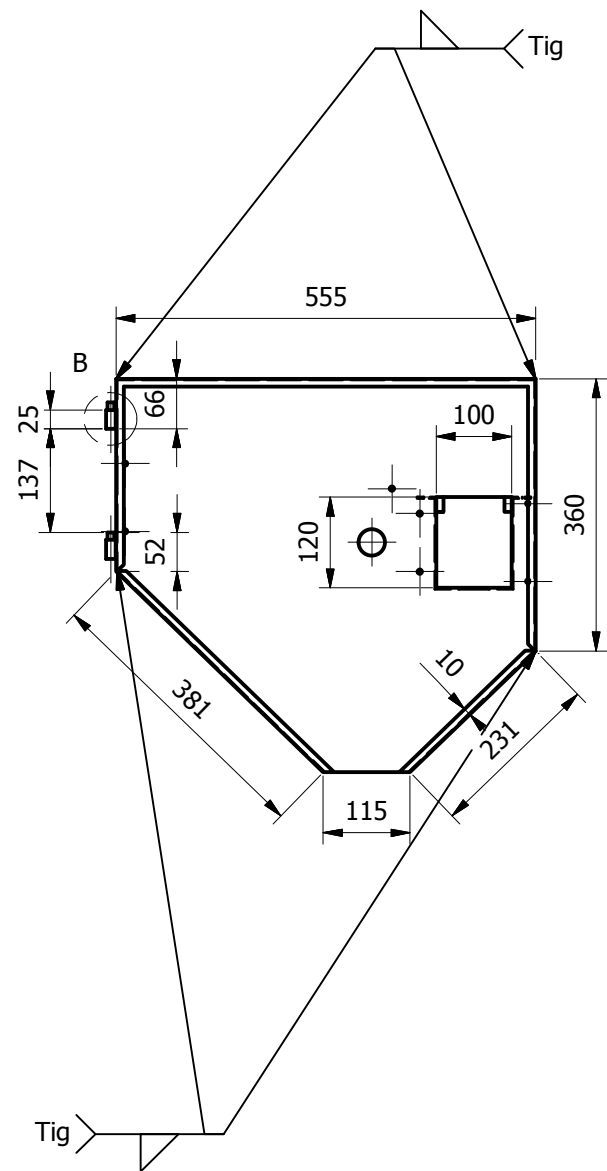
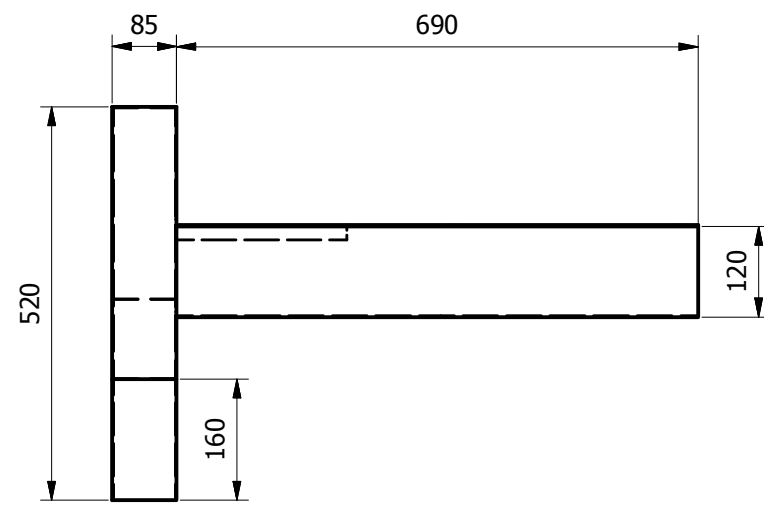
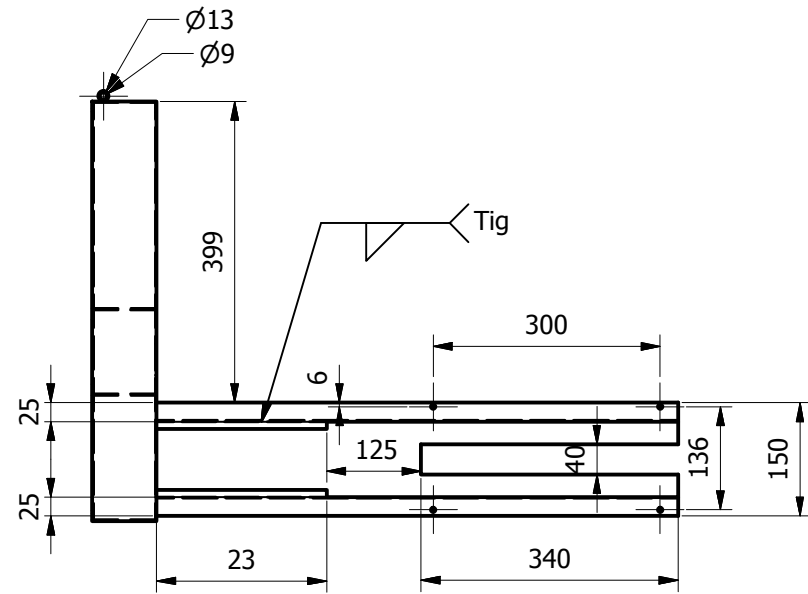




RECURRIMIENTO:		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA							
MATERIAL:						Fecha		Nombre	
Plancha Ac.Inox. 304 1.5MM						01/01/2013		Chicaiza W.	
TOLERANCIA:		Rev.		Ing. Reinoso R.					
+/- 0.5		30/01/2013		Ing. Reinoso R.					
Aprov.		30/01/2013		Ing. Reinoso R.					
No Plano:		001-700							
Escala:		1:10							



DETALLE B
ESCALA 1 / 2.5



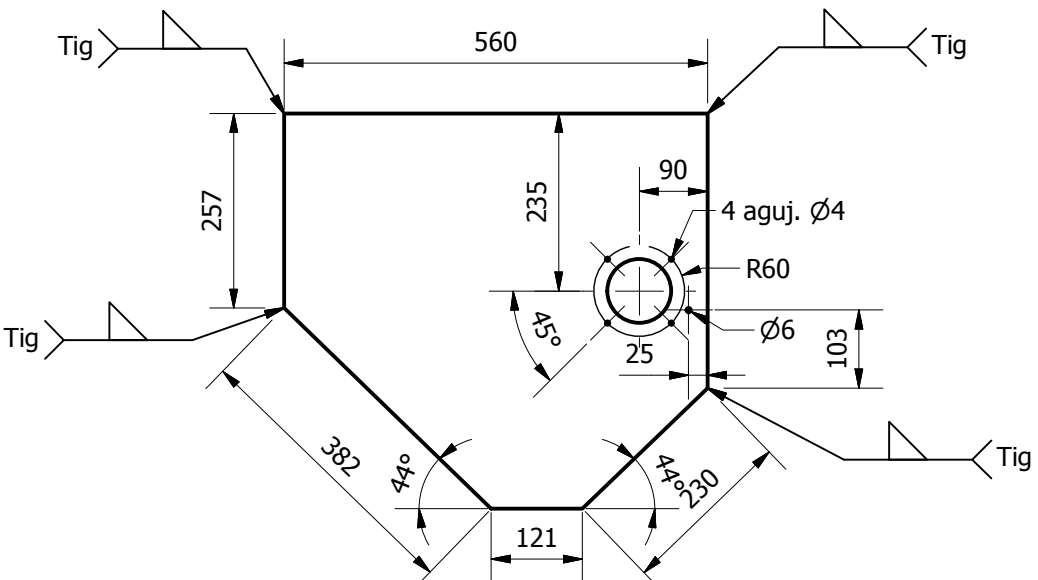
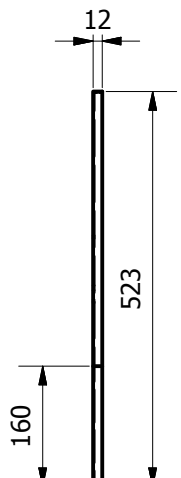
RECUBRIMIENTO:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA			
MATERIAL: Plancha de Ac. Inox. 304	Fecha	Nombre	TAPA 1	Escala: 1:10
	Dib. 01/01/2013	Jácome E.		
	Rev. 30/01/2013	Ing. Reinoso R.		
	Aprov. 30/01/2013	Ing. Reinoso R.		
TOLERANCIA: +/- 0.5	Nº Plano: 001-800			

1

2

3

4



A	B	C	D	E
---	---	---	---	---

RECUBRIMIENTO:

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

MATERIAL:

Plancha
Ac. Inox. 304 1.5MM

Fecha

Dib. 01/01/2013

Nombre

Chicaiza W.

Tapa 2

Escala:

1:10

Rev.

30/01/2013

Ing. Reinoso R.

Aprov.

30/01/2013

Ing. Reinoso R.

TOLERANCIA:

+/- 0.5

No Plano:

001-900

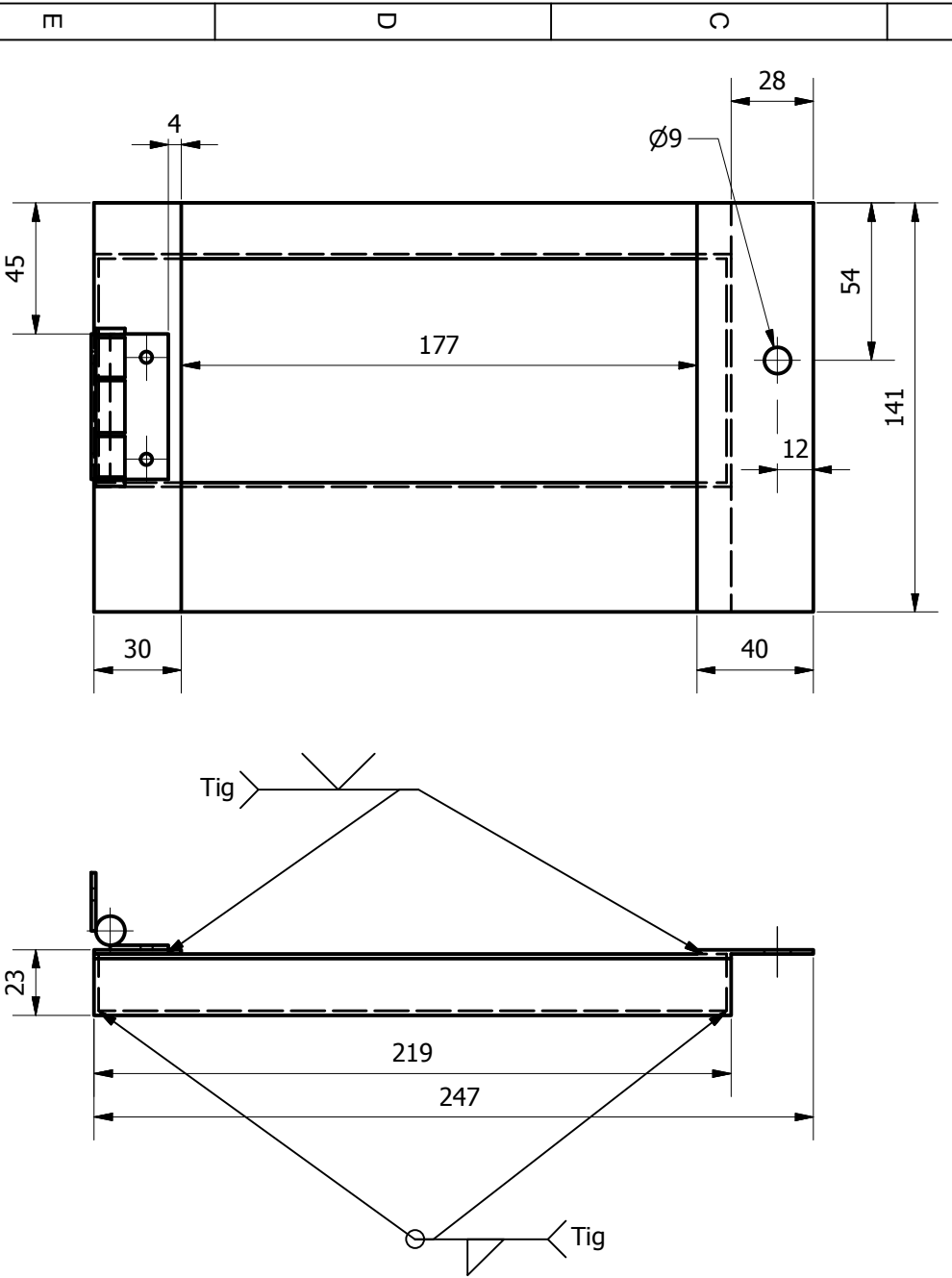
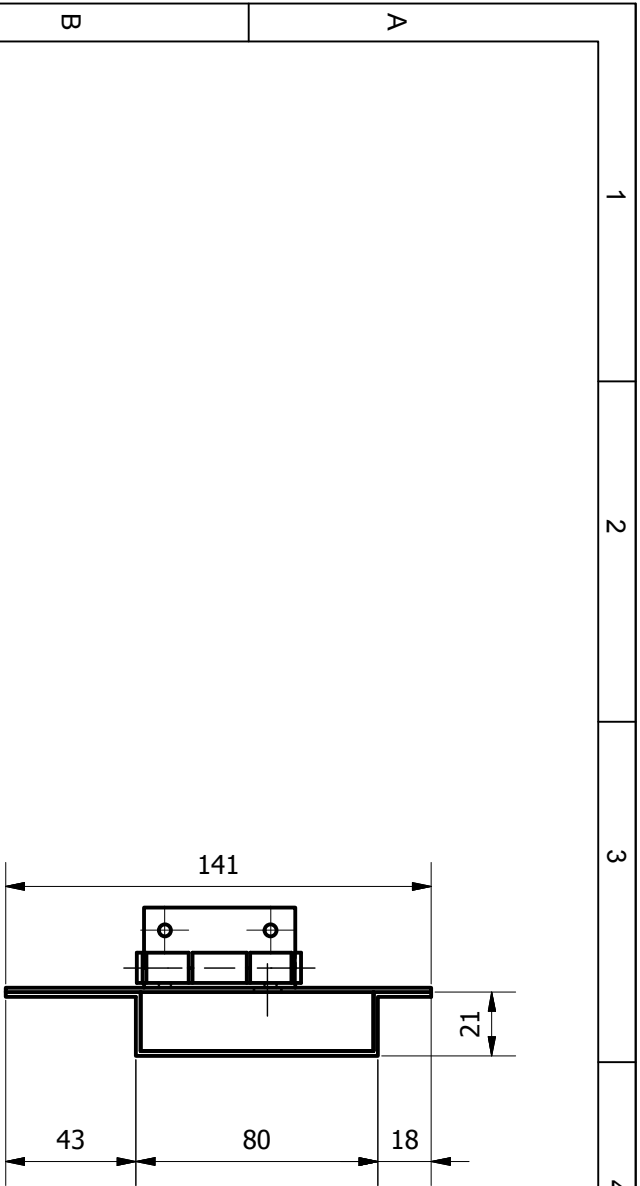


1

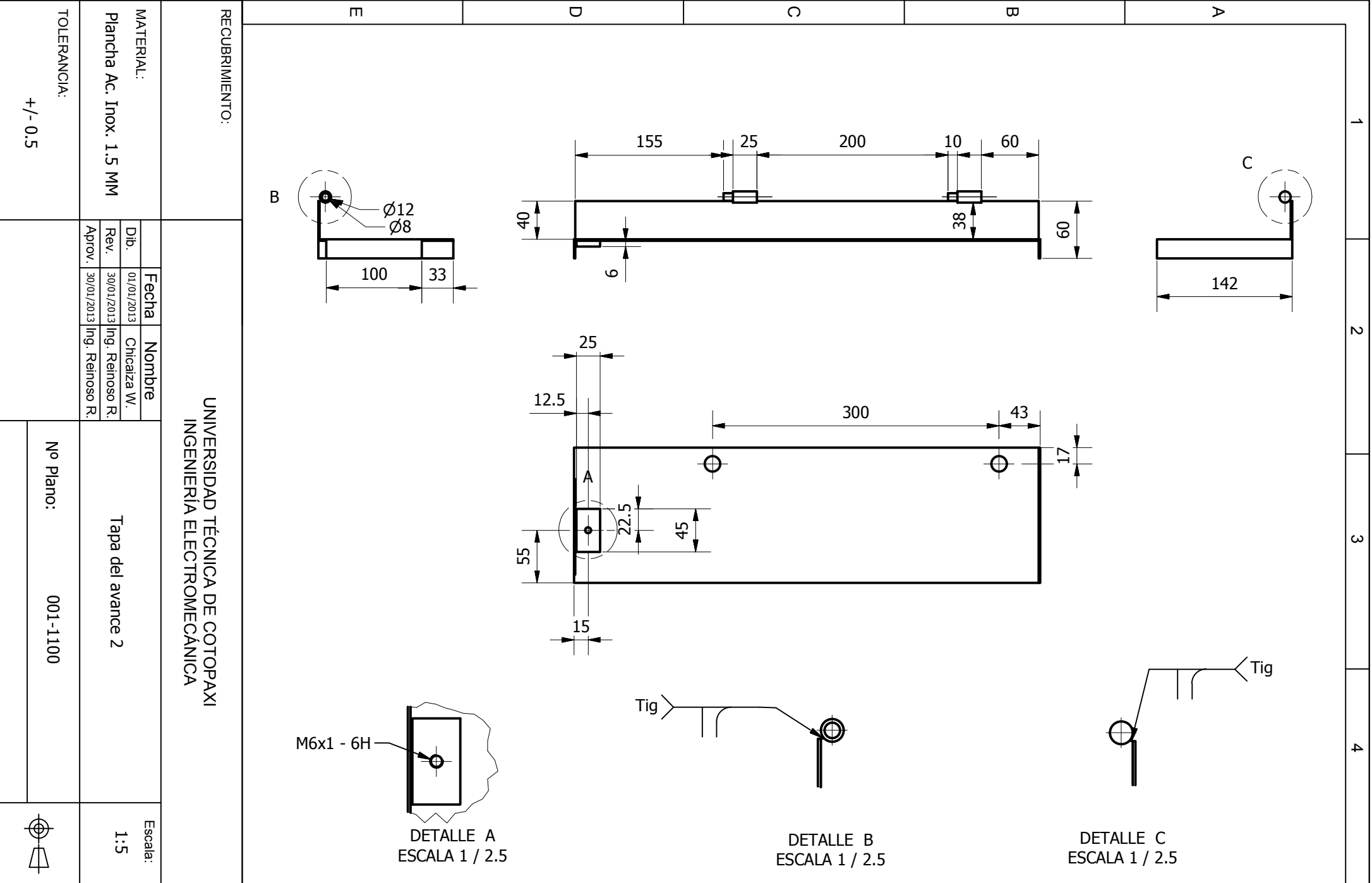
2

3

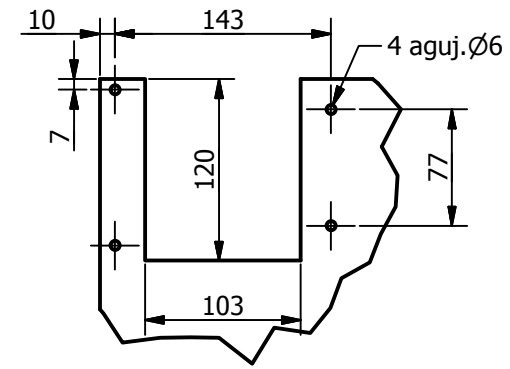
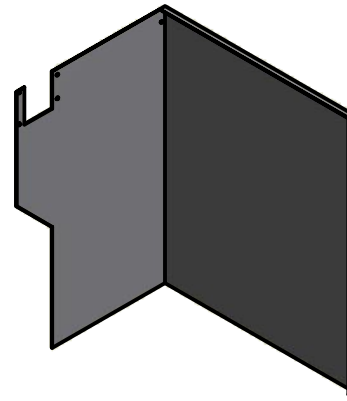
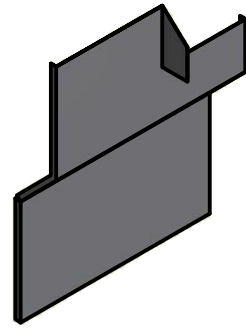
4



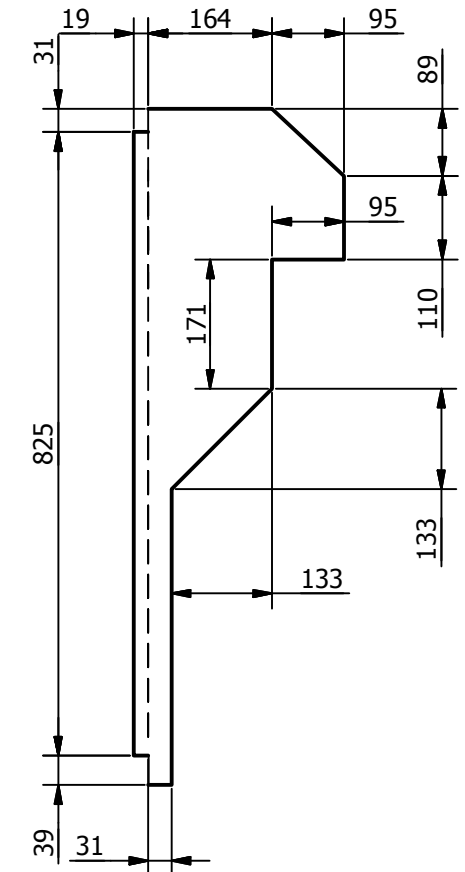
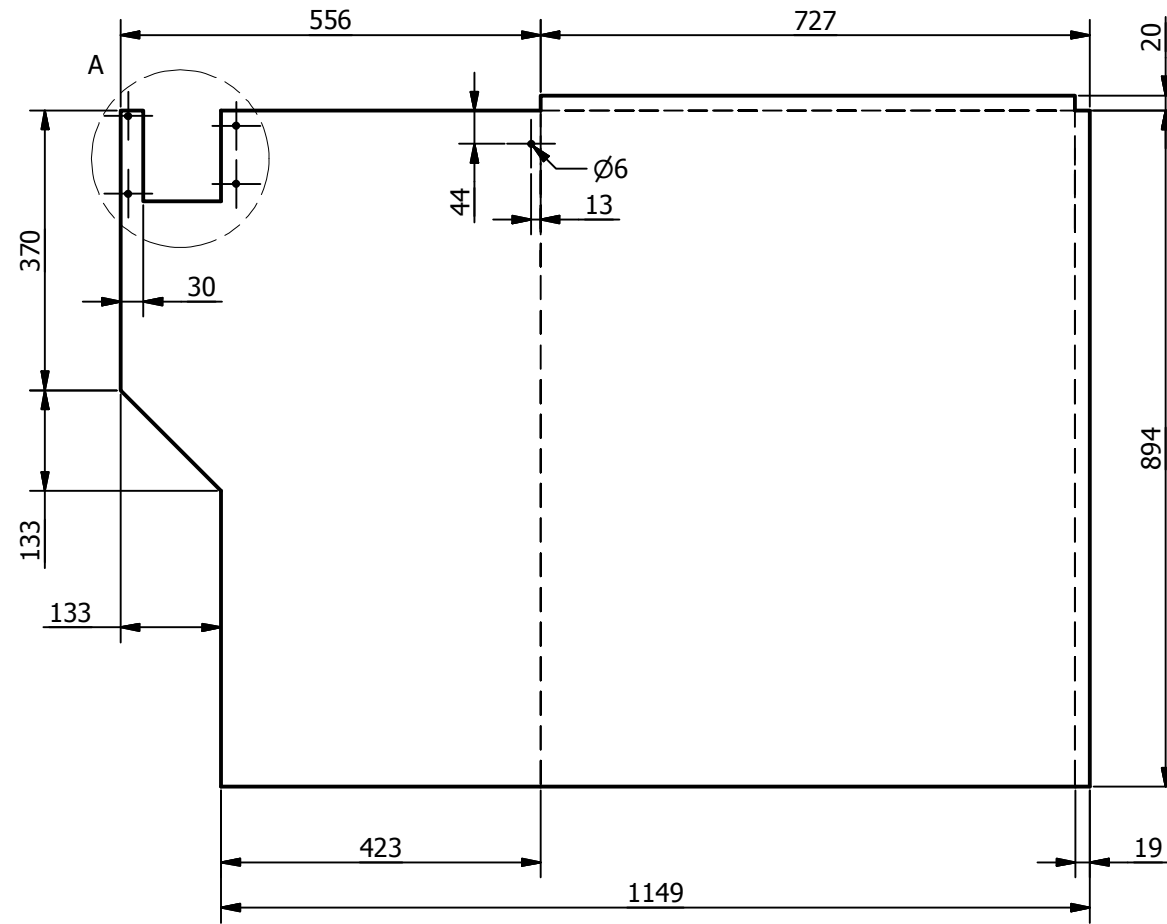
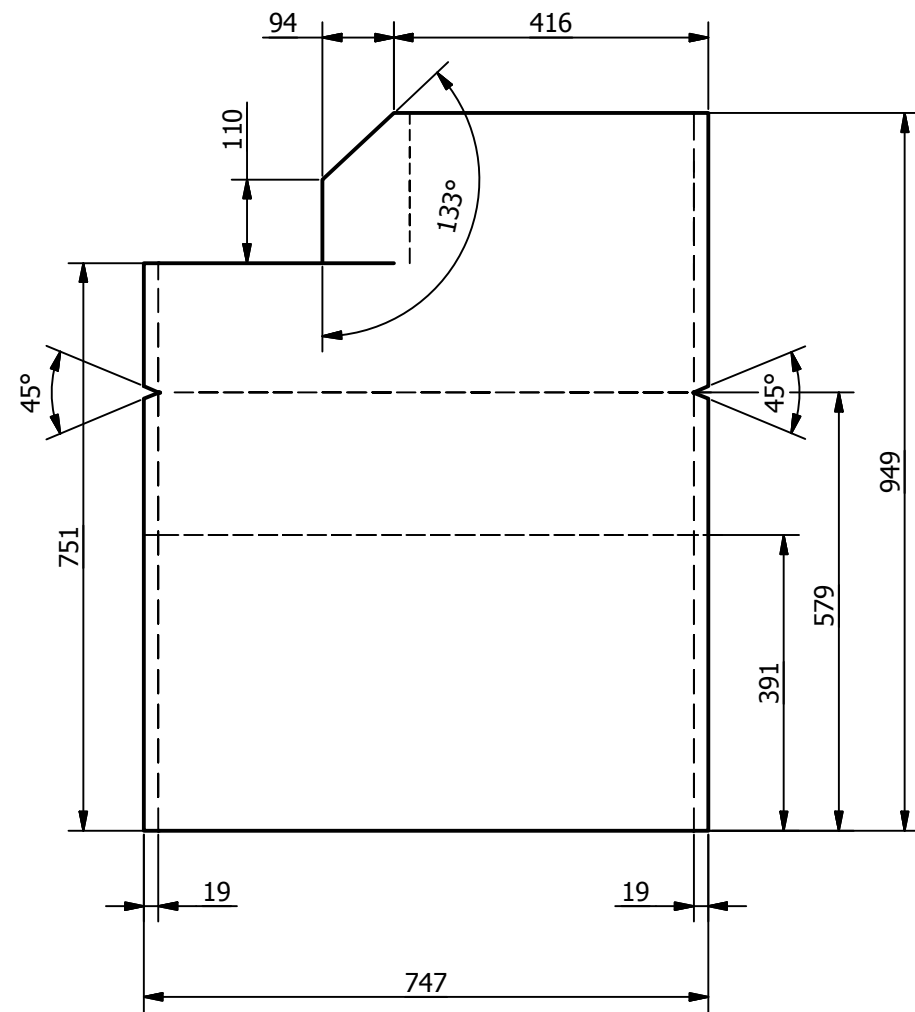
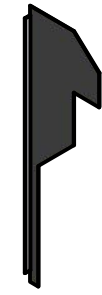
RECURRIMIENTO:		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA			
MATERIAL: Plancha de Ac. Inox. 304 Bisagra de Ac. Inox. 304		Dib.	Fecha	Nombre	Tapa del avance 1
TOLERANCIA: +/- 0.5		Rev.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.	
		Aprov.	30/01/2013	Ing. Reinoso R.	
		No Plano:		001-1000	
		Escala:		1:2.5	



1 2 3 4

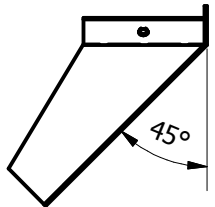


DETALLE A
ESCALA 1 / 5

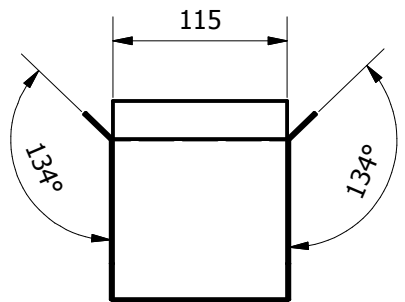


Nota:
Cada doblez se lo realizará por las líneas entrecortadas

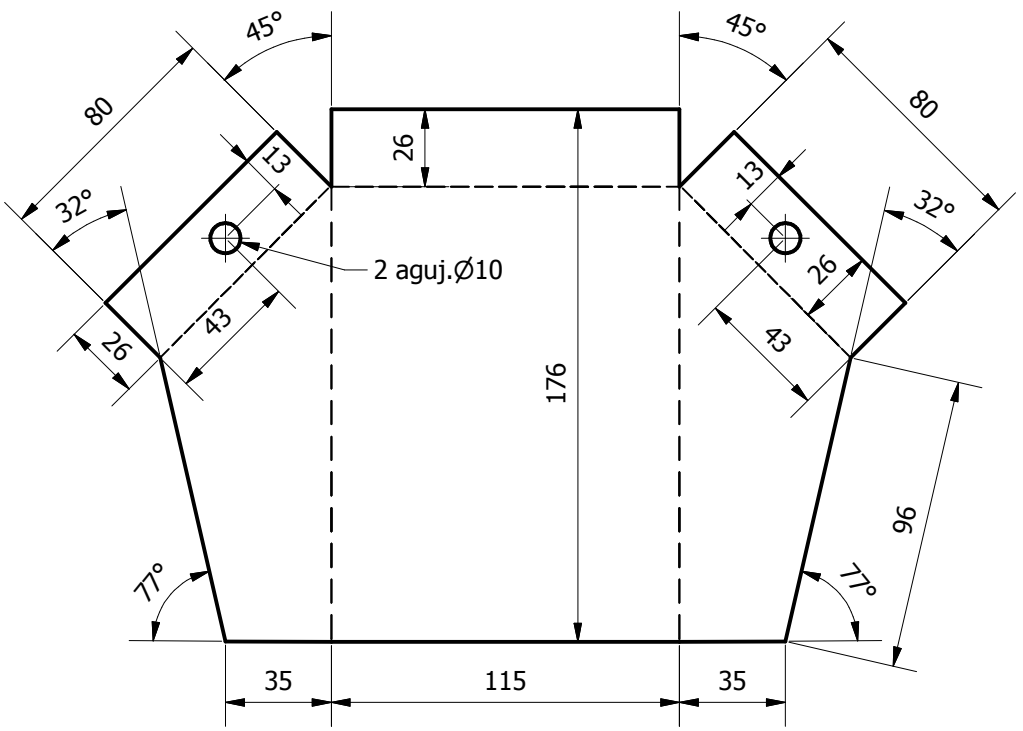
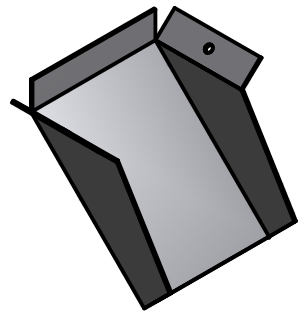
RECUBRIMIENTO:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA			
MATERIAL: Plancha Ac. Inox. 430 0.7MM	Fecha	Nombre	Recubrimiento	Escala: 1:10
	Dib. 01/01/2013	Jácome E.		
	Rev. 30/01/2013	Ing. Reinoso R.		
TOLERANCIA: +/- 0.5	Aprov. 30/01/2013	Ing. Reinoso R.	Nº Plano: 001-1200	



Escala: 1:5



Escala: 1:5



Nota:
El doblez se lo realizará en las líneas entrecortadas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

RECUBRIMIENTO:

MATERIAL:

Plancha Ac.
Inox. 304 1.5MM

TOLERANCIA:
+/- 0.5

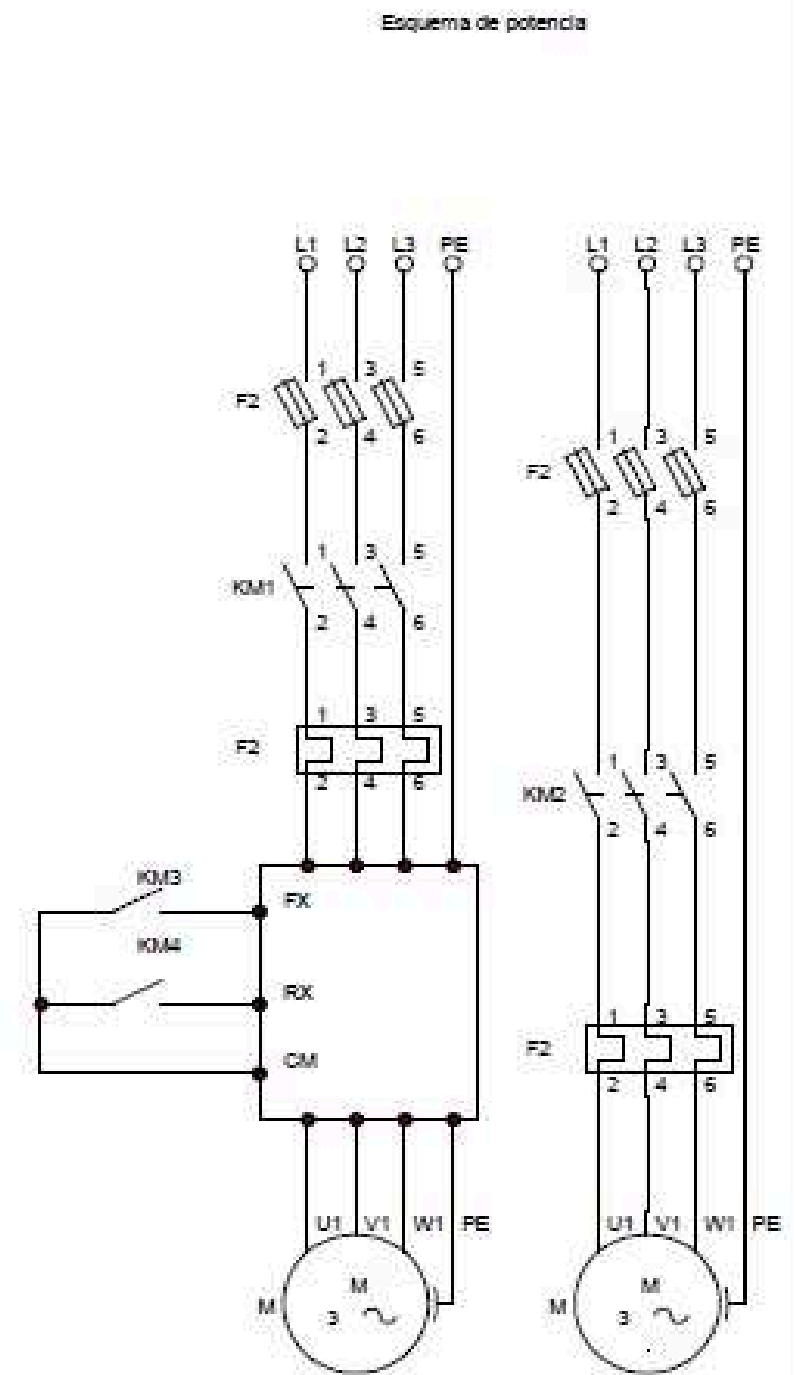
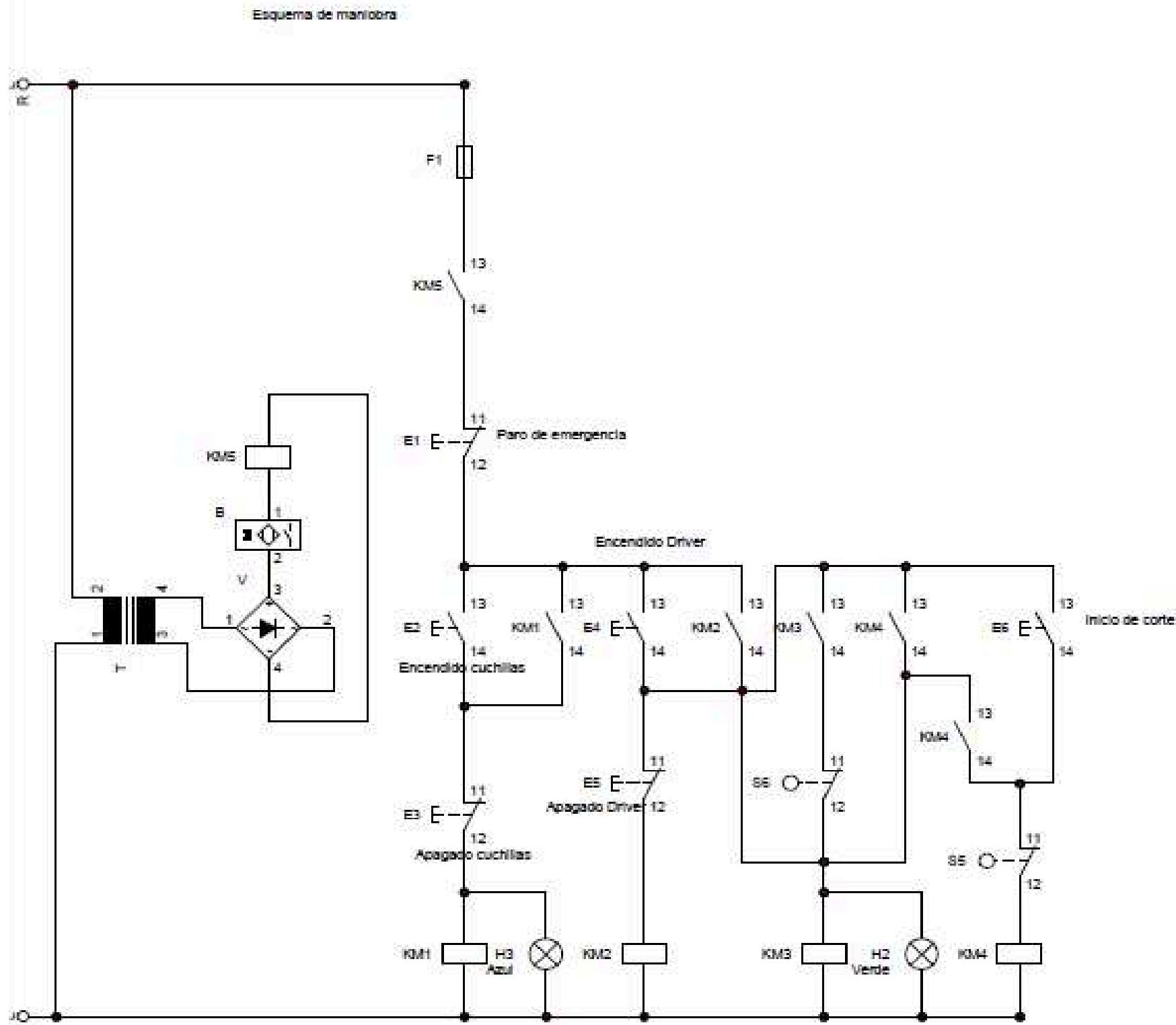
Fecha	Nombre
01/01/2013	Chicaiza W.
30/01/2013	Ing. Reinoso R.
30/01/2013	Ing. Reinoso R.

Rampa

No Plano: 001-1300

Escala:
1:2.5





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA			
	Fecha	Nombre	Escala:
Dib.	10/01/2021	Jérome Edison	Esquema Eléctrico
Rev.	10/01/2021	Ing. Reinoso R.	
Aprov.	10/01/2021	Ing. Reinoso R.	
N° Plano:		002	

ANEXO 16

MANUAL DE USUARIO

GRUPO DE INVESTIGACIÓN


PICADORA

MANUAL DEL USUARIO

Modelo: WJEP01CJ

Por favor, lea atentamente este manual antes de utilizar la máquina. Guárdelo para posible consulta.

CARACTERISTICAS DE LA MÁQUINA

 La máquina no funcionara con la tapa abierta. Si se abre la tapa durante el cortado la operación se detendrá por seguridad.

Control de avance y retroceso

- Finales de carrera un sistema sencillo de mando eléctrico controla el avance y efectúan el retroceso cuando haya iniciado o finalizado el corte.
- La tecnología del variador de frecuencia permite fijar la velocidad de avance del sistema de empuje.

CONTENIDOS


LEA ESTE MANUAL


En el usted encontrará consejos útiles de cómo usar y mantener apropiadamente la máquina.


Introducción	Información de seguridad Identificación de partes Información de cortes
Antes de comenzar el cortado	Preparación antes de comenzar el cortado Función de cada botón
Cortes	Secuencias y recomendaciones para el corte
Instalación	Instalación
Cuidado y mantenimiento	Limpieza y mantenimiento
Problemas	Problemas comunes en la máquina
Especificación	Especificación


INFORMACIÓN DE SEGURIDAD






Este manual está dividido en: Advertencia y precaución





 : Esta es una señal de advertencia especificando las aplicaciones del usuario que pueden ser peligrosas.

 : Esta es una señal especificando aplicaciones “Estrictamente prohibidas”

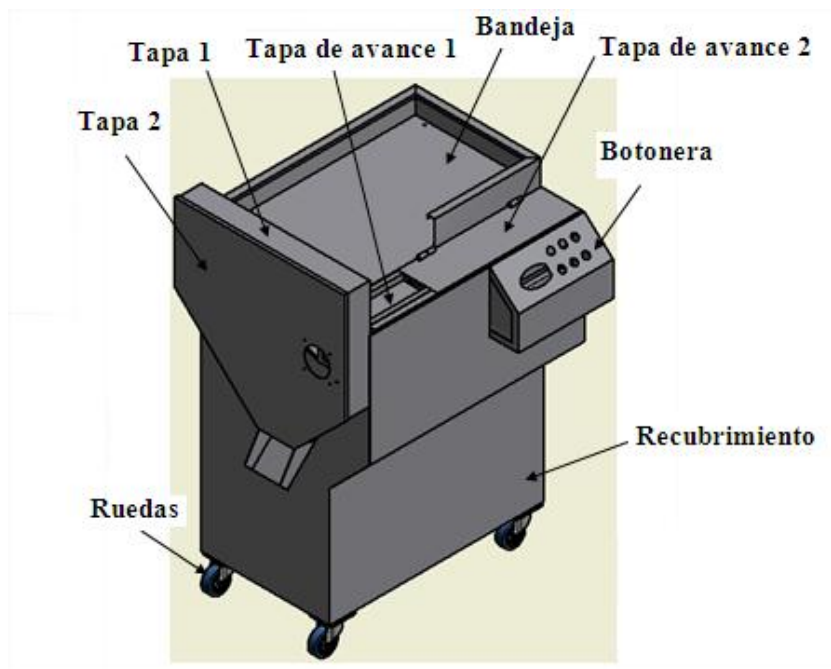
 Advertencia: El no llevar a cabo las instrucciones que han sido dadas puede resultar en graves lesiones físicas o muerte.

 Precaución: El no llevar a cabo las instrucciones que han sido dadas puede resultar en graves lesiones físicas o daños a la máquina.

Instalación apropiada	 Precaución
	<p>Para una apropiada instalación a tierra de la máquina siga los detalles de las instrucciones de instalación.</p> <p>Si no está apropiadamente instalado avería y fugas de electricidad pueden ocurrir, lo cual pueden ocasionar una descarga eléctrica.</p>
Área de corte	 Advertencia
	<p> No tocar el enchufe con las manos mojadas.</p> <p>Esto causara una descarga eléctrica.</p> <p> No debe poner su mano en el sistema de empuje mientras la maquina está operando.</p> <p>Existe cuchillas al final del sistema de empuje, por eso usted puede resultar lesionado.</p>
	 Precaución

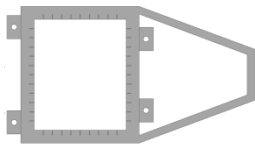
<p>Cuando use la máquina</p>	<p>Use la máquina solo para fines descritos en el manual de usuario.</p> <p>Para minimizar la posibilidad de choque eléctrico, desenchufe la máquina desde la toma de corriente para cortar el circuito eléctrico cuando proceda a limpiarla.</p> <p>Al abrir la tapa o al presionar el paro de emergencia la máquina no se detiene durante los primeros 30 segundos, proceda a desconectar la máquina.</p> <p>Llamar a un técnico, una máquina que gira con su puerta abierta o presionando el paro de emergencia puede causar lesiones.</p>
<p>Cuando no está en uso</p>	<p> Precaución</p> <p> No desarme los controles.</p> <p>Puede llevar a una descarga eléctrica.</p> <p> No alar el cordón de electricidad en un intento de desconectar el enchufe. Agarre firmemente el enchufe para desenchufar la máquina.</p> <p>El no observar estas instrucciones puede causar una descarga eléctrica o un incendio debido a un corto circuito.</p> <p> Cuando este limpiando, no aplique agua directamente a ninguna parte de la máquina.</p> <p>Esto causará un corto circuito y una descarga eléctrica.</p>

IDENTIFICACIÓN DE PARTES

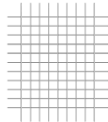


ACCESORIOS

PORTACUCHILLOS



CUCHILLO



DISCO DE AJUSTE DE LA CUCHILLA



TORNILLOS



INFORMACIÓN DE CORTES

La máquina puede efectuar dos tipos de corte según requiera el usuario.

Diferentes tipos de cortes

➤ **Cubos**

Utilice las cuchillas tipo rejilla y la transversal

➤ **Tiras**

Utilice las cuchillas tipo rejilla y remueva la cuchilla transversal

PREPARACIÓN ANTES DE EMPEZAR EL CORTADO

Clasificación: Para obtener un buen corte el producto debe ser fresco, en lo posible con pocos días de haber sido cosechado. Cuánto más tiempo haya sido cosechado y almacenado más difícil será el corte, en el caso de la cebolla procurar que su sección transversal sea lo más grande posible.

Pelado: Retire el material dañado o que desee que no sea picado.

Lavado: Lave los productos antes de ponerlos en la máquina

Colocación del alimento:

Procure introducir los alimentos y colocarlos de manera aceptable.

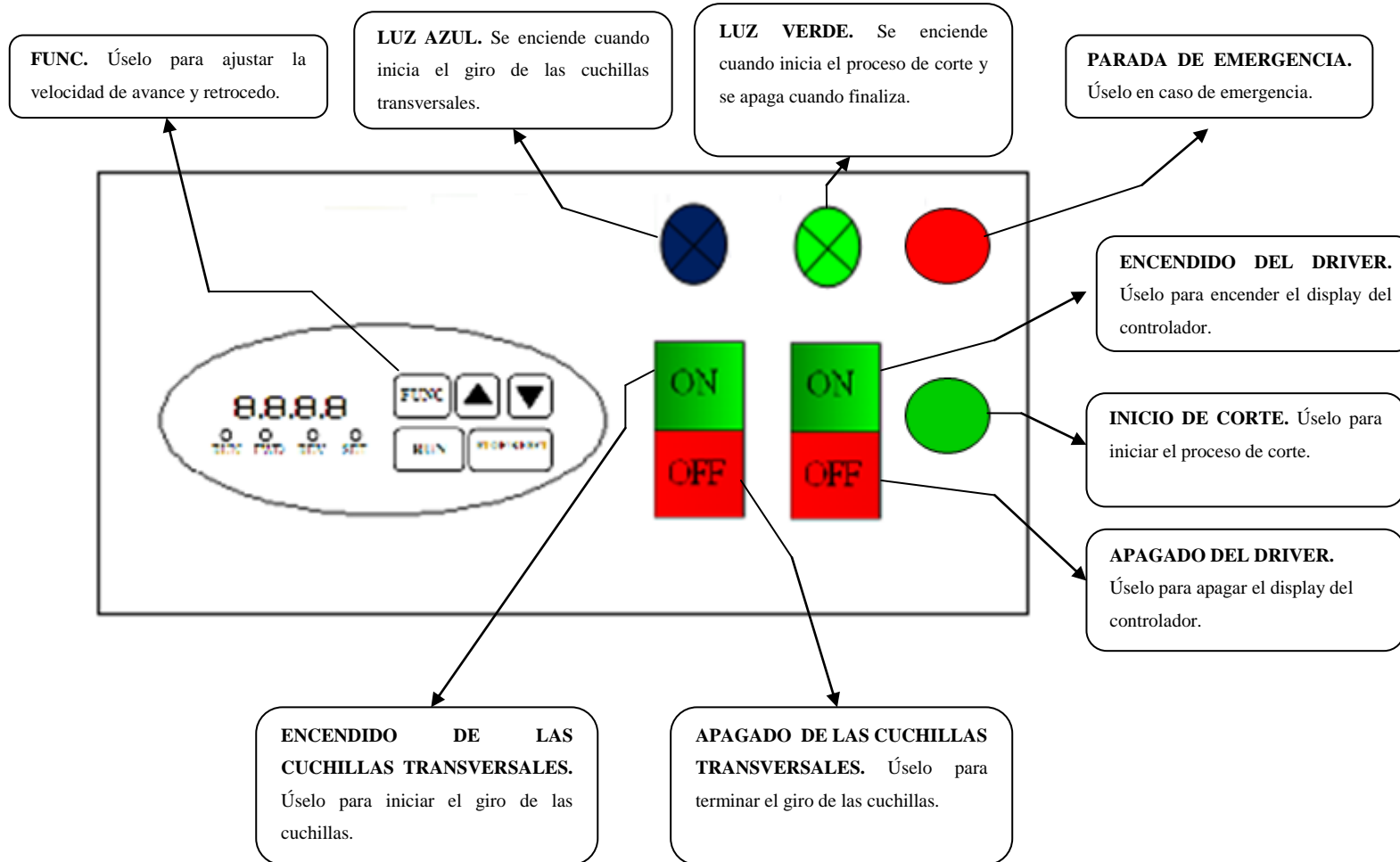
➤ **Cantidad de alimento**

Se recomienda picar de 2 en 2 para no tener problemas de atascamientos.

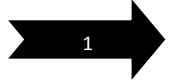






➤ **Tipo de alimento**





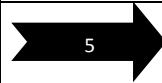

Coloque los alimentos únicamente para los cuales fue diseñado la máquina, por ejemplo la zanahoria, la cebolla larga, etc., si desea introducir otra clase de producto asegúrese que su constitución no sea demasiado robusta y fuerte ante el corte.

FUNCIÓN DE CADA BOTÓN



SECUENCIAS Y RECOMENDACIONES PARA EL CORTE

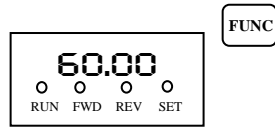
	Encender el driver	Encender las cuchillas transversales	Agregue el alimento a la máquina	Cierre la tapa	Ajuste de la velocidad	Presione inicio de corte	Finalización	Precaución & Nota
Zanahoria								Exceder la cantidad de alimento introducido puede causar atascamiento
					Se recomienda el ajuste en 30	Se enciende la luz verde	Cuando termina el corte se apaga la luz verde	

	Encender el driver	Agregue el alimento a la máquina	Cierre la tapa	Ajuste de la velocidad	Presione inicio de corte	Finalización	Precaución & Nota
Cebolla larga							Exceder la cantidad de alimento introducido puede causar atascamiento
				Se recomienda el ajuste en 40	Se enciende la luz verde	Cuando termina el corte se apaga la luz verde	

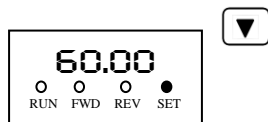
Nota:

Para aumentar o disminuir la velocidad debemos seguir la siguiente secuencia:

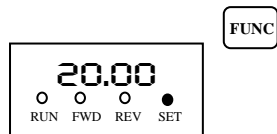
- a) Presionar FUNC en la pantalla.



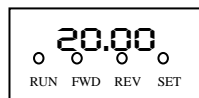
- b) Observar que el cursor este en SET, para poder manipular los valores que se requiere.



- c) Para finalizar presionar FUNC.

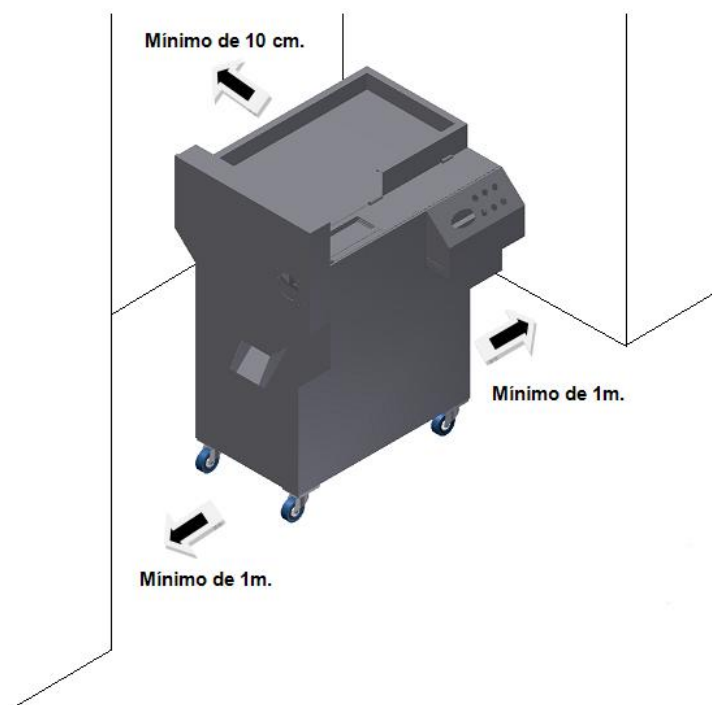


- d) Y listo.



Instalación

1. Ponga la máquina en una superficie plana y firme con el apropiado espacio:
 - Les sugerimos un espacio mínimo de un metro al lado derecho y a lado izquierdo de la máquina para una fácil instalación.
 - En cuanto a la parte posterior se sugiere un espacio mínimo de 10 cm.

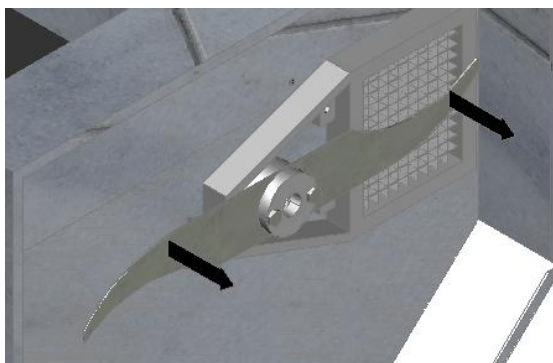


LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

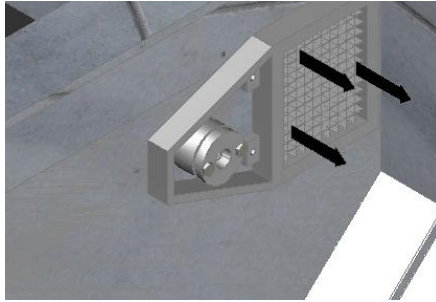
Cuando usted finalizó el corte.

- Siempre desenchufe la máquina desde el toma corriente cuando no la use
- Para limpiar los accesorios y partes de la máquina.

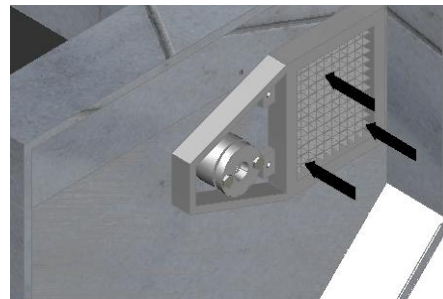
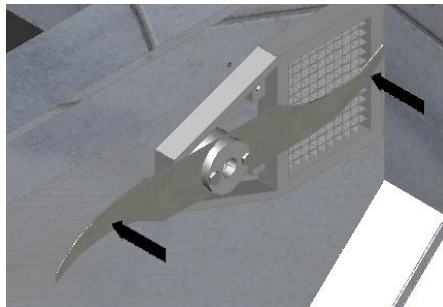
1. Remover las cuchillas.



2. Remover las cuchillas tipo rejilla



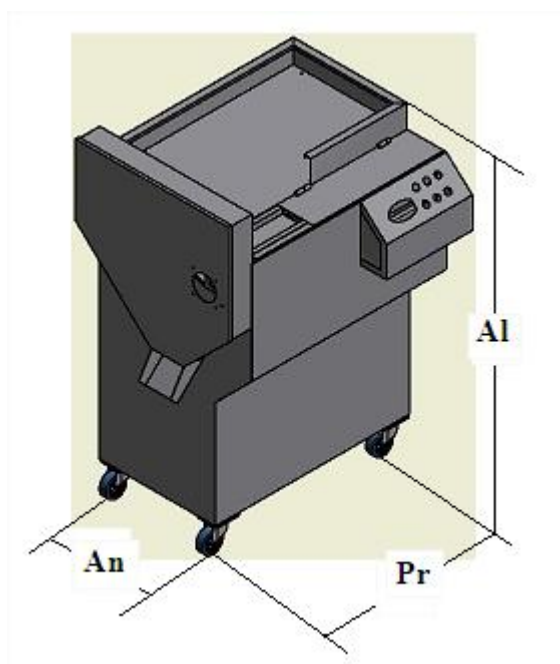
3. Introducir las en agua
4. Secarlas
5. Limpiar con un trapo húmedo
6. Colocar nuevamente o guardarlos.



Problemas	Causas posibles	Solución y medidas preventivas
El producto no es cortado	<p>El producto no es apto a ser cortado en la máquina</p> <p>El sistema de empuje no tiene la fuerza correcta</p>	<p>Retire el producto</p> <p>Verifique que la velocidad insertada sea la recomendada para el o los productos</p>

El sistema de empuje no se mueve	Demasiado producto en proceso de corte	Retirar unos cuantos productos para que esta pueda desplazarse normalmente
No se enciende la máquina	El pulsador de emergencia está en funcionamiento	Gire con cuidado el pulsador para que sea desactivado
	Los breaker están bajados	Ubique el breaker en la posición ON

ESPECIFICACIÓN




Modelo	WJEP01CJ
Voltaje	220 V
Frecuencia	60 Hz
Fases	3~
Potencia nominal	2150 W
RPM 1^{er} motor	1700 RPM
RPM 2^{do} motor	1680 RPM
Peso	200 Kg
Dimensiones	700 (ancho) x 700 (profundidad) x 1000 (altura) mm

MINCER OWNER'S MANUAL

Model: WJEP01CJ

Please read this manual carefully before operating the machine. Save it for possible consultation.

MACHINE FEATURES

 The machine will not operate with the lid open. If the lid is opened during cutting operation stops for safety.

Control of forward and reverse

- Limit switches control a simple electric controls the advance and retreat made when cutting started or ended.
- The frequency drives technology allows setting the speed of the push system.

CONTENTS


READ THIS MANUAL

Inside you will find many helpful hints on how to use and maintain the machine.


Introduction	Safety information Identification of parts Cut information
Before starting the cut	Preparation before cutting Function of each button
Cuts	Sequences and recommendations for cutting
Installation	Installation
Care and Maintenance	Cleaning and maintenance
Problems	Common problems in machine
Specification	Specification


SAFETY INFORMATION






This booklet is divided into: Warning and Caution





 : This is a warning sign specifying user's applications which might be dangerous.

 : This is a sign specifying "Strictly Forbidden" applications.

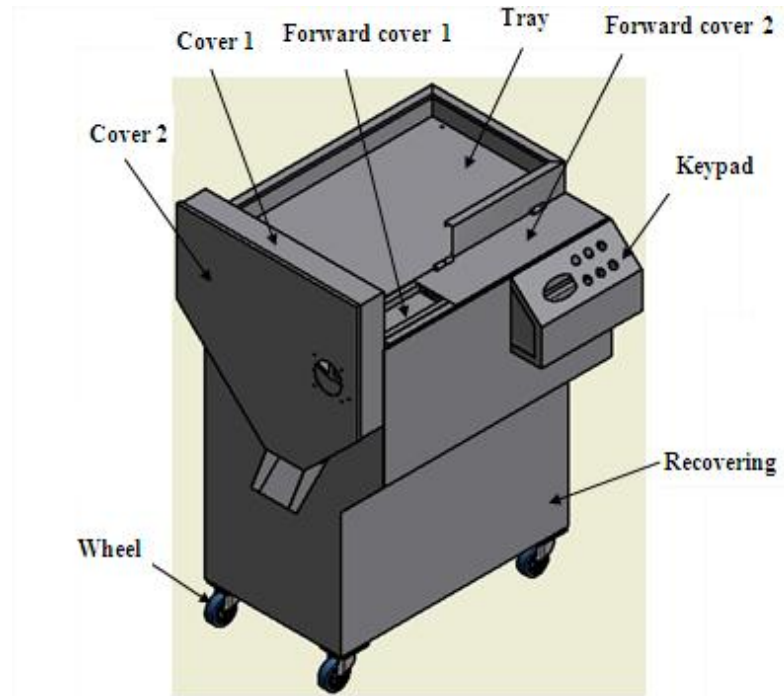
 : Warning: Failure to comply with the instructions under this sign may result in major physical injuries or death.

 : Caution: Failure to comply with the instructions under this sign may result in minor physical injuries or damages to the machine.

Proper installation	 Caution
	<p>For proper installation of the machine ground follow the details of the installation instructions.</p> <p>If not grounded properly break down and leakage of electricity may occur, which may cause electric shock.</p>
Cutting area	 Warning
	<p> Do not touch the power plug with wet hands.</p> <p>This will cause an electric shock.</p> <p> Do not put your hand on the thrust system while the machine is operating.</p> <p>There knives at the end of the drive system, so you can be injured.</p>
	 Caution

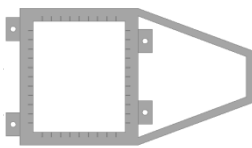
<p>When using the machine</p>	<p>Use the machine only for purposes described in the user manual.</p> <p>To minimize the possibility of electric shock, unplug the machine from the outlet to cut the electrical circuit when clean as necessary.</p> <p>When opening the lid or pressing the emergency stop the machine does not stop during the first 30 seconds, you disconnect the machine.</p> <p>Call a technician, a machine that rotates with open door or pressing the emergency stop may cause injury.</p>
<p>When not in use</p>	<p> Caution</p> <p> Do not tamper the controls. It may lead to electric shock.</p> <p> Do not yank the power cord in an attempt to disconnect the power plug. Securely hold the power plug to unplug the machine. Failure to observe these instructions may cause electric shock or fire due to a short circuit.</p> <p> When cleaning, do not apply water directly to any part of the machine. It will cause a short circuit and electric shock.</p>

IDENTIFICATION OF PARTS

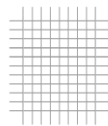


ACCESSORIES

KNIFE RESTS



KNIVES



ADJUSTING DISK KNIFE



SCREWS



CUT INFORMATION

The machine can make two types of cut as required by the user.

Different types of cuts

- Cubes

Use the grid-like knives and transverse

➤ Strips

Use the grid-like knives and remove the knife transversal

PREPARATION BEFORE THE CUT

Classification: To get a good cut the product must be fresh, if possible with a few days of being harvested. The longer you have been harvested and stored more difficult the cutting, in the case of onion ensure that its transversal section is as large as possible.

Peel: Remove damaged material or desired than chopped.

Washing: Wash the products before putting them in the machine.

Placement of food:

Avoid placing food in an acceptable manner and place.

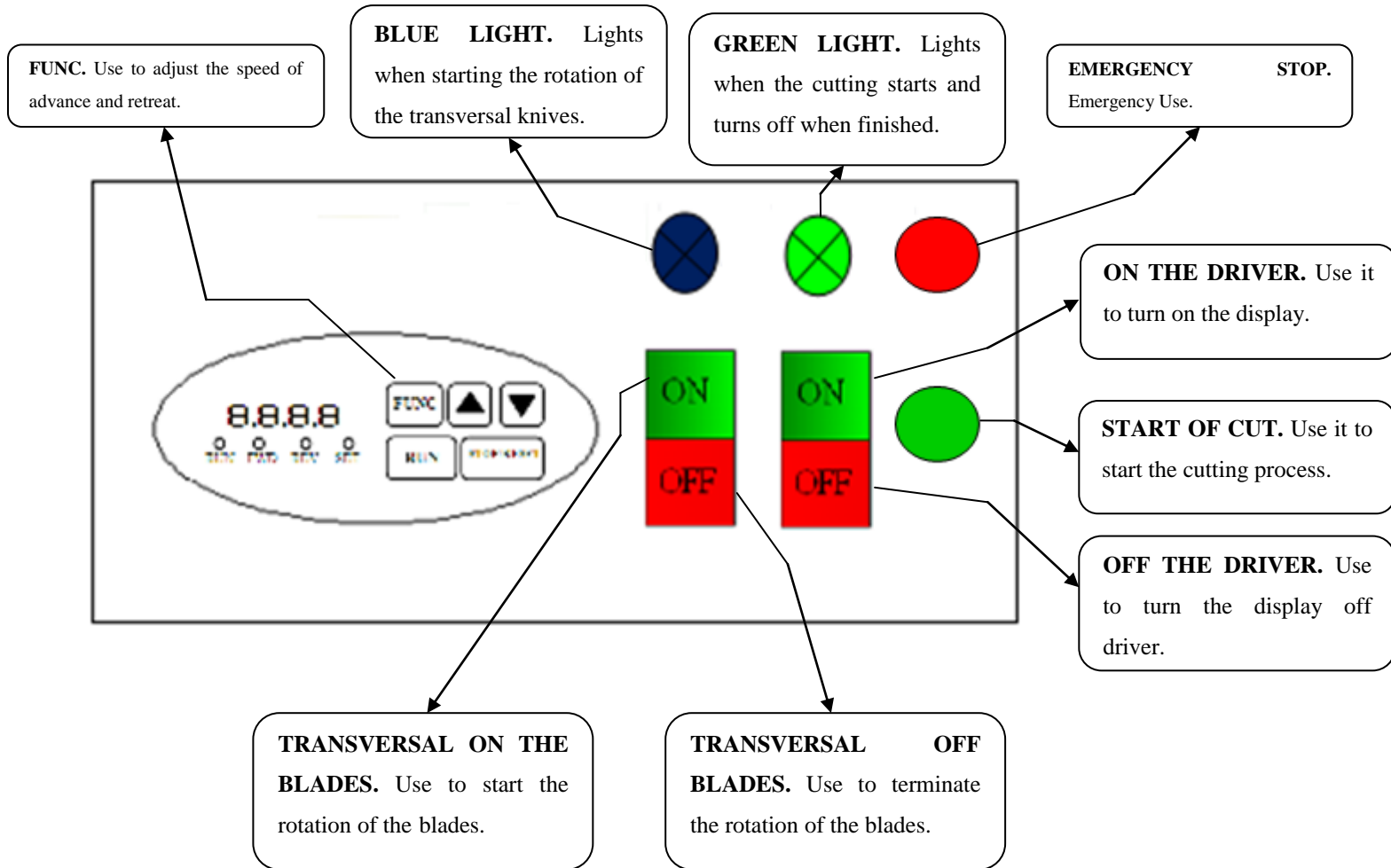
➤ **Amount of feed**

Recommended sting in pairs to avoid clogging problems






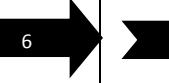
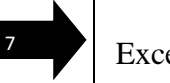
➤ **Type of food**

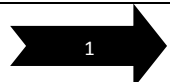

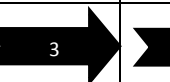
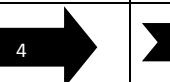
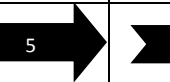
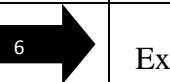
Place food which was only designed for the machine, such as carrots, green onions, etc., If you want introduce another kind of product make sure your not too robust constitution and strong before the court.

FUNCTION OF EACH BUTTON



SEQUENCES AND RECOMMENDATIONS FOR CUTTING

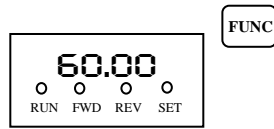
	Turn on the driver	Turn the blades cross	Add the feed to the machine	Close the cover	Speed Adjustment	Press start cutting	Ending	Caution &Note
Carrot								Exceed the amount of food stored and can cause clogging
					Adjustment is recommended in 30	Lamp is switched on Green	When finished cutting off the green light	

	Turn on the driver	Add the feed to the machine	Close the cover	Speed Adjustment	Presione inicio de corte	Ending	Caution &Note
Long onion							Exceder la cantidad de alimento introducido puede causar atascamiento
				Adjustment is recommended in 40	Lamp is switched on Green	When finished cutting off the green light	

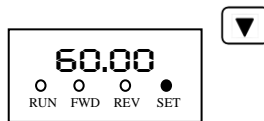
Note:

To increase or decrease the speed must follow the following sequence:

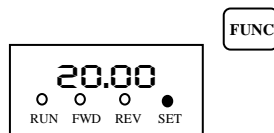
- a) Press FUNC on the screen.



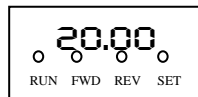
- b) Note that the cursor is in SET, to manipulate the values required.



- c) To end press FUNC.

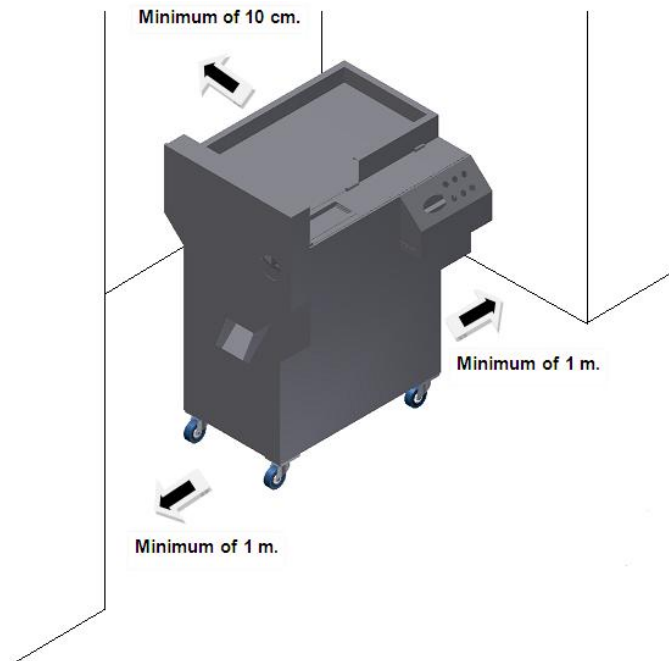


- d) And ready.



Installation

1. Put the machine on a firm, flat surface with the appropriate space.
 - We suggest a minimum of one meter on the right side and left side of the machine for easy installation.
 - On the back suggested a minimum of 10 cm.



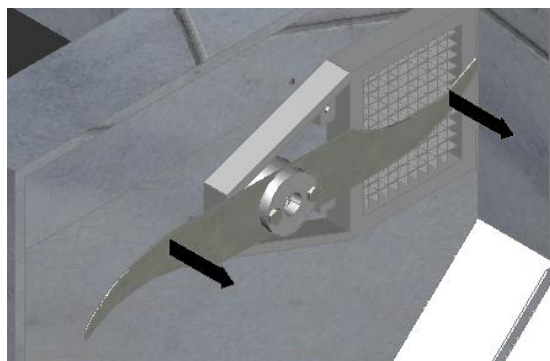
CLEANING AND MAINTENANCE

When you finished cutting.

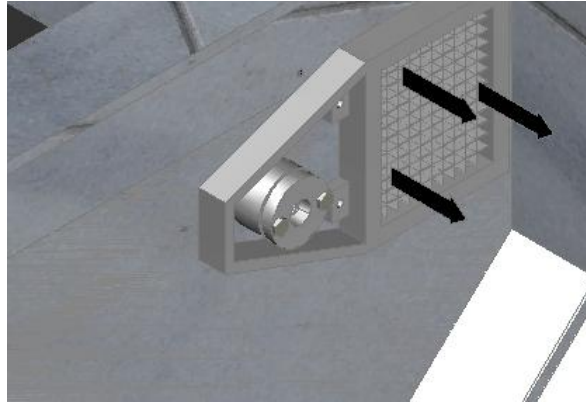
- Always unplug the machine from the outlet when not in use

To clean tools and machine parts.

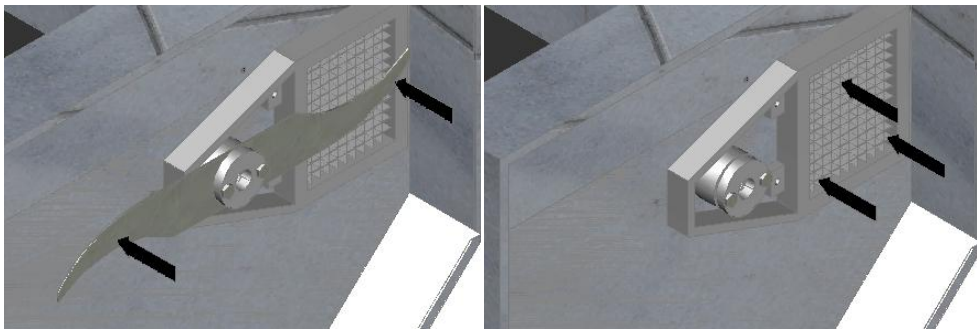
1. Remove the knives



2. Remove the knives without grill

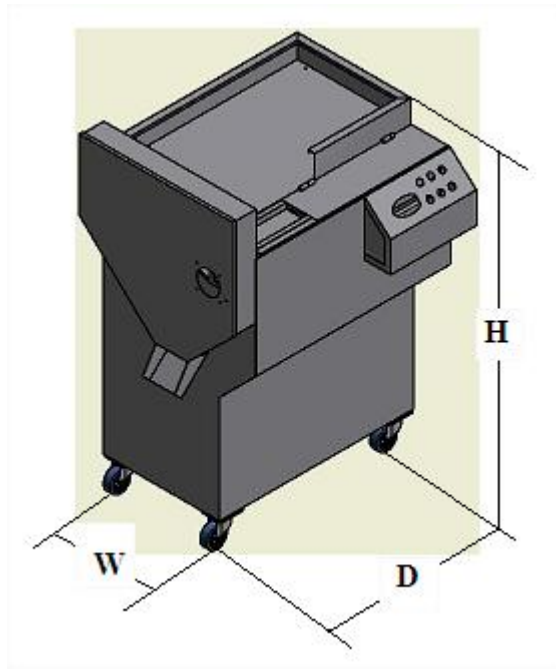


3. Introduce water
4. Dry
5. Clean with a damp cloth
6. Put back or save.



Problems	Possible causes	Solution and preventive measures
Product is not cut	The product is not intended to be cut in the machine	Remove the product
	The push system is not strong right	Verify inserted is the recommended speed for the product or products
The thrust system is not moving	Too much product being cut	Remove a few products so that it can move normally
Not turn machine	The emergency button is operational	Carefully turn the button to be deactivated
	The breaker is lowered	Locate the breaker in the ON position

SPECIFICATION



Model	WJEP01CJ
Voltage	220 V
Frequency	60 Hz
Phases	3~
Rated Power	2150 W
RPM 1^{er} motor	1700 RPM
RPM 2^{do} motor	1680 RPM
Weight	200 Kg
Dimensions	700 (W) x 700 (D) x 1000 (H) mm

ANEXO 17

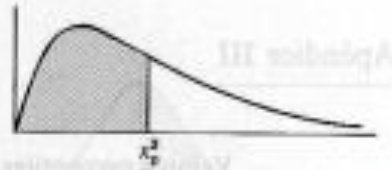
VALORES PERCENTILES CORRESPONDIENTES A LA DISTRIBUCIÓN JI CUADRADA CON V GRADOS DE LIBERTAD

SPIEGEL MURRAY R., ESTADÍSTICA

538 ESTADÍSTICA

Apéndice IV

Valores percentiles (χ^2_p) para la distribución ji-cuadrado con v grados de libertad (área en sombra = p)



v	$\chi^2_{.995}$	$\chi^2_{.99}$	$\chi^2_{.975}$	$\chi^2_{.95}$	$\chi^2_{.90}$	$\chi^2_{.85}$	$\chi^2_{.80}$	$\chi^2_{.75}$	$\chi^2_{.70}$	$\chi^2_{.65}$	$\chi^2_{.60}$	$\chi^2_{.55}$	$\chi^2_{.50}$
1	7.88	6.63	5.02	3.84	2.71	1.32	.455	.102	.0158	.0039	.0010	.0002	.0000
2	10.6	9.21	7.38	5.99	4.61	2.77	1.39	.575	.211	.103	.0506	.0201	.0100
3	12.8	11.3	9.35	7.81	6.25	4.11	2.37	1.21	.584	.352	.216	.115	.072
4	14.9	13.3	11.1	9.49	7.78	5.39	3.36	1.92	1.06	.711	.484	.297	.207
5	16.7	15.1	12.8	11.1	9.24	6.63	4.35	2.67	1.61	1.15	.831	.554	.412
6	18.5	16.8	14.4	12.6	10.6	7.84	5.35	3.45	2.20	1.64	1.24	.872	.676
7	20.3	18.5	16.0	14.1	12.0	9.04	6.35	4.25	2.83	2.17	1.69	1.24	.989
8	22.0	20.1	17.5	15.5	13.4	10.2	7.34	5.07	3.49	2.73	2.18	1.65	1.34
9	23.6	21.7	19.0	16.9	14.7	11.4	8.34	5.90	4.17	3.33	2.70	2.09	1.73
10	25.2	23.2	20.5	18.3	16.0	12.5	9.34	6.74	4.87	3.94	3.25	2.56	2.16
11	26.8	24.7	21.9	19.7	17.3	13.7	10.3	7.58	5.58	4.57	3.82	3.05	2.60
12	28.3	26.2	23.3	21.0	18.5	14.8	11.3	8.44	6.30	5.23	4.40	3.57	3.07
13	29.8	27.7	24.7	22.4	19.8	16.0	12.3	9.30	7.04	5.89	5.01	4.11	3.57
14	31.3	29.1	26.1	23.7	21.1	17.1	13.3	10.2	7.79	6.57	5.63	4.66	4.07
15	32.8	30.6	27.5	25.0	22.3	18.2	14.3	11.0	8.55	7.26	6.26	5.23	4.60
16	34.3	32.0	28.8	26.3	23.5	19.4	15.3	11.9	9.31	7.96	6.91	5.81	5.14
17	35.7	33.4	30.2	27.6	24.8	20.5	16.3	12.8	10.1	8.67	7.56	6.41	5.70
18	37.2	34.8	31.5	28.9	26.0	21.6	17.3	13.7	10.9	9.39	8.23	7.01	6.26
19	38.6	36.2	32.9	30.1	27.2	22.7	18.3	14.6	11.7	10.1	8.91	7.63	6.84
20	40.0	37.6	34.2	31.4	28.4	23.8	19.3	15.5	12.4	10.9	9.59	8.26	7.43
21	41.4	38.9	35.5	32.7	29.6	24.9	20.3	16.3	13.2	11.6	10.3	8.90	8.03
22	42.8	40.3	36.8	33.9	30.8	26.0	21.3	17.2	14.0	12.3	11.0	9.54	8.64
23	44.2	41.6	38.1	35.2	32.0	27.1	22.3	18.1	14.8	13.1	11.7	10.2	9.26
24	45.6	43.0	39.4	36.4	33.2	28.2	23.3	19.0	15.7	13.8	12.4	10.9	9.89
25	46.9	44.3	40.6	37.7	34.4	29.3	24.3	19.9	16.5	14.6	13.1	11.5	10.5
26	48.3	45.6	41.9	38.9	35.6	30.4	25.3	20.8	17.3	15.4	13.8	12.2	11.2
27	49.6	47.0	43.2	40.1	36.7	31.5	26.3	21.7	18.1	16.2	14.6	12.9	11.8
28	51.0	48.3	44.5	41.3	37.9	32.6	27.3	22.7	18.9	16.9	15.3	13.6	12.5
29	52.3	49.6	45.7	42.6	39.1	33.7	28.3	23.6	19.8	17.7	16.0	14.3	13.1
30	53.7	50.9	47.0	43.8	40.3	34.8	29.3	24.5	20.6	18.5	16.8	15.0	13.8
40	66.8	63.7	59.3	55.8	51.8	45.6	39.3	33.7	29.1	26.5	24.4	22.2	20.7
50	79.5	76.2	71.4	67.5	63.2	56.3	49.3	42.9	37.7	34.8	32.4	29.7	28.0
60	92.0	88.4	83.3	79.1	74.4	67.0	59.3	52.3	46.5	43.2	40.5	37.5	35.5
70	104.2	100.4	95.0	90.5	85.5	77.6	69.3	61.7	55.3	51.7	48.8	45.4	43.3
80	116.3	112.3	106.6	101.9	96.6	88.1	79.3	71.1	64.3	60.4	57.2	53.5	51.2
90	128.3	124.1	118.1	113.1	107.6	98.6	89.3	80.6	73.3	69.1	65.6	61.8	59.2
100	140.2	135.8	129.6	124.3	118.5	109.1	99.3	90.1	82.4	77.9	74.2	70.1	67.3

Fuente: Catherine M. Thompson, *Table of percentage points of the χ^2 distribution*, Biometrika, Vol. 32 (1941), con autorización del autor y del editor.

GLOSARIO

A

Acero: Aleación de hierro con una cantidad variable de carbono.

Ángulo de contacto: Ángulo subtendido en el centro de una polea desde los extremos de la periferia que se halla en contacto con la banda sujeta a la polea.

ASTM: Sociedad Estadounidense para Pruebas de Materiales.(American Society for Testing and Materials).

AWG: Norma americana del calibre de conductores. (American Wire Gauge).

AISI: Es una norma para la clasificación de aceros y aleaciones de materiales no ferrosos.Instituto Americano del Hierro y del Acero. (American Iron and Steel Institute).

B

Banda: Es un objeto utilizado en la transmisión de potencia de una flecha a otra, constituida en un material flexible.

Bastidor: Es aquel que soporta el peso de todos los elementos que conforman la maquina y a la vez soportar las condiciones de operación.

C

Chumacera: Es una pieza metálica en la que descansa y gira cualquier eje.

Cuñero: Es una ranura que se le hace a un eje para alojar a una cuña.

D

Dureza: Es la oposición que ofrece los materiales a alteraciones como la penetración, el rayado, etc.

E

Eje: Es un elemento destinado a girar y transmitir movimiento a un conjunto de piezas que integran la máquina.

F

Fatiga: Es un fenómeno por el cual se produce la rotura de los materiales por cargas repetitivas.

Flexión: Curvatura que se produce en un elemento como una viga al estar sometido a una carga.

Fresadora: Máquina que permite el arranque de viruta de materiales a través del movimiento de una herramienta rotativa.

Fuerza: Magnitud física que mide la intensidad del intercambio lineal.

L

Lubricación: Es la técnica empleada para reducir el rozamiento entre dos superficies que se encuentran próximas.

M

Mantenimiento: Cuidado que se le proporciona a una máquina para que este en óptimo funcionamiento.

Máquina: Es un conjunto de elementos móviles que permiten transmitir movimiento para realizar un trabajo.

Mecanismo: Conjunto de piezas adaptadas para conformar una maquina.

Momento: Es el producto de la fuerza aplicada a un elemento por su distancia.

Motor: Es la maquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

O

Oxidación: Reacción química donde un metal cede electrones por lo tanto aumenta su estado de oxidación.

P

Perno: Es una pieza metálica de sección constante y cilíndrica destinada a la unión de piezas.

Polea: Dispositivo mecánico de tracción que sirve para transmitir una fuerza.

R

Radial: Perteneciente o relativo al eje; ejemplo fuerza radial.

Rigidez: Es la capacidad de una material para soportar esfuerzos sin deformarse.

Rodamiento: Elemento que soporta a un eje, permitiendo su rotación constante y sin mucha fricción.

S

Soldadura: Es un proceso en el cual se realiza la unión de dos materiales.

T

Torsión: Es la deformación que se produce en un eje cuando existen fuerzas que tienden a girar una parte respecto a la otra.

V

Vibración: Movimiento repetitivo de un objeto.

BIBLIOGRAFÍA

Citada:

BUDYNAS y NISBETT, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley; pág. 4; 2008.

GAVILANES, Marcelo, REA, Carlos. “Diseño de Equipos para el Procesamiento de la Papa China”, de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador, pág. 94, 2009.

IBUJÉS, Willian, MASAPANTA Diego. “Diseño, Construcción y funcionamiento de un prototipo de una máquina procesadora de material orgánico, con 2Hp de potencia, para obtener una tonelada de producción diaria”, Trabajo titulación (Ingeniero en Electromecánica). Latacunga – Ecuador, Universidad Técnica de Cotopaxi, págs. 28,48-51, 2010.

JUVINALL, Fundamentos de diseño para ingeniería mecánica; pág. 585; 1991

LARBURU, Máquinas prontuario; pág. 443; 2001.

LEWIS, Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado; pág.136.

MABIE, Mecanismos y dinámica de maquinaria; pág. 21; 2004.

MOTT, Diseño de elementos de máquinas; págs. 570, 776; 1996.

NORTON, Diseño de máquinas; pág. 3; 1999.

SPOTTS y SHOUP, Elementos de máquinas; págs. 326, 376; 1999.

Consultada:

ALVARADO, JUAN DE DIOS; AGUILERA, JOSÉ MIGUEL, Editorial ACRIBIA, S.A. ZARAGOZA ESPAÑA, 2001, ISBN 84-2000-0939-3.

FELLOWS, PETER; Tecnología del procesado de los alimentos; Editorial ACRIBI, S.A. ZARAGOZA ESPAÑA, 1194, ISBN 84-200-0748-X.

HIBBELER, R. C., Mecánica de materiales, tercera edición, PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA S. A., México, 1998, ISBN 970-17-0121-6.

LARBURU ARRIZA BALAGA, NICOLÁS, Máquinas prontuario, 13ra Edición, EDICIONES PARANINFO S.A., España, 2001, ISBN 84-283-1968-5.

MOTT, ROBERT L., Diseño de elementos de máquinas, 4 ED., Prentice Hall México, 2006, ISBN 970-26-0812-0.

NORTON, Robert L., Diseño de máquinas, 0ª, Pearson - México, 1999, ISBN 9701702573.

ROQUE CALERO PEREZ Y JOSE ANTONIO CARTA GONZALES, Fundamentos de mecanismos y de maquinas para ingenieros, 1 ED., MCGRAW HILL, 1998, ISBN: 978-84-481-2099-3 EAN: 9788448120993.

SPIEGEL, MURRAY R., Estadística, Segunda edición, Mc Graw Hill Shaum, España S.A., 1991, ISBN 0-07-060234-4; ISBN 84-7615-562-X

SPOTTS, M.F.; SHOUP, T.E., Elementos de máquinas, 7ª. ed., Prentice Hall Hispanoamericana, S. A., México, 1999, ISBN 970-17-0252-2.

ELECTRÓNICA

Citada:

BERMÚNEZ, Gustavo, Caracterización física química y funcional de las diferentes variedades de cebolla de rama (*Allium fistulosum* L.), [en línea], 2009. [Consultado: 19/06/2012]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5326/1/38001_1.pdf

Cadenas, [en línea], [Consultado: 09/01/2013]. Disponible en: <http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema07.pdf>.

Electrónica industrial, Variador de frecuencia, [en línea], [Consultado: 12/06/2012]. Disponible en: <http://www.electronicaindustrial.cl/menuvariador.html>

Índices de Cosecha, [en línea]. [Consultado: 12/05/2012]. Disponible en: <http://poscoindicesdecosecha.blogspot.com/>

MOSQUERA, Tibaitatá , La cebolla de rama (*alliumfistulosum*) y su cultivo, [en línea], Agosto de 2004. [Consultado: 19/06/2012]. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/LacebolladeramaAlliumfistulosumysucultivo.pdf>

PÉREZ Roberti, E. Daniel, La Operación Unitaria Reducción de Tamaño, [en línea]. [Consultado: 12/05/2012]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos55/analisis-volumetrico/analisis-volumetrico.shtml>

Recetas-saludables.com, La banana: Una maravillosa fruta nutritiva y curativa, [en línea]. [Consultado: 19/06/2012]. Disponible en: http://www.recetas-saludables.com/Art_platano.html

SILVA, Carolina, Manejo postcosecha de la frutilla para obtención de pulpa, [en línea], 2011, 01/03/2011. [Consultado: 19/06/2012]. Disponible en: http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=6372:manejo-postcosecha-de-la-frutilla-para-obtencion-de-pulpa&catid=47:articulos-tecnicos&Itemid=34

VASCO V, Determinación de parámetros físicos – químicos de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) como base para el establecimiento de la norma de requisitos, [en línea], 2008. [Consultado: 19/06/2012]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/204/1/56T00176.pdf>.

WordReference.com, Diccionario de la lengua española, Banana, [en línea].
[Consultado: 19/06/2012]. Disponible en:
<http://www.wordreference.com/definicion/banana>

Consultada:

Acero para Cuchillos, [en línea]. [Consultado: 23/06/2012]. Disponible en:
<http://www.suministrosparacuchillos.com/acero-para-cuchillos.php>

Aceros inoxidables, [en línea]. [Consultado: 21/06/2012]. Disponible en:
http://www.utp.edu.co/~publio17/ac_inox.htm

BERMÚNEZ, Gustavo, Caracterización física química y funcional de las diferentes variedades de cebolla de rama (*Allium fistulosum* L.), [en línea], 2009.
[Consultado: 19/06/2012]. Disponible en:
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5326/1/38001_1.pdf

Cadenas, [en línea], [Consultado: 09/01/2013]. Disponible en:
<http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema07.pdf>.

CASTANEDA Martin, Diseño higiénico del equipo de procesado de alimentos,
[en línea]. [Consultado: 18/06/2012]. Disponible en:
<http://www.analesranf.com/index.php/mono/article/view/1114/1131>

Correas, [en línea]. [Consultado: 09/01/2013]. Disponible en:
<http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema05.pdf>

Lifasa Internacional Capacitors, Variador de velocidad para motores C.A., [en
línea], [Consultado: 10/01/2013]. Disponible en:
<http://www.sequinca.net/LGIS/Lg%20drivers/IFASA/IG.pdf>

link-belt. Tecnología de cadenas de rodillos, [en línea]. [Consultado: 22/06/2012].
Disponible en:
http://www.rexnord.eu/fileadmin/Link_Belt_EU/docs/LinkBelt_SP.pdf

Manejo poscosecha de plátano, [en línea], Enero 2006. [Consultado: 19/06/2012].
Disponible en:
http://www.fintrac.com/docs/RED/USAID_RED_Poscosecha_Platano_01_06.pdf

Metalmecánica Montaje de poleas y correas en V, [en línea]. [Consultado: 18/06/2012].
Disponible en:
http://issuu.com/cavd/docs/montaje_de_poleas_y_correas_en_v

Motores eléctricos, [en línea]. [Consultado: 18/06/2012]. Disponible en:
<http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf>

Motores eléctricos, [en línea]. [Consultado: 18/06/2012]. Disponible en:
http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/electro/motores_electricos.pdf

PÉREZ Roberti, E. Daniel, La Operación Unitaria Reducción de Tamaño, [en línea]. [Consultado: 12/05/2012]. Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos55/analisis-volumetrico/analisis-volumetrico.shtml>

SILVA, Carolina, Manejo poscosecha de la frutilla para obtención de pulpa, [en línea], 2011, 01/03/2011. [Consultado: 19/06/2012]. Disponible en:
http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=6372:manejo-poscosecha-de-la-frutilla-para-obtencion-de-pulpa&catid=47:articulos-tecnicos&Itemid=34

SKF. Ruedas dentadas SKF – el montaje perfecto para la transmisión por cadena, [en línea]. [Consultado: 10/01/2013]. Disponible en:
http://www.skflam.com/LAM/enews/enlace_4-10/es/sprockets.html

Soldadura manual por arco eléctrico SMAW (Electrodo revestido), [en línea]. [Consultado: 23/06/2012]. Disponible en:
<http://soldadurasmaw.blogspot.com/2008/09/soldadura-manual-por-arco-electrico.html>

Soldadura Tig, [en línea]. [Consultado: 16/06/2012]. Disponible en:
<http://www.arqhys.com/contenidos/soldadura-tig.html>

SUMITEC Suministros técnicos .S.A., Acero inoxidable, [en línea]. [Consultado:
23/06/2012]. Disponible en:
<http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20304.pdf>

SUMITEC Suministros técnicos .S.A., Acero inoxidable, [en línea]. [Consultado:
23/06/2012]. Disponible en:
<http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20430.pdf>

Transmisión del movimiento, [en línea]. [Consultado: 18/06/2012]. Disponible en:
<http://juliocorrea.files.wordpress.com/2007/09/transmision-de-movimientos.pdf>

http://es.urschel.com/fffd2144f4_sites/es.urschel.com/files/Qpg1_eshtcbk.pdf

http://idre-sa.com/hosting/idre/catalogos/cmb/pdf/CMB_chumaceras.pdf

http://ultrasourceusa.com/product_pdfs/Dicer-Slicer_SR-1___SR-1_Turbo.pdf

<http://www2.ing.puc.cl/~icm2312/apuntes/correas/seccion.html>

<http://www.aimdigital.com.ar/suples/2009/11/hortalizas.jpg>

[http://www.alimentacion-sana.com.ar/Portal%20nuevo/imagenesplanillas/original
es/frutas.gif](http://www.alimentacion-sana.com.ar/Portal%20nuevo/imagenesplanillas/original
es/frutas.gif)

[http://www.maquinariamimsa.com.mx/Productos/ProcesoAlimentos/Cubicadora/
Cubicadora.pdf](http://www.maquinariamimsa.com.mx/Productos/ProcesoAlimentos/Cubicadora/
Cubicadora.pdf)

[http://www.schneider-electric.com.ar/documents/recursos/myce/capitulo04_190
7.pdf](http://www.schneider-electric.com.ar/documents/recursos/myce/capitulo04_190
7.pdf)