



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN MECATRÓNICA**

TEMA:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA LAMINADORA DE MASA
DE GRANOLA PARA LA EMPRESA INDUSTRIAL PRODUCTOS EL
CHINITO S.C.C.**

Autor: Catherin Victoria Bayetero Andrade

Director: Ing. Zamir Mera

IBARRA – ECUADOR

2015



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004201602		
APELLIDOS Y NOMBRES:	BAYETERO ANDRADE CATHERIN VICTORIA		
DIRECCIÓN:	ATUNTAQUI - BOLIVAR Y LA CANDELARIA		
EMAIL:	catherin_vic@hotmail.es		
TELÉFONO FIJO:	062-908-073	TELÉFONO MOVIL:	0993302050

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA LAMINADORA DE MASA DE GRANOLA PARA LA EMPRESA INDUSTRIAL PRODUCTOS EL CHINITO
AUTOR:	CATHERIN VICTORIA BAYETERO ANDRADE
FECHA:	

PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA EN MECATRÓNICA
ASESOR / DIRECTOR:	ING. ZAMIR MERA

Firma: _____

Nombre: Catherin Victoria Bayetero Andrade

Cédula: 1004201602

Ibarra, Febrero 2015

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Catherin Victoria Bayetero Andrade con cédula de identidad Nro. 1004201602, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Firma: _____



Nombre: Catherin Victoria Bayetero Andrade

Cédula: 1004201602

Ibarra, 26 de febrero del 2014




UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Catherin Victoria Bayetero Andrade, con Cédula de identidad Nro. 1004201602, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad intelectual del Ecuador, artículos 4, 5,6, en calidad de autora del trabajo de grado denominado: Diseño e implementación de una máquina laminadora de masa de granola para la empresa industrial Productos el Chinito, que ha sido desarrollada para optar por el título de: Ingeniera en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma: 

Nombre: Catherin Victoria Bayetero Andrade

Cédula: 1004201602

Ibarra, 26 de febrero del 2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL ASCESOR

CERTIFICO QUE:

Que la Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera en Mecatrónica con el tema **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA LAMINADORA DE MASA DE GRANOLA PARA LA EMPRESA INDUSTRIAL PRODUCTOS EL CHINITO**, ha sido desarrollada y terminada en su totalidad por la Srta. Catherin Victoria Bayetero Andrade, con cédula de identidad: 1004201602, bajo mi supervisión para lo cual firmo en constancia.

Atentamente

Ing. Zamir Mera

DIRECTOR DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CONSTANCIAS

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

Ibarra, 26 de febrero del 2014

LA AUTORA:

Catherin Victoria Bayetero Andrade

1004201602



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios quien ha guiado mi camino y me ha permitido llegar con salud a cumplir mis metas. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible y que no es necesario tener todo en la vida si se cuenta con cariño y amor por las personas que se encuentran a nuestro alrededor. A mi padre que con su ejemplo me enseñó a jamás rendirme y a pensar que puedo realizar todo lo que me proponga a pesar de los obstáculos. A mis hermanas que siempre estuvieron conmigo en las tristezas y alegrías dándome ánimo y acompañándome en mis desvelos. A mis Ingenieros, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional y finalmente a mis amigos que estuvieron conmigo en las buenas y en las malas en el transcurso de esta etapa.

Catherin Victoria Bayetero Andrade



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios que me dio la fuerza y el valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también a mi madre que a pesar de todos mis defectos nunca me dejó sola y me brindó su amor y cariño celebrando mis triunfos y corrigiendo mis errores, gracias por aguantarme y perdón por hacer que derrames tantas lágrimas por mi culpa.

A mi padre que a pesar de todo siempre estuvo conmigo cuando tenía dudas, gracias por creer en mí y siempre enseñarme a no rendirme ante nada ni nadie, por demostrarme que tan importante soy para ti y por todo el cariño que a tu forma me brindaste.

A mis hermanas que entre peleas y risas me demostraron cuán importante soy para ustedes, son la razón de mi vida y por ustedes es que soy mejor cada día para que jamás se sientan defraudadas a causa mía, las amo con el alma, también agradezco a mi Ingeniero Zamir Mera por haberme instruido con sus conocimientos, por su buen asesoramiento en el transcurso del desarrollo de esta tesis y por el apoyo incondicional que me brindó académicamente como moralmente para poder culminar exitosamente la misma.

Y finalmente a mis amigos gracias por sus consejos y por siempre estar a mi lado a pesar del carácter que tengo.

Catherin Victoria Bayetero Andrade

RESUMEN

El presente proyecto de titulación surge a consecuencia de que el proceso de elaboración de barras de granola de la empresa Industrial “Productos el Chinito S.C.C” es ineficiente creando una capacidad de producción baja a la necesaria en el mercado.

Por los aspectos mencionados se decide diseñar y construir una máquina laminadora de granola la cual producirá grandes beneficios dentro del proceso de elaboración de granola, aumentando la eficiencia de manera sustentable.

En el primer capítulo se realizara una breve descripción de los problemas de la empresa Industrial “Productos el Chinito S.C.C” y porque se decidió realizar el presente proyecto.

En el segundo capítulo se establecen las especificaciones técnicas, los diferentes procesos y formas de realizar la masa de granola además de los elementos necesarios en la construcción de la máquina.

En el tercer capítulo se detalla el diseño de las partes mecánicas a construirse y la selección de los diferentes elementos necesarios para la poner en funcionamiento la maquina laminadora de masa, considerando las características que deben poseer cada uno de ellos, en lo referente a materiales y dimensiones.

Finalmente en el cuarto capítulo se observa cómo se fue desarrollando la construcción de la máquina, además de las diferentes pruebas realizadas y el análisis de los resultados obtenidos a través de pruebas de campo concluyendo con las respectivas conclusiones extraídas a lo largo de la realización del proyecto y las debidas recomendaciones.

ABSTRACT

This titling project arises as a result of the process of making granola bars Industrial Company "Productos el Chinito SCC" is inefficient creating a low production capacity needed in the market.

For these aspects it is decided to design and build a laminating machine granola which yield dividends in the process of making granola, increasing efficiency sustainably.

In the first chapter a brief description of the problems of Industrial Company "Productos el Chinito SCC" will be held and that was decided to conduct this project.

Technical specifications, the different processes and ways of performing the mass of granola addition to the elements in the construction of the machine are set in the second chapter.

In the third chapter details the design of mechanical parts to be built and selection of the components required for operating the dough sheeter machine, considering the characteristics required each of them, in terms of materials and dimensions.

Finally in the fourth chapter shows how was developing the construction of the machine, along with the various tests and analysis of the results obtained through field trials concluding with the respective conclusions drawn along the project and appropriate recommendations.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	IV
CERTIFICACIÓN DEL ASCESOR	V
CONSTANCIAS	VI
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE DE CONTENIDOS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE TABLAS	XVIII
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XX
CAPÍTULO I	1
1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN	2

1.5	ALCANCE	3
CAPÍTULO II		4
2.	BARRAS DE GRANOLA.....	4
2.1	INTRODUCCIÓN	4
2.1.1	DEFINICIÓN GRANOLA.....	4
2.1.2	PROPIEDADES DE LAS BARRAS ENERGÉTICAS DE GRANOLA.....	4
2.1.3	COMPOSICIÓN.....	4
2.1.4	CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES	5
2.1.5	BENEFICIOS DE LAS GRANOLA	5
2.1.6	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LAS BARRAS DE GRANOLA.....	7
2.1.7	MEZCLA	8
2.1.8	RODILLOS.....	8
2.2	CORTES	8
2.2.1	CORTE LONGITUDINAL.....	8
2.2.2	CORTE VERTICAL.....	9
2.3	MATERIALES UTILIZADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS.....	10
2.3.1	ACERO INOXIDABLE.....	10
2.3.2	PINTURA EPÓXICA DE ALTOS SÓLIDOS.....	13
2.3.3	CINTA TRANSPORTADORA	13
2.3.4	FUNCIONAMIENTO	14
2.3.5	TIPOS DE CINTAS TRASPORTADORAS.....	14
CAPITULO III		16
3.	DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE FORMACIÓN Y LAMINACIÓN DE MASA DE GRANOLA	16

3.1	FUNCIONES GENERALES	16
3.2	PARÁMETROS DE DISEÑO GENERALES	16
3.3	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	16
3.4	PRUEBAS CON MASA DE GRANOLA	17
3.4.1	<i>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE MASA DE GRANOLA.....</i>	<i>17</i>
3.5	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA	19
3.5.1	<i>FUNCIÓN.....</i>	<i>19</i>
3.5.2	<i>PARÁMETROS DE DISEÑO</i>	<i>19</i>
3.5.3	<i>DETERMINACIÓN DEL MOMENTO MÁXIMO.....</i>	<i>20</i>
3.5.4	<i>MÓDULO DE SECCIÓN PARA LA VIGA</i>	<i>21</i>
3.5.5	<i>SELECCIÓN DEL PERFIL ADECUADO.....</i>	<i>23</i>
3.6	DISEÑO DE LOS RODILLOS.....	24
3.6.1	<i>FUNCIÓN.....</i>	<i>24</i>
3.6.2	<i>PARÁMETROS DE DISEÑO GENERALES</i>	<i>24</i>
3.6.3	<i>DIÁMETRO DE LOS RODILLOS.....</i>	<i>24</i>
3.6.4	<i>LONGITUD DE LOS RODILLOS</i>	<i>25</i>
3.6.5	<i>SISTEMA MOTRIZ</i>	<i>25</i>
3.6.6	<i>DISEÑO DEL EJE DE LOS RODILLOS.....</i>	<i>33</i>
3.7	DISEÑO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	51
3.7.1	<i>FUNCIÓN.....</i>	<i>51</i>
3.7.2	<i>PARÁMETROS DE DISEÑO GENERALES</i>	<i>51</i>
3.7.3	<i>SELECCIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....</i>	<i>51</i>
3.7.4	<i>CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS A SER TRANSPORTADOS.....</i>	<i>52</i>
3.7.5	<i>CÁLCULO DE LA BANDA COMPLETAMENTE CARGADA.....</i>	<i>52</i>

3.7.6	<i>CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE LA BANDA TRANSPORTADORA</i>	53
3.7.7	<i>CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA ...</i>	54
3.7.8	<i>CÁLCULO DEL TORQUE Y LA POTENCIA DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....</i>	58
3.7.9	<i>SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS PARA EL MOVIMIENTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....</i>	60
3.8	<i>SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA.....</i>	62
3.8.1	<i>DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DEL VARIADOR DE FRECUENCIA</i>	63
CAPITULO IV		66
4.	<i>CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO</i>	66
4.1	<i>CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA.....</i>	66
4.2	<i>REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.....</i>	68
4.3	<i>ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA</i>	70
4.4	<i>PRUEBAS DE CAMPO</i>	71
4.4.1	<i>FORMAS DE EVALUACIÓN.....</i>	71
4.4.2	<i>VELOCIDAD ANGULAR DE LOS RODILLOS.....</i>	71
4.4.3	<i>COMPARACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA BANDA Y LOS RODILLOS.....</i>	72
CAPITULO V		73
5.	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i>	73
5.1	<i>CONCLUSIONES.....</i>	73
5.2	<i>RECOMENDACIONES</i>	73
BIBLIOGRAFÍA		75

ANEXO I PLANOS	77
ANEXO II PROPIEDADES PERFILES ESTRUCTURADOS.....	89
ANEXO III CATÁLOGO DIPAC	92
ANEXO IV COEFICIENTES CORRECTORES	95
ANEXO V CATÁLOGO CADENAS	97
ANEXO VI CATÁLOGO CATARINAS	99
ANEXO VII PROPIEDADES ACERO INOX 304	101
ANEXO VIII RESISTENCIA A LA FATIGA REAL ESTIMADA	103
ANEXO IX CUÑAS ESTANDARES.....	106
ANEXO X PROPIEDADES ASTM A 500	108
ANEXO XI FACTORES DE AJUSTE DE LA VIDA DEL RODAMIENTO	110
ANEXO XII CATALOGO RODAMIENTOS SKF	113
ANEXO XIII CATALOGO BANDA TRANSPORTADORA	115
ANEXO XIV COEFICIENTES DE FRICCIÓN BANDA TRANSPORTADORA ...	117
ANEXO XV FACTOR K.....	119
ANEXO XVI PROPIEDADES VARIADOR DE FRECUENCIA WEG.....	121
ANEXO XVII PROGRAMACION PLC'LOGO	124
ANEXO XVIII DIAGRAMA ELECTRICO Y DE CONTROL.....	126
ANEXO XIX MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	129
ANEXO XX FOTOS.....	136
ANEXO XXI OFICIO.....	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Proceso de producción.....	7
Figura 2.2 Rodillo	8
Figura 2.3 Proceso manual de corte	9
Figura 2.4 Proceso vertical de corte.....	9
Figura 3.1 Pruebas para determinar la densidad de la granola.....	17
Figura 3.3 Soporte.....	19
Figura 3.4 Análisis de la viga en MD-SOLIDS.....	20
Figura 3.5 Diagrama de cortes y momentos.....	21
Figura 3.6 Perfil C	23
Figura 3.7 Perfil C	24
Figura 3.8 Valores de h_i y h_o del rodillo laminador.....	27
Figura 3.9 Tabla de selección de un reductor	32
Figura 3.10 Rodillo	33
Figura 3.11 Transmisión por cadena.....	37
Figura 3.12 Diagrama de cuerpo libre.....	38
Figura 3.13 Fuerzas ejercidas en el rodillo.....	40
Figura 3.14 Diagrama rodillos	41
Figura 3.15 Diámetros rodillo formador	42
Figura 3.16 Diagrama de cortes y momentos eje x - y.....	43
Figura 3.17 Diagrama de cortes y momentos eje x – z	44
Figura 3.18 Posición del engrane.....	48
Figura 3.19 Banda transportadora de poliuretano.....	52
Figura 3.20 Representación de las tensiones T1 y T2	57

Figura 3.21 Tabla de selección de un reductor	61
Figura 3.22 Variador de frecuencia CFW-10 WEG	62
Figura 3.23 Selección del variador	63
Figura 4.1 Soporte.....	66
Figura 4.2 Soporte banda transportadora	67
Figura 4.3 Rodillo	67
Figura 4.4 Soporte de rodillos	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Composición de las barras de granola	4
Tabla 2.2 Características nutricionales	5
Tabla 2.3 Resumen de las propiedades del acero inoxidable AISI 304	11
Tabla 2.4 Resumen de las propiedades del acero inoxidable AISI 420	12
Tabla 3.1 Peso de la masa de granola	18
Tabla 3.2 Densidad de la masa de granola	18
Tabla 3.3 Diámetros de los rodillos	25
Tabla 3.4 Cálculos para encontrar la potencia del motor	30
Tabla 3.5 Datos de la placa del motor seleccionado	33
Tabla 3.6 Cálculos para la selección de la catarina y cadena	36
Tabla 3.7 Calculo de la longitud de la cadena	37
Tabla 3.8 Cálculos de las fuerzas producidas	40
Tabla 3.9 Resistencia a la fatiga real sustituida factores	45
Tabla 3.10 Cálculo de diámetros del eje	47
Tabla 3.11 Comparación de resistencia de materiales	48
Tabla 3.12 Cálculos para seleccionar el rodamiento	51
Tabla 3.13 Características de la masa	52
Tabla 3.14 Datos de la placa del motor seleccionado	62
Tabla 3.15 Características CFW-10	63
Tabla 3.16 Frecuencia del variador	64
Tabla 4.1 Requerimientos para la construcción	69
Tabla 4.2 Método de evaluación	71
Tabla 4.3 Velocidad Angular	71

Tabla 4.4 Comparación velocidad rodillos vs banda 72

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3.1 Cálculo de la densidad	18
Ecuación 3.3 Factor de seguridad.....	21
Ecuación 3.4 Módulo de sección.....	22
Ecuación 3.5 Diámetro del rodillo.....	25
Ecuación 3.6 Velocidad angular	26
Ecuación 3.7 Cálculo del área.....	26
Ecuación 3.8 Fuerza aplicada	27
Ecuación 3.9 Torque	28
Ecuación 3.10 Posición del centro de gravedad.....	28
Ecuación 3.11 Potencia.....	28
Ecuación 3.12 Número de dientes de la catarina conducida.....	34
Ecuación 3.13 Potencia corregida.....	34
Ecuación 3.14 Coeficiente K1	35
Ecuación 3.15 Longitud de la cadena	37
Ecuación 3.16 Par torsional.....	39
Ecuación 3.17 Fuerza flexionante	39
Ecuación 3.18 Resistencia a la fatiga real estimada	45
Ecuación 3.19 Momento resultante	46
Ecuación 3.20 Diseño para ejes.....	46
Ecuación 3.21 Longitud de la cuña	49
Ecuación 3.22 Carga dinámica equivalente	49
Ecuación 3.23 Vida nominal	50
Ecuación 3.24 Capacidad de carga.....	50

Ecuación 3.25 Capacidad de transportación.....	53
Ecuación 3.26 Velocidad lineal.....	53
Ecuación 3.27 Tensión sin carga	54
Ecuación 3.28 Tensión a plena carga	55
Ecuación 3.29 Carga.....	56
Ecuación 3.30 Tensión efectiva.....	57
Ecuación 3.31 Tensión lado flojo o lado de retorno (T2)	57
Ecuación 3.32 Tensión lado flojo o lado tenso (T1).....	58
Ecuación 3.33 Torque	58
Ecuación 3.34 Potencia requerida por la banda transportadora.....	58
Ecuación 3.35 <i>Velocidad</i>	63
Ecuación 3.36 Velocidad angular	64
Ecuación 3.37 <i>Velocidad</i>	64
Ecuación 3.38 Velocidad angular	64
Ecuación 3.39 <i>Velocidad</i>	64
Ecuación 3.40 Velocidad angular	64
Ecuación 3.41 <i>Velocidad</i>	64
Ecuación 3.42 Velocidad angular.....	64

CAPÍTULO I

1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

1.1 INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que existe en nuestra sociedad es la pobreza, lo que genera que los niños y niñas no reciban un desayuno adecuado, que es la primera comida del día, por lo que es la más importante, debido a que genera la energía necesaria para que el estudiante pueda participar y atender a clases. Esto genera problemas graves porque además de causar diversos trastornos en los niños, también pone severas trabas en su capacidad de aprendizaje.

En la actualidad, el Gobierno Ecuatoriano para combatir los problemas causados por una inadecuada alimentación y para mejorar la calidad de la educación básica de los niños y niñas de los sectores sociales en situación de pobreza, realiza la entrega oportuna y permanente de alimentos altamente nutritivos, para ejercer sus derechos a la educación y a la alimentación.

La forma en la que se ha descuidado la alimentación de los niños y niñas ha causado que ellos no absorban toda la información entregada en los centros de aprendizaje, por lo que el “Programa de Alimentación Escolar (PAE)” a través de la entrega de barras energéticas de granola quiere conseguir niños y niñas bien alimentadas y alegres de aprender mejor, para obtener la meta planteada desea incorporar productores locales como proveedores de alimentos de calidad.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector alimenticio, especialmente la sección encargada de la nutrición de los niños es una de las más importantes en la actualidad debido a que el gobierno Ecuatoriano ha puesto en marcha el “Programa de alimentación escolar (PAE)”.

“Industrial productos el chinito S.C.C.” por la falta de maquinaria la cual sea la encargada de laminar la masa de granola, se vio en la necesidad de producir granola de forma artesanal para de esta manera tratar de satisfacer la producción requerida, con el fin de mejorar la elaboración de granola, minimizar tiempos de trabajo y minimizar los costos de producción, se implementará una máquina

laminadora de masa granola, aumentando la productividad del proceso siempre con un criterio de sustentabilidad.

Debido a los aspectos mencionados, el diseño de una máquina laminadora de granola produciría grandes beneficios dentro del proceso de elaboración de granola, aumentando la eficiencia de manera sustentable. Un aspecto importante para el desarrollo del proyecto es que el sector de aplicación no dispone de esta maquinaria y esta empresa está dispuesta a brindar todas las facilidades tanto económicas como laborales.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Optimizar el proceso de laminado de barras energéticas de granola, mediante el diseño e implementación de una máquina de laminado de masa de granola para la producción de barras.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros a considerar en el proceso de laminado de masa de granola para el diseño de este sistema.
- Diseñar los diferentes componentes mecánicos y estructura de la máquina laminadora de masa de granola.
- Diseñar el sistema de control para la máquina laminadora de masa de granola.
- Construcción y ensamblaje de la máquina laminadora de masa de granola.
- Realizar la calibración de los diferentes sistemas que aseguren su correcto desempeño

1.4 JUSTIFICACIÓN

Los sectores empresariales de la ciudad de Ibarra y en general de la provincia de Imbabura no han incursionado en la producción de masa de granola debido a que no poseen la maquinaria necesaria para su elaboración, lo cual se debe al alto costo de la misma. Esto tiene como resultado varios factores que inciden en la

disminución de la eficiencia en el proceso como: aumento en los tiempos de los procesos productivos y el aumento de los costos del producto final.

De datos tomados anteriormente en la elaboración manual de granola en su óptimo funcionamiento se determinó que produce 450 barras/hora, siendo una producción baja dentro de lo requerido en una hora, en especial debido a que la empresa ha adquirido demandas mayores de producción de granola viéndose en la necesidad de implementar maquinaria la cual satisfaga su necesidad.

A través del diseño e implementación de una máquina laminadora de masa de granola se pretende mejorar la producción, disminuir el tiempo de elaboración y así disminuir los costos del producto final.

Es decir de esta manera se lograría que la empresa pueda cumplir con sus demandas de producto de manera más eficiente y con costos reducidos de producción logrando así un mayor beneficio económico.

1.5 ALCANCE

El presente proyecto trata del diseño y construcción de una máquina laminadora de masa de granola para la generación de barras energéticas en la Empresa Industrial el Chinito S.C.C. ubicada en la ciudad de Ibarra.

El sistema permite llevar un proceso eficaz de laminado, para lo cual se utilizan tres rodillos los cuales serán colocados a diferentes distancias con la finalidad de que no exista un laminado imperfecto es decir, con huecos. El movimiento de los rodillos vendrá dado por un motorreductor el cual estará controlado mediante un variador de frecuencia. La máquina constara de un sistema de transportación para de esta manera poder obtener un movimiento adecuado con la velocidad deseada.

El trabajo realizado se aplica en la Empresa Industrial el Chinito S.C.C. ubicada en la ciudad de Ibarra, debido a que dispone de los requerimientos necesarios para la producción de barras energéticas. El lugar de aplicación del sistema depende de la necesidad de la empresa para realizar una producción grande

CAPÍTULO II

2. BARRAS DE GRANOLA

2.1 INTRODUCCIÓN

Dentro de este capítulo se describe la fundamentación teórica necesaria para la realización del presente proyecto.

2.1.1 DEFINICIÓN GRANOLA

La Granola es un alimento nutritivo, ya que está elaborado de copos de avena y una variedad de ingredientes naturales; al igual que posee frutos secos como lo son pasas, coco, plátano, entre otros. Debido a los ingredientes que el producto posee, contribuye a la salud, ya que entrega carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas y minerales que son indispensables para el ser humano.

EMPRESA NUTRISA, Afirma: “La granola es uno de los cereales más completos que existen ya que proporciona energía, fibra, carbohidratos, proteínas y grasas de origen vegetal”.

2.1.2 PROPIEDADES DE LAS BARRAS ENERGÉTICAS DE GRANOLA

Las barras energéticas de granola están compuestas de avena, miel de panela, soya tostada, aceite de soya, banano deshidratado, coco rallado deshidratado, ajonjolí y esencias, estos ingredientes contribuyen al beneficio de la salud si son entregados en las cantidades adecuadas.

2.1.3 COMPOSICIÓN

El producto elaborado por hojuelas de cereales y frutas deshidratadas, debe estar libre de mal olor y no estar expuestos a ninguna contaminación, ya que está creado para consumo directo en porciones de 30g.

Tabla 2.1 Composición de las barras de granola

Granola en hojuelas	
	% Referencial
Hojuela de avena integral	69.16
Miel de panela	9.10

Banano deshidratado	6
Coco rallado deshidratado	5.75
Soya tostada	5.50
Aceite de soya	4.27
Ajonjolí	0.20
Esencias	0.02

Fuente: Ministerio de educación

2.1.4 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES

La barra de granola, es un producto no fortificado, cuyo interés mantiene una definición técnica desde el punto de vista nutricional, por su aporte de componentes importantes, como es la fibra alimentaria, que beneficia al buen funcionamiento del sistema digestivo, además de suscitar una mejora de los hábitos alimentarios de los consumidores, al inducir al consumo de cereales y leguminosas (Ministerio de Educación, 2013).

Las características nutricionales que debe poseer el producto son de vital importancia al momento de elaborar la barra de granola (ver *Tabla 2.2*).

Tabla 2.2 Características nutricionales

Macronutriente	Valor en 30g de producto
Energía	> a 132.00 (Kcal/30 g)
Proteína	> a 3.3 (g/30 g)
Grasa	> a 4.5 (g/30 g)

Fuente: <http://educacion.gob.ec/>

2.1.5 BENEFICIOS DE LAS GRANOLA

Las barras de granola son una fuente de energía para el ser humano, ya que proporcionan diferentes beneficios los cuales se detallan a continuación:

- **Fuente de energía.**- Las barras de granola son un alimento ideal para aquellas personas las cuales realizan varias actividades las cuales requieran esfuerzo físico, y para aquellas que se encuentren cansadas, sin fuerza y se encuentren con estrés.

- **Cuidado de la línea.-** Las barras de granola no engordan, permitiendo así reducir de peso, ya que al contener fibra la misma funciona como regulador metabólico. Las barras de granola al ser un alimento saciante regula el apetito aportando energía.
- **Ayuda al estómago.-** Las barras de granola son excelentes al momento de tratar trastornos digestivos, ya que la fibra es una fuente de ayuda para el tránsito intestinal formando una capa fina al estómago lo cual ayuda a su protección.
- **Frena al colesterol.-** Debido a su contenido las barras de granola no permite que el colesterol pase al intestino, ayudando a mantener la salud del ser humano.
- **Protege al organismo contra enfermedades cardiovasculares.-** Las barras de granola al librar al cuerpo humano de colesterol protege al mismo de la hipertensión y el infarto, además reduce el envejecimiento de los tejidos.
- **Sistema nervioso.-** Las barras de granola al estar constituido de diferentes ingredientes posee un alto contenido en vitamina B1, calcio y otras sustancias lo que ayuda a calmar los nervios y mejorar la concentración menta, además es muy útil para evitar jaquecas, insomnio, hiperactividad y ansiedad.
- **Desarrollo infantil.-** Las barras de granola son una fuente importante de energía para los niños ya que garantiza que se encuentren atentos en clase mejorando su comprensión y aumentado su energía durante el día.

Entre otros beneficios que proporcionan las barras de granola existen los que a continuación se describen.

- Buen funcionamiento del sistema nervioso.
- Facilita el paso de la alimentación por el tracto digestivo, elimina grasas y restos de alimento que llegan a alojarse.
- Beneficioso para un buen funcionamiento del sistema cardiovascular, además de reducir aquellos problemas causados por las arterias y las enfermedades del corazón.
- Ayuda a la digestión.
- Controla la obesidad al regular la absorción de azúcares.

- Previene padecimientos tales como el síndrome de intestino irritable, cáncer de colon y de mama, enfermedades cardiovasculares, nivel elevado de colesterol, diabetes y cálculos biliares.

2.1.6 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LAS BARRAS DE GRANOLA

Para la obtención de las diferentes barras de granola, las cuales deben poseer las dimensiones requeridas y de esa manera cumplir con los requisitos de la empresa se debe seguir un procedimiento (Ver figura 2.1).

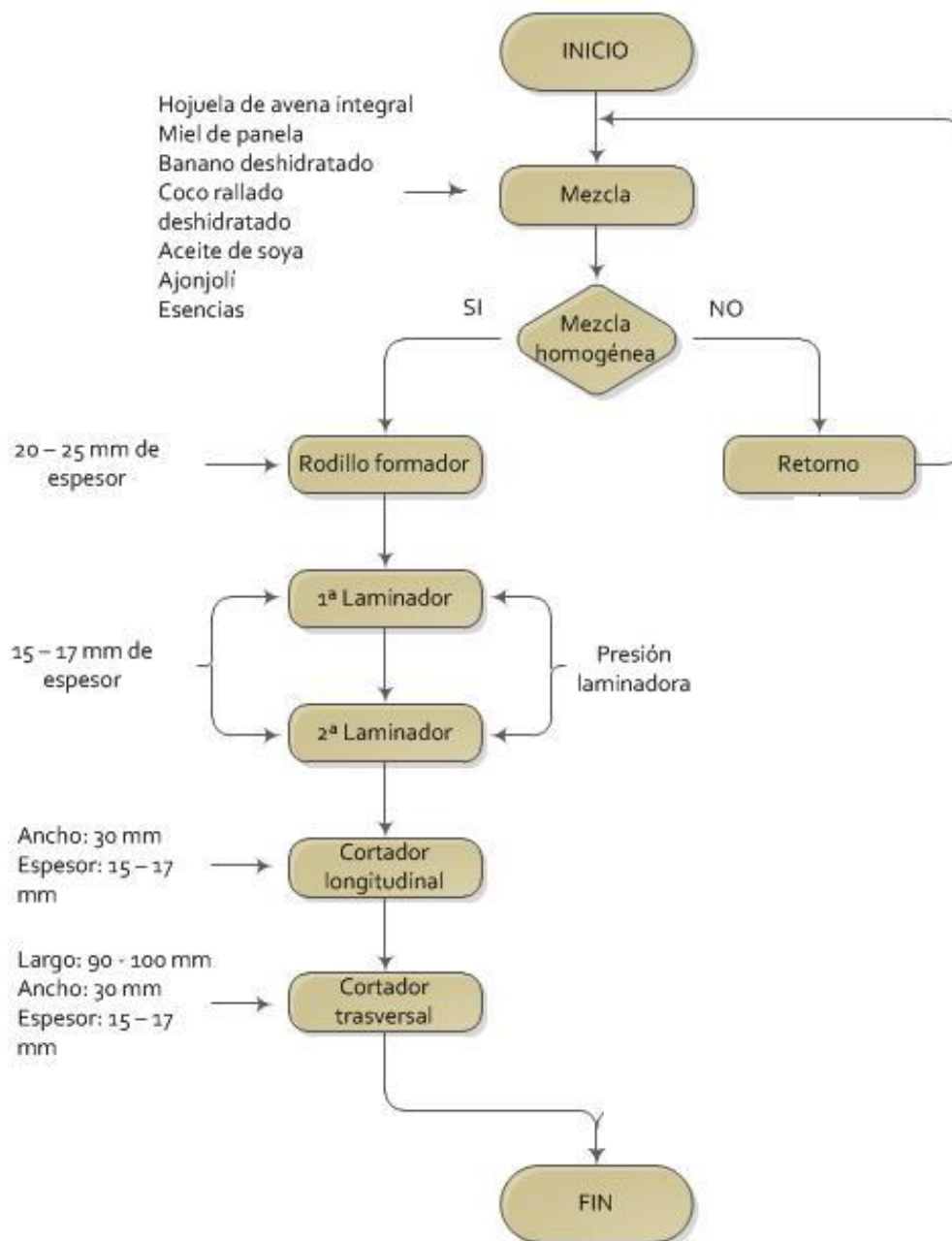


Figura 2.1 Proceso de producción

2.1.7 MEZCLA

Para la obtención de un ancho de barras de granola es necesaria la utilización de rodillos los cuales son los encargados de entregar un laminado perfecto al final de su proceso. Debido a la composición de la granola, la cual cuenta con miel, que es pegajosa, es necesario la utilización de materiales adecuados en los rodillos.

2.1.8 RODILLOS

El proceso más adecuado para obtener una masa formada es la utilización de rodillos los cuales deben reducir y compactar la misma, debido a que es entregada de una forma esparcida por lo tanto no posee el grosor adecuado.

Los rodillos son los encargados de reducir la masa y compactarla, al ser utilizado para alimentos debe ser elaborado con materiales adecuados.

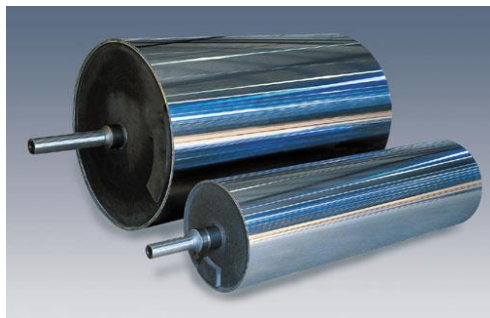


Figura 2.2 Rodillo

Fuente: <http://mexico-distr.all.biz/rodillos-y-flechas-g40612>

2.2 CORTES

Este proceso es utilizado para la obtención de cortes, se puede decir que este es el más crítico ya que tiene que ser muy exacto y cumplir con diversos parámetros. Actualmente existe una variedad de sistemas que permiten obtener un corte longitudinal y vertical de granola.

2.2.1 CORTE LONGITUDINAL

Este proceso es utilizado para la obtención del ancho de la barra de granola, para lo cual existen diferentes métodos:

- **Método manual.-** Este método se trata de la utilización manual de un cuchillo o un rodillo de corte, básicamente el operario aplica presión sobre la superficie a cortar y ejerce el corte; este método es riesgoso y poco exacto.



Figura 2.3 Proceso manual de corte

- **Método automático.-** Para poder obtener barras las cuales posean el mismo ancho se ha creado procesos automáticos, ya que los mismos son más eficientes, además de ahorrar tiempo y costos, este proceso cuenta con discos de corte y rodillos separadores.

2.2.2 CORTE VERTICAL

Este proceso es utilizado para la obtención del largo de la barra de granola, para lo cual existen diferentes métodos:

- **Método manual.-** Para lograr un corte vertical en las barras de granola se utiliza un cuchillo o un disco de corte manual, la persona encargada de realizar los cortes se guía de un señalamiento previamente realizado, este corte resulta demoroso y peligroso ya que el operario se encuentra en un proceso monótono y repetitivo, afectando de esta manera su salud.



Figura 2.4 Proceso vertical de corte

- **Método automático.-** Este método es bastante confiable ya que es un proceso automático y cuenta con muchas alternativas para realizarlo. En la actualidad la tecnología avanza a pasos agigantados por ende para la realización del corte vertical se cuenta con diversas formas:
 - Corte a longitud (servomecanismo).
 - Corte mediante cuchillo rotatorio y sistema cut-off
 - Corte Cizalla-Volar, simple o paralelo

2.3 MATERIALES UTILIZADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Existe una variedad de materiales, pero al momento de construir maquinas las cuales se encuentren en contacto con alimentos hay q tener en cuenta su composición y si los mismos no son dañinos para la salud del ser humano.

2.3.1 ACERO INOXIDABLE

Es la adición de cromo la que le confiere a estos aceros el carácter de inoxidable. En medios oxidantes, por ejemplo el aire, el cromo forma una capa de óxido muy fina y compacta que aísla al material de los ataques corrosivos (Ludeña, 2002).

El objetivo en la utilización de los aceros inoxidables debe ser siempre mantener intacta la capa pasiva, pues ello garantiza el buen comportamiento frente a la corrosión de estos materiales. Los aceros inoxidables se clasifican en función de los distintos elementos y de las cantidades relativas de cada uno de ellos, que intervienen en su composición (Research, 2012).

De forma general se consideran cuatro familias básicas de aceros inoxidables:

- **Martensíticos.-** Estos aceros sufren modificaciones estructurales con la temperatura, por lo que suelen someterse a tratamientos térmicos de temple y revenido. Después de estos procesos poseen buenas propiedades mecánicas, además de tener una excelente resistencia a la corrosión. Su aplicación más característica es la cuchillería (Hell, 2011).
- **Ferríticos.-** Sus características mecánicas permiten efectuar conformaciones de tipo medio, estos aceros poseen una excelente

resistencia a la corrosión además son utilizados en aplicaciones donde la estética es un factor muy importante (Research, 2012).

- **Austeníticos.-** Estos aceros poseen grandes propiedades de conformación y gran resistencia a los distintos tipos de corrosión, por lo que los hace adecuados para encontrarse en contacto con alimentos (Research, 2012).
- **Dúplex.-** Debido a su composición son aceros los cuales tienen una alta resistencia a la corrosión que es un factor importante al momento de trabajar con alimentos (Research, 2012).

Los aceros inoxidables más utilizados en la construcción de máquinas las cuales se encuentran en contacto con alimentos son:

- **ACERO AISI 304.-** El acero inoxidable austenítico es un acero el cual está conformado por una aleación de níquel (Ni) y cromo (Cr), posee un bajo contenido en carbono (C) haciendo que el mismo tenga una alta resistencia a la corrosión, conformabilidad y soldabilidad. Este tipo de acero inoxidable no tiene magnetismo y no es templeable.

PROPIEDADES

Según las normas ASTM A 236 el acero inoxidable 304 posee diversas características mecánicas, físicas y químicas (ver *Tabla 2.3*).

Tabla 2.3 Resumen de las propiedades del acero inoxidable AISI 304

	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)
	FÍSICAS
Densidad:	7.8 g/cm ³ (0.28 lb/in ³)
	QUÍMICAS
Carbono (C) mín.	0.08 %
Manganeso (Mn)	2.00 %

Silicio (Si)	1.00 %
Cromo (Cr)	18.0 – 20.0 %
Níquel (Ni)	8.0 – 10.5 %
Fosforo (P)	0.045 %
Azufre (S)	0.03 %

- **ACERO AISI 316.**- El acero inoxidable AISI 316, es una mejora del acero AISI 304 ya que posee molibdeno lo que lo hace más resistente a la corrosión por picado y por rendijas, este tipo de acero es un poco mejor frente a la corrosión bajo tensiones (Otero, 2014).
- **ACERO AISI 420.**- El acero AISI 420, es un acero martensítico, templable y ferromagnético con una alta resistencia a la corrosión, además poseen excelentes propiedades mecánicas debido a que son expuestos a distintos tratamientos como lo es el revenido y el templado. El acero inoxidable AISI 420 posee la máxima dureza que se puede conseguir en los aceros inoxidables, haciendo que el mismo tenga un campo de aplicación más a fin a la cuchillería (cortes) (Otero, 2014).

PROPIEDADES

Según las normas ASTM A 176 el acero inoxidable 420 posee diversas características mecánicas, físicas y químicas (ver *Tabla 2.4*).

Tabla 2.4 Resumen de las propiedades del acero inoxidable AISI 420

	MECÁNICAS
Resistencia a la fluencia:	345 MPa (50 KSI)
Resistencia máxima:	690 MPa (100 KSI)
Elongación:	15 % (en 50mm)
Dureza de suministro:	235 Brinel
Módulo de elasticidad:	200 GPa (29000 KSI)
	FÍSICAS
Densidad:	7.8 g/cm ³ (0.28 lb/in ³)
	QUÍMICAS
Carbono (C) mín.	0.15 %

Manganeso (Mn)	1.00 %
Silicio (Si)	1.00 %
Cromo (Cr)	12.0 – 14.0 %
Fosforo (P)	0.04 %
Azufre (S)	0.03 %

2.3.2 PINTURA EPÓXICA DE ALTOS SÓLIDOS

Recubrimiento autoimprimante epóxico de altos sólidos (A.S.) en dos componentes que en la mezcla apropiada proporciona una capa de alto espesor y gran dureza de excelente resistencia química, a la humedad y a solventes. Puede ser usada en el interior de tanques y tuberías que almacenen o transporten aguas saladas, ácidos débiles, sales, álcalis, lubricantes, combustibles y aguas potables. Cumple con las normas relacionada con la industria alimentaria (Pintuco, 2014).

Es ideal para la protección y decoración de superficies metálicas, de madera, concreto o asbesto – cemento que se encuentran ubicadas en áreas costeras y ambientes marinos. Es usado en el interior y exterior de tuberías de agua a presión y productos derivados del petróleo, que se encuentren enterradas o al aire; asimismo se usa en fondos de cascos (como barrera), estructuras de acero sumergido, tanques, maquinarias y equipos que se encuentren expuestos en ambientes de alta agresividad, y en plantas procesadoras de carnes y aves (Pintuco, 2014).

2.3.3 CINTA TRANSPORTADORA

La cinta o banda en un sistema de transporte continuo que se compone de un eje motriz el mismo que se encarga de generar movimiento a la banda, rodillos de carga y rodillos de retorno que son los encargados de mantener alineada y estirada a la banda cuando esta es muy larga. La función principal de la banda es soportar directamente el material a transportar y desplazarlo desde el punto de carga hasta el de descarga.

Entre las ventajas de las bandas tenemos: poco peso propio, apta para toda clase de productos, se adapta fácil al espacio, ausencia de articulaciones que se desgasten fácilmente y además permitan trasladar la carga con gran rapidez.

2.3.4 FUNCIONAMIENTO

La banda adquiere movimiento mediante un eje motriz el mismo que está acoplado a un motor, es decir, el eje gira y la banda al estar templada por otro eje de acarreo sigue el movimiento de este es así como la banda transportadora adquiere movimiento . De esta manera los elementos que intervienen en este sistema giran a la velocidad que lo haga el eje motriz ya que los otros no tienen movimientos propios.

2.3.5 TIPOS DE CINTAS TRASPOTADORAS

Existen diferentes tipos de cintas o bandas transportadoras las principales son:

- **CINTAS PLANAS.-** Estas cintas son empleadas generalmente para trasportar cargas unitarias como fundas o cajas. En estas cintas el material se sitúa en la superficie de la cinta y se trasladan a lo largo del recorrido de la misma. La cinta plana forma un lazo continuo el que permite que la mitad de su longitud total se emplee para el reparto del material y la otra mitad para el retorno. El soporte de estas cintas planas es un armazón con rodillos, a cada extremo de la cinta se encuentran los rodillos motores o poleas que son los encargados de impulsan la cinta (Cabrera, 2009).
- **CINTAS CONCAVA.-** Estas cintas son utilizadas por lo general para trasportar productos a granel, la banda consta de 3 o 5 rodillos los que poseen la función de soportar a la banda, los bordes de la banda se elevan con respecto al centro formando una concavidad, la que es necesaria para trasportar el producto, estas cinta son utilizadas para trasportar cantidades grandes y a una distancia considerable de kilómetros (Cabrera, 2009).
- **CINTAS TUBULARES.-** Estas cintas poseen un diseño especial ya que luego de cargar la cinta, sus bordes se pegan uno con otro permitiendo de esta manera envolver el producto, esta alternativa de cinta se la

emplea principalmente para productos fácilmente contaminantes, previniendo así su contaminación (Cabrera, 2009).

- **CINTAS METÁLICAS.**- Esta cinta consta de una malla de alambre, es una cinta plana, los extremos de esta cinta se acoplan mediante remaches, poseen la característica especial de soportar temperaturas de hasta 1000°C (Cabrera, 2009).

- **CINTAS CERRADAS.**- En esta cinta se considera más a la estructura de soporte que a la cinta en si ya que la cinta permanece encerrada en cajones de metal para evitar problemas de contaminación o pérdidas de producto (Cabrera, 2009).

- **CINTAS PORTÁTILES.**- Son cintas de capacidades y dimensiones pequeñas, estas poseen unas ruedas que facilitan el transporte de un sitio a otro. Habitualmente son empleadas para cargar y descargar camiones, facilitan la acumulación de fundas o cajas dentro de depósitos (Cabrera, 2009).

CAPITULO III

3. DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE FORMACIÓN Y LAMINACIÓN DE MASA DE GRANOLA

3.1 FUNCIONES GENERALES

- Reducir el grosor de la masa a través de rodillos laminadores.
- Mantener una velocidad constante mediante la utilización de motorreductores.
- Entregar una masa perfectamente laminada.

3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO GENERALES

“industrial productos el chinito S.C.C.” requiere que la maquina laminadora de masa de granola funcione bajo las siguientes condiciones y cumpla con las dimensiones especificadas.

- La altura del plano de trabajo debe estar entre los 80 y 90 cm del nivel del piso terminado según la OMS (Organización mundial de la salud).
- La longitud total debe estar entre los 5000 a 5300 mm.
- El ancho de la maquina puede llegar hasta 700 mm.
- Debe laminar masa de granola (posee miel).
- El alto de la masa de granola debe estar entre los 15 a 20 mm.

3.3 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

La máquina laminadora de masa de granola debe laminar hasta 1 Kg por ciclo, un ciclo equivale a un minuto.

“industrial productos el chinito S.C.C.” para poder obtener un proceso más eficaz ha dividido la máquina en estaciones para que la misma posea un mejor funcionamiento, empezando con la etapa de acomodo de la masa de granola siguiendo con el respectivo sistema laminador para culminar con el corte la masa.

La primera parte del proceso es la colocación de la masa en una tolva, esta acción será llevada a cabo mediante un operario el cual se encontrara a cargo.

El operario es el encargado de poner en marcha la maquina iniciando así el movimiento de la banda transportadora y los rodillos laminadores, el grosor de la masa deberá ser establecido antes de estar en funcionamiento.

Después de salir la masa de los rodillos laminadores continúa su camino hacia el sistema de corte para al final culminar con recibimiento de las barras de granola en una bandeja de acero inoxidable.

3.4 PRUEBAS CON MASA DE GRANOLA

Mediante la utilización del laboratorio de la empresa Industrial Productos el Chinito S.C.C es posible realizar pruebas las cuales sirvan para la realización del presente proyecto.

3.4.1 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE MASA DE GRANOLA

Para poder determinar la densidad de la masa de granola se realizó pruebas para lo cual se utilizó un recipiente el cual contenía diferentes volúmenes y mediante la utilización de una pesa se pudo obtener el peso de la masa de granola (*ver figura 3.1*) y mediante la tabla 3.1 se puede observar los resultados obtenidos.



Figura 3.1 Pruebas para determinar la densidad de la granola

Para poder obtener el peso de la masa de granola ($m_{granola}$) se realiza la siguiente operación.

$$m_{granola} = (m_{recipiente} + m_{granola}) - m_{recipiente}$$

Tabla 3.1 Peso de la masa de granola

mrecipiente + mgranola (gr)	mrecipiente (gr)	mgranola (gr)
189	165	24
203,5	165	38,5
217	165	52
223,5	165	58,5
240	165	75
253,5	165	88,5

Para el cálculo de la densidad de la masa de granola se utiliza la ecuación 3.1

Ecuación 3.1 Cálculo de la densidad

$$\delta = \frac{m_{granola}}{V}$$

Fuente: (Mataix, 1986)

A partir de la ecuación 3.1 se obtendrá la densidad de la masa de granola cuyos resultados son mostrados en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Densidad de la masa de granola

mgranola (gr)	Volumen (ml)	Densidad (gr/ml)
24	20	1,2
38,5	30	1,28
52	40	1,3
58,5	50	1,27
75	60	1,25
88,5	70	1,26

Para la obtención de una densidad promedio de la masa de granola se realizó el siguiente análisis.

$$\delta = (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 + \delta_6)/6$$

$$\delta = \frac{1,2 + 1,28 + 1,3 + 1,27 + 1,25 + 1,26}{6}$$

$$\delta = 1,24 \left[\frac{gr}{ml} \right] = 1240 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

3.5 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

El diseño de la estructura está constituida mediante perfiles en acero ASTM A36 cuyo valor de resistencia de fluencia es de 250 MPa (Ver Anexo II), en el ANEXO I se puede observar cómo está elaborado el soporte.

3.5.1 FUNCIÓN

- ✓ Soportar los elementos colocados sobre la estructura

3.5.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

Mediante la realización de cálculos se puede seleccionar el material adecuado basándose en los diferentes catálogos existentes en el mercado, el soporte diseñado para la realización del proyecto se puede observar en el *Anexo I*.

El soporte debe cumplir los parámetros mostrados a continuación.

- ✓ La altura del plano de trabajo debe estar entre los 80 y 90 cm del nivel del piso terminado según la OMS.
- ✓ La longitud total debe estar entre los 4700 a 4800 mm.
- ✓ El ancho de la maquina puede llegar hasta 700 mm.

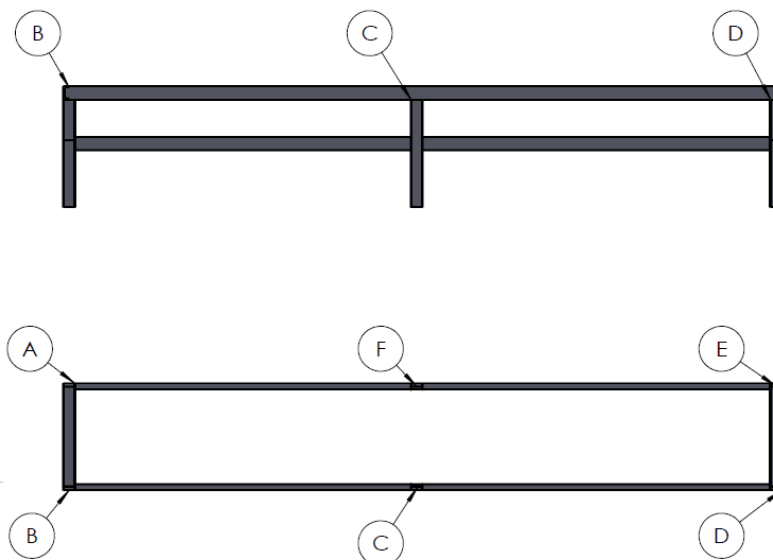


Figura 3.2 Soporte

3.5.3 DETERMINACIÓN DEL MOMENTO MÁXIMO

Para la realización del análisis se seleccionó la sección B – C (Ver figura 3.3) debido a que la misma es la que soporta mayor carga.

Mediante la utilización de MD-SOLIDS se obtuvo el momento máximo aplicado en la viga, en este programa se colocó las diferentes cargas que actúan sobre la viga (Ver figura 3.4), para de esta manera poder saber el valor de dicha incógnita.

Datos:

$P_1 = 1036,84 \text{ N}$ Es la fuerza ejercida por la guillotina, esta es directamente proporcional a la presión del aire por el área del cilindro neumático utilizado.

$P_2 = 5677,4 \text{ N}$ La fuerza ejercida por el rodillo cortador horizontal fue encontrada a través de ensayos de corte, se cuantifica mediante un dinamómetro midiendo la fuerza que se genera respecto a la sección de masa de granola atravesada.

$P_3 = 1729,9 \text{ N}$ La fuerza ejercida por el rodillo laminador se obtuvo al realizar pruebas donde se colocó diferentes pesos sobre la masa y de esta manera se pudo obtener la fuerza necesaria para laminar la masa de granola.

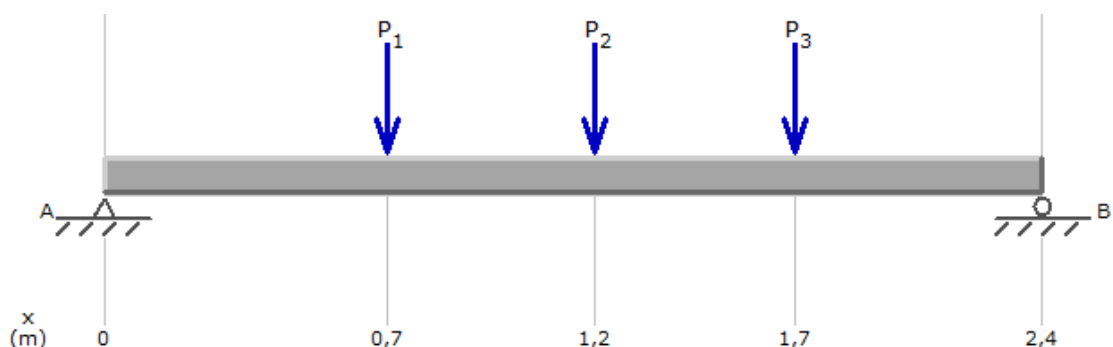


Figura 3.3 Análisis de la viga en MD-SOLIDS

Al analizar la figura 3.4 con el programa MD-SOLIDS se obtuvo el diagrama de cortes y momentos para así encontrar el valor del momento máximo (ver figura 3.5).

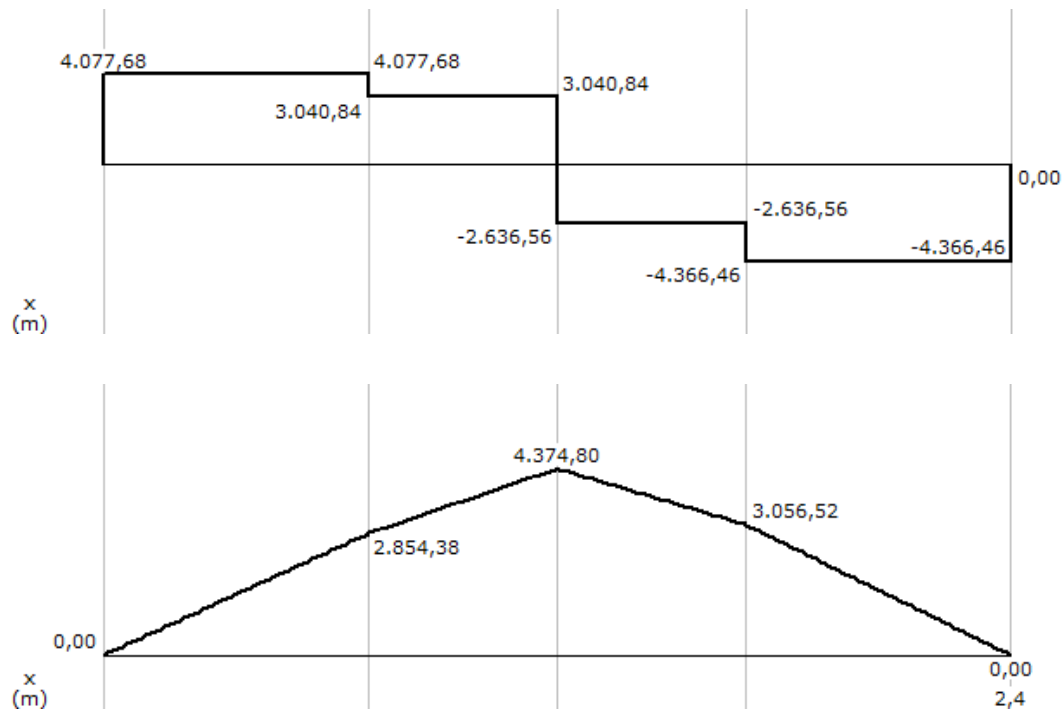


Figura 3.4 Diagrama de cortes y momentos

3.5.4 MÓDULO DE SECCIÓN PARA LA VIGA

Ecuación 3.2 Factor de seguridad

$$FS = \frac{S_y}{\sigma_d}$$

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Donde:

FS Factor de seguridad

S_y Resistencia de fluencia

σ_d Esfuerzo de diseño

Ecuación 3.3 Módulo de sección

$$\sigma_d = \frac{M_{max}}{S}$$

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Donde:

S Módulo de sección

M_{max} Momento máximo

σ_d Esfuerzo de diseño

Mediante la ecuación 3.3 se puede determinar el esfuerzo de diseño asumiendo un factor de seguridad de 2 el cual se utiliza en un diseño de estructuras bajo cargas estáticas, para las que haya un alto grado de confianza en todos los datos de diseño (Robert L. Mott, 2006).

Reemplazando en la ecuación 3.3

Datos

$$FS = 2$$

$$S_y = 250 \text{ MPa (Ver Anexo II)}$$

$$2 = \frac{250 \text{ MPa}}{\sigma_d}$$

$$\sigma_d = 125 \text{ MPa}$$

Reemplazando en la ecuación 3.4

$$M_{max} = 4374,8 \text{ N.m o } 4374800 \text{ N.mm}$$

$$\sigma_d = 125 \text{ MPa o } 125 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

$$125 \frac{N}{mm^2} = \frac{4374800 \text{ N. mm}}{S}$$

$$S = \frac{4374800 \text{ N. mm}}{125 \frac{N}{mm^2}}$$

$$S = 34998,4 \text{ mm}^3 \text{ o } 2,14 \text{ pulg}^3$$

3.5.5 SELECCIÓN DEL PERFIL ADECUADO

Observando los cálculos obtenidos se ha seleccionado un perfil C (ver figura 3.6).

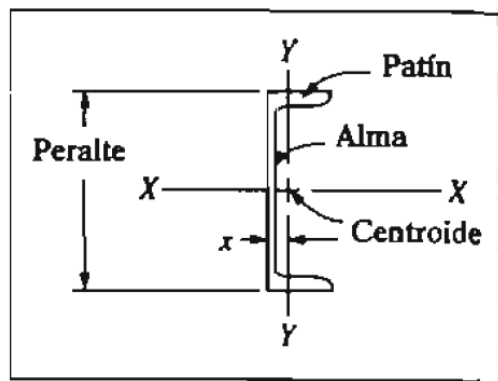


Figura 3.5 Perfil C

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Según la Tabla A16-2 (ver Anexo II), se selecciona el perfil C4 x 7.25 por poseer un módulo de sección en el eje x – x de $S = 2,29 \text{ pulg}^3$ el cual es similar al calculado que es de $S = 2,14 \text{ pulg}^3$.

En el mercado el perfil con características similares según DIPAC MANTA S.A (ver Anexo III). Con una calidad de acero estructural A – 36 es la UPN 100 por tener un $I_x = 206 \text{ cm}^4$ o $4,95 \text{ pulg}^4$ que es similar al encontrado en la tabla A16 - 2 del perfil C4 x 7.25 con un $I_x = 191,05 \text{ cm}^4$ o $4,59 \text{ pulg}^4$.

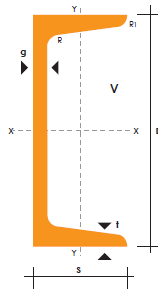


Figura 3.6 Perfil C

Fuente: DIPAC MANTA S.A

Altura (h)= 100 mm, Ancho (s)= 50 mm, Espesor (g) = 6 mm

3.6 DISEÑO DE LOS RODILLOS

Los rodillos tienen como función reducir la altura de la granola para de esta manera obtener el grosor adecuado para la fabricación de barras energéticas de granola, para conseguir un laminado perfecto es necesario utilizar velocidades pequeñas ya que a grandes velocidades la masa de granola no puede compactarse de la manera especificada.

3.6.1 FUNCIÓN

- Reducir el grosor de la masa.
- Hacer una masa homogénea y uniforme

3.6.2 PARÁMETROS DE DISEÑO GENERALES

- Debe laminar masa de granola (posee glucosa).
- El alto de la masa de granola debe estar entre los 15 a 20 mm

3.6.3 DIÁMETRO DE LOS RODILLOS

Al poseer un rodillo de gran diámetro, la reducción de la masa es más suave por lo tanto requiere de menor fuerza mecánica, lo que permite un mejor tratamiento de la masa lo contrario de tener un rodillo de menor diámetro, estos hacen que la masa se frene y no se obtenga un perfecto formado en términos de uniformidad, además de dañar la masa de granola, produciendo una masa no uniforme ni continua.

Ecuación 3.4 Diámetro del rodillo

$$D = \frac{P}{\pi}$$

Fuente: (Ferdinand P. Beer, 2010)

Dónde:

D Diámetro del rodillo

P Perímetro

Para calcular el diámetro del primer rodillo se considera que por cada revolución debe recorrer una distancia de 0,5 m a diferente del segundo rodillo que debe recorrer una distancia de 0,3 m por revolución este dato fue obtenido a través de la realización de pruebas donde se utilizó diferentes diámetros de rodillos para observar el área de contacto necesario para arrastrar la masa de granola.

La Tabla 3.4 indica los resultados obtenidos de los diámetros de los diferentes rodillos.

Tabla 3.3 Diámetros de los rodillos

	Ecuación	Datos	Resultado	Unidades
Rodillo Formador	Ecuación 3.5 Diámetro del rodillo. $D=P/\pi$	P = 0.5	D = 0,15	m
Rodillo Laminador		P = 0.3	D = 0,10	m

3.6.4 LONGITUD DE LOS RODILLOS

Se establece una longitud del rodillo del 0.45 m debido a que se quiere formar 15 barras de 0,03 m.

3.6.5 SISTEMA MOTRIZ

El sistema motriz hace girar el rodillo a una velocidad constante. Durante este movimiento se genera una fricción entre la granola y el rodillo.

El sistema motriz está formado por:

- Motor
- Transmisión
- Eje del cilindro

Mediante la utilización de las diferentes fórmulas descritas a continuación es posible encontrar la potencia necesaria para poder realizar el movimiento del rodillo.

- **Velocidad Angular.-** En base al radio del rodillo se calcula la velocidad angular a través de la ecuación 3.6.

Ecuación 3.5 Velocidad angular

$$\omega = \frac{v}{r}$$

Fuente: (Viloria, 2010)

Donde

ω Velocidad angular

v Velocidad lineal

r Radio del rodillo.

- **Área en contacto con la masa de granola.-** El área de contacto que tiene el rodillo se obtiene utilizando el ángulo de agarre, cuyo valor se obtiene a través de la ecuación 3.7.

Ecuación 3.6 Cálculo del área

$$Area = x * y$$

Fuente: (Saráuz Teran, 2011)

Donde

x longitud del rodillo 0.45 m

y ancho del área de la masa en contacto con el rodillo.

$$y = \sqrt{r * (hi - ho)}$$

Fuente: (Saráuz Teran, 2011)

Donde:

r Radio del rodillo

hi Separación entre el rodillo y la banda en la entrada de la masa.

ho Separación entre el rodillo y la banda en la salida de la masa.

Los valores de hi y ho se pueden ver en la figura 3.8.

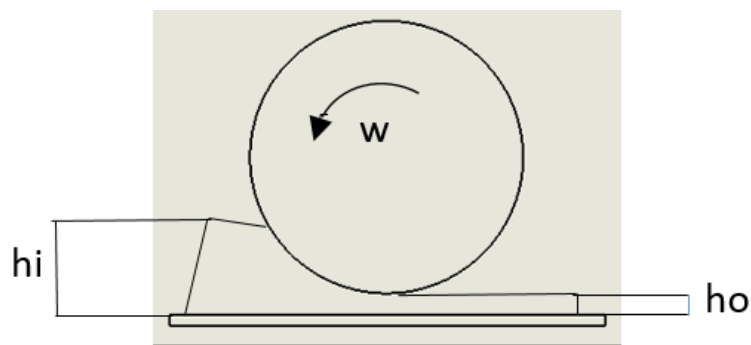


Figura 3.7 Valores de hi y ho del rodillo laminador

- **Fuerza ejercida por la presión.-** La fuerza que ejerce el rodillo para aplastar la masa de granola se puede obtener a través de la ecuación 3.8.

Ecuación 3.7 Fuerza aplicada

$$F = A * Pr$$

Fuente: (Nisbett, 2008)

Donde

F Fuerza

A Área de contacto

Pr Presión ejercida por el rodillo sobre la masa

- **Torque.-** Mediante la ecuación 3.9 es posible calcular el torque que posee el rodillo.

Ecuación 3.8 Torque

$$T = F * M$$

Fuente: (Saráuz Teran, 2011)

Donde

T Torque

F Fuerza ejercida por el rodillo

M Posición del centro de gravedad respecto al centro del rodillo y posición de la resultante de la presión.

A través de la ecuación 3.10 se puede obtener el valor de M .

Ecuación 3.9 Posición del centro de gravedad

$$M = y/2$$

Fuente: (Saráuz Teran, 2011)

Siendo:

y ancho del área proyectada del rodillo.

- **Potencia.-** A través de la ecuación 3.11 podemos encontrar la potencia necesaria del motor para mover el rodillo laminador.

Ecuación 3.10 Potencia

$$P = T * \omega$$

Fuente: (Viloria, 2010)

Donde

P Potencia

T Torque

ω Velocidad angular

En la tabla 3.5 se pueden observar los diferentes resultados cuyo objetivo es encontrar la potencia del motor.

Tabla 3.4 Cálculos para encontrar la potencia del motor

Potencia del motor				
Datos		Operación	Resultado	
Rodillo Formador	Rodillo Laminador		Rodillo Formador	Rodillo Laminador
$v = 29,44 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$ $r = 0,075 \text{ m}$ $x = 0,45 \text{ m}$ $h_i = 0,03 \text{ m}$ $h_o = 0,02 \text{ m}$ $Pr = 26800 \text{ Kg/m}^2$	$v = 19,63 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$ $r = 0,050 \text{ m}$ $x = 0,45 \text{ m}$ $h_i = 0,02 \text{ m}$ $h_o = 0,015 \text{ m}$ $Pr = 16100 \text{ Kg/m}^2$	Remplazando en la ecuación 3 – 6	$\omega = 3,75 \text{ rpm}$	$\omega = 3,75 \text{ rpm}$
		Remplazando en la ecuación 3 – 7	$Area = 0,012 \text{ m}^2$	$Area = 0,0071 \text{ m}^2$
		Remplazando en la ecuación 3 – 8	$F = 321,6 \text{ Kg}$	$F = 114,55 \text{ Kg}$
		Remplazando en la ecuación 3 – 9	$T = 4,5 \text{ Kg} \cdot \text{m} * \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kgf}}$ $T = 44,12 \text{ N} \cdot \text{m}$	$T = 0,9 \text{ Kg} \cdot \text{m} * \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kgf}}$ $T = 8,87 \text{ N} \cdot \text{m}$
		Remplazando en la ecuación 3 – 10	$M = 0,014 \text{ m}$	$M = 0,0079 \text{ m}$
		Remplazando en la ecuación 3 – 11	$Pot = 0,023 \text{ hp}$	$Pot = 0,005 \text{ hp}$

3.6.5.1.1 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS PARA EL MOVIMIENTO DE LOS RODILLOS.

Los elementos que serán seleccionados deben cumplir los siguientes requerimientos.

$$\omega = 3,75 \text{ rpm}$$

$P = 0,023 \text{ hp}$ (Potencia necesaria para mover el rodillo sin tomar en cuenta las perdidas)

Para poder realizar el movimiento del rodillo se selecciona:

- Motor
- Transmisión por cadena

3.6.5.1.2 SELECCIÓN DEL MOTOR

Debido a que la velocidad angular necesaria es muy baja se contara con un variador de frecuencia además de una transmisión por cadena, por lo tanto para la selección del motorreductor se asumirá los siguientes datos:

$P_s = \frac{1}{8} \text{ HP}$ Esta potencia de salida es la más cercana a 0,023 hp el cual se obtuvo mediante cálculos.

$\eta_c = 98\%$ (Rendimiento de la transmisión por cadena)

$\eta_r = 59\%$ (Rendimiento del reductor)

Cálculo de la potencia para la selección del motor

$$P_e = \frac{P_s}{\eta_c * \eta_r}$$

Reemplazando

$$P_e = \frac{0,125 \text{ HP}}{0,98 * 0,59}$$

$$P_e = 0,22 \text{ HP}$$

Mediante los datos obtenidos a través del cálculo de la potencia del motor se requiere de un motor de 0,22 hp y en el mercado el más cercano es de $\frac{1}{4}$ hp, pero por disposición de la empresa Industrial Productos el Chinito S.C.C se selecciona un motor-reductor de $\frac{3}{4}$ hp puesto que la empresa dispone del mismo además de ser requisito la utilización de un reductor el cual se selecciona mediante la figura 3.9.

Datos:

Potencia en el eje de entrada = $\frac{3}{4}$ HP

R.P.M en el eje de salida = 60

	Relación de Transmisión	Hasta 20 HP	R.P.M. EN EL EJE DE ENTRADA			
			1450	970	750	500
MG 100	1:6	Potencia en el eje de entrada HP	35,5	23,5	18,5	12
		R.P.M. en el eje de salida	241	161	125	83
	1:7	Potencia en el eje de entrada HP	32	21	17	11
		R.P.M. en el eje de salida	199	133	103	69
	1:8	Potencia en el eje de entrada HP	28	19	14,5	10
		R.P.M. en el eje de salida	174	117	90	60
	1:9,5	Potencia en el eje de entrada HP	26,5	17	14	9
		R.P.M. en el eje de salida	152	102	79	52
	1:10	Potencia en el eje de entrada HP	25	17	13	8,5
		R.P.M. en el eje de salida	141	95	73	49
	1:11	Potencia en el eje de entrada HP	24	16	12,5	8
		R.P.M. en el eje de salida	131	88	68	45
	1:12	Potencia en el eje de entrada HP	23	16,5	12	8
		R.P.M. en el eje de salida	122	82	63	42
	1:13	Potencia en el eje de entrada HP	21	14	11	7
		R.P.M. en el eje de salida	113	75	58	39
	1:14	Potencia en el eje de entrada HP	19,5	13,5	10,5	7
		R.P.M. en el eje de salida	104	69	54	36
	1:15	Potencia en el eje de entrada HP	18,5	12,5	9,5	6,5
		R.P.M. en el eje de salida	96	64	49	33
1:16,5	Potencia en el eje de entrada HP	17,5	11,5	8,5	6	
	R.P.M. en el eje de salida	87	58	45	30	
1:18,5	Potencia en el eje de entrada HP	16	10	7,5	5	
	R.P.M. en el eje de salida	78	52	41	27	
1:20	Potencia en el eje de entrada HP	15	9	7	4,5	
	R.P.M. en el eje de salida	73	49	38	25	

Figura 3.8 Tabla de selección de un reductor

Fuente: (Industrias Metalúrgicas, 2012)

Mediante la observación de la figura 3.9 y con los datos de entrada necesarios es necesario un reductor MG 100 con una relación de 1:20 para lo cual la

empresa Industrial Productos el Chinito cuenta con un motor-reductor cuyas características se aprecian en la Tabla 3.6.

Tabla 3.5 Datos de la placa del motor seleccionado

Modelo	S97-240
Frecuencia	60 Hz
Potencia	3/4 HP
RPM	60
Voltaje	220 / 440 VAC
Amperaje	2,0 / 1.0 A

Fuente: Industrial “Productos el Chinito S.C.C”

3.6.6 DISEÑO DEL EJE DE LOS RODILLOS

Para poder realizar el diseño del eje de los rodillos se debe tener en cuenta todas las fuerzas que actúan sobre el mismo para de esta manera poder seleccionar de la manera más adecuada su diámetro.

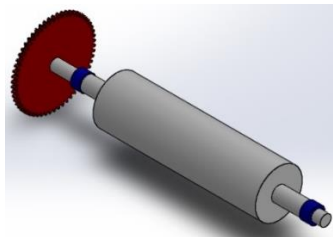


Figura 3.9 Rodillo

3.6.6.1 SELECCIÓN DE LA CATARINA Y CADENA

Para poder seleccionar una Catarina es necesario de los siguientes parámetros:

- Velocidad angular de salida del moto-reductor que es de 60 rpm
- Potencia de salida del moto-reductor que es de 3/4 HP
- Distancia entre centros aproximada es de 15 pulgadas

Para poder determinar el número de dientes de la catarina conducida es necesario asumir el número de dientes la de la catarina conductora la cual tomara como requisito tener una relación de transmisión de 3:1, para obtener este dato se utiliza la ecuación 3.12.

Ecuación 3.11 Número de dientes de la catarina conducida

$$N2 = \frac{n1}{n2} * N1$$

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Donde:

N2 Número de dientes de la catarina conducida

N1 Número de dientes de la catarina conductora

n1 Velocidad de la catarina conductora

n2 Velocidad de la catarina conducida

Para el cálculo y diseño de las cadenas de transmisión se usará la potencia corregida de cálculo (P_c), obtenida a partir de la potencia transmitida por el motor-reductor (P) calculada anteriormente la cual es afectada por los coeficientes que tendrán en cuenta diversos aspectos del montaje y uso de la cadena (Ingemecánica, 2012).

Ecuación 3.12 Potencia corregida

$$P_c = K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * P$$

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Donde

P_c Potencia corregida

$K1, K2, K3, K4$ y $K5$ coeficientes correctores

P Potencia de salida del moto-reductor

3.6.6.1.1 COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

✓ Coeficiente $K1$

Para el cálculo del coeficiente $K1$ se debe tener en cuenta que el número de dientes de la rueda conductora sea distinto a 19 puesto que si el número de dientes de la rueda conductora es igual a 19 el coeficiente ($K1$) toma el valor de $K1 = 1$. Caso contrario se utiliza la ecuación 3.14.

Ecuación 3.13 Coeficiente K1

$$K1 = \frac{19}{z}$$

Fuente: (Nisbett, 2008)

Siendo

z número de dientes de la rueda conductora

✓ Coeficiente K2

El coeficiente K2 tiene en cuenta el número de cadenas empleadas en la transmisión.

✓ Coeficiente K3

El coeficiente K3 es aquel el cual toma en cuenta el número de eslabones o enlaces que conforman la cadena. En el Anexo IV se puede observar los valores.

Siendo n el número de eslabones o enlaces de la cadena y N es el número de ruedas de la transmisión.

✓ Coeficiente K4

Este coeficiente K4 o factor de trabajo tiene en cuenta tanto la regularidad de marcha del motor de accionamiento, como el tipo de máquina o instalación que debe accionar, cuyo funcionamiento puede ser suave o irregular con impactos o golpes (*Ver Anexo IV*).

✓ Coeficiente K5

El coeficiente K5 determina la duración en función de la vida útil prevista para la cadena (*Ver Anexo IV*).

La tabla 3.7 indica los diferentes cálculos realizados para seleccionar la catarina y la cadena necesaria para el desarrollo del presente proyecto.

Tabla 3.6 Cálculos para la selección de la catarina y cadena

Símbolo	Datos		Operación	Resultado	
	Rodillo Amasador	Rodillo Laminador		Rodillo Amasador	Rodillo Laminador
Número de dientes de la catarina conducida					
N1	17	19	Reemplazando en la ecuación 3 – 12	N2 = 56,7	N2 = 51,8
n1	60	60			
n2	18	22			
Potencia corregida					
K1	1,12	1	Reemplazando en la ecuación 3 – 13	Pc = 1 hp	Pc = 0,9 hp
K2	1	1			
K3	0,8	1,2			
K4	1	1			
K5	1	1			
P	$\frac{3}{4}$ hp	$\frac{3}{4}$ hp			

3.6.6.1.2 SELECCIÓN DE LA CADENA

Después de obtener los datos necesarios se puede realizar la selección de la cadena (*Ver Anexo V*).

Los datos necesarios para poder seleccionar la cadena son:

- Potencia corregida de cálculo (Pc)
- Cadena simple
- Velocidad de giro del piñón

Mediante la utilización la tabla mostrada en el Anexo V se selecciona una cadena 08B con un paso 12.7 mm.

3.6.6.1.2.1 LONGITUD DE LA CADENA

Mediante la ecuación 3.15 se puede calcular la longitud de la cadena.

Ecuación 3.14 Longitud de la cadena

$$L_c = \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{2C}{p} + \frac{p \left(\frac{N_2 - N_1}{\pi} \right)^2}{C}$$

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Donde

- L_c Longitud de la cadena
- N₁ Número de dientes de la catarina conductora
- N₂ Número de dientes de la catarina conducida
- p Paso de la cadena
- C Distancia entre centros

La tabla 3.8 muestra la longitud de la cadena utilizando la ecuación 3.15.

Tabla 3.7 Calculo de la longitud de la cadena

Datos		Operación	Resultado	
Rodillo Amasador	Rodillo Laminador		Rodillo Amasador	Rodillo Laminador
N1 = 17 N2 = 58 p = ½ pulg C = 15 pulg	N1 = 19 N2 = 54 p = ½ pulg C = 15 pulg	Reemplazando en la ecuación 3 – 13	Lc = 86,02 pulg	Lc = 107,32 pulg

3.6.6.2 CARGAS PRODUCIDAS POR LA CATARINA

Es de importancia el cálculo de las fuerzas de transmisión de movimiento por la catarina, puesto que, es el punto de partida para poder dimensionar el eje del rodillo laminador.

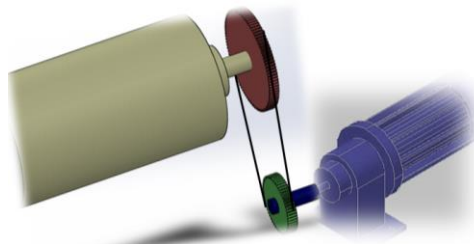


Figura 3.10 Transmisión por cadena

Para poder observar las fuerzas que actúan sobre la catarina es necesarios la realización de un diagrama de cuerpo libre, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

1. La catarina A es la catarina del piñón.
2. La cadena tiene un lado tensionado el cual produce el par torsional en cada catarina. El otro lado de la cadena llamado lado flojo, no ejerce fuerzas sobre la catarina. Por lo tanto, la fuerza flexionante total sobre el eje que sostiene la catarina es igual a la tensión del lado tenso de la cadena.
3. Debido a que la transmisión de movimiento se realiza por cadena de rodillos, las fuerzas producidas por la cadena son perpendiculares al diámetro de paso de las catarinas.

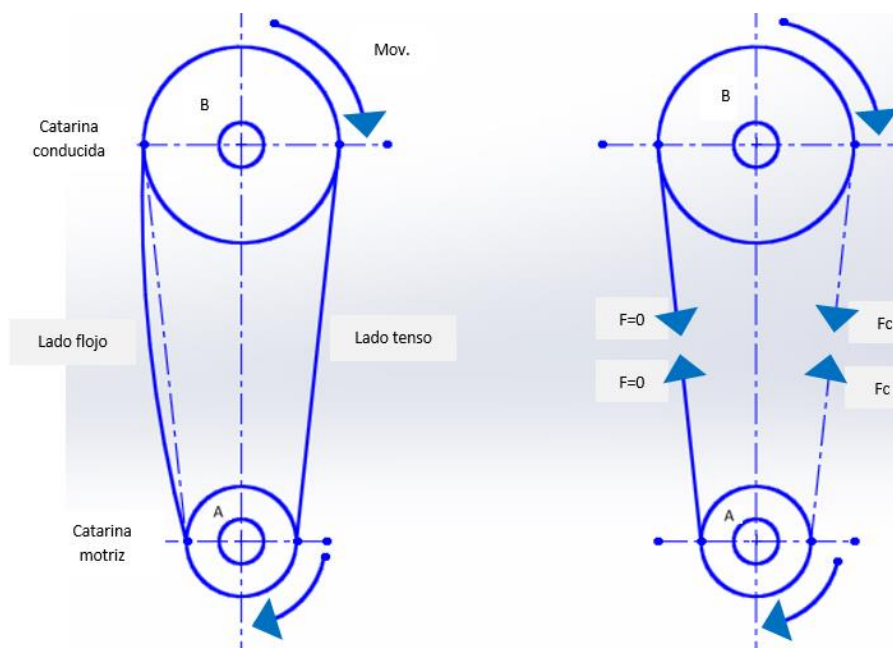


Figura 3.11 Diagrama de cuerpo libre

En la figura 3.11 y 3.12 se puede observar la transmisión por cadena que se utilizara para mover el rodillo y un diagrama de cuerpo libre de las cargas que actúan sobre la catarina.

Mediante la potencia entregada por el motor se procede a encontrar el par torsional que se transmite a las catarinas.

Ecuación 3.15 Par torsional

$$T = \frac{P}{2\pi * w}$$

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Donde:

T Par torsional

P Potencia

w Velocidad entregada por el motor-reductor

Ecuación 3.16 Fuerza flexionante

$$F_c = \frac{T}{rp}$$

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Donde:

Fc longitud del rodillo

rp radio de paso catarina

En la tabla 3.9 se puede apreciar las diferentes fuerzas producidas en la catarina.

Tabla 3.8 Cálculos de las fuerzas producidas

Datos		Operación	Resultado	
Rodillo Amasador	Rodillo Laminador		Rodillo Amasador	Rodillo Laminador
$P = \frac{3}{4} \text{ hp}$ $w = 60\text{rpm}$	$P = \frac{3}{4} \text{ hp}$ $w = 60\text{rpm}$	Reemplazando en la ecuación 3 – 14	$T_A = 89.05 \text{ N.m}$ $T_B = 302,25 \text{ N.m}$	$T_A = 89.05 \text{ N.m}$ $T_B = 255,39 \text{ N.m}$
Diámetro de paso catarina 58 dientes (Anexo VI) $dp = 234,77 \text{ mm}$	Diámetro de paso catarina 58 dientes (Anexo VI) $dp = 218,43 \text{ mm}$	Reemplazando en la ecuación 3 – 15	$F_C = 2577,05 \text{ N}$ $F_{Cx} = -2564,75 \text{ N}$ $F_{Cy} = -251,48 \text{ N}$	$F_C = 2338,49 \text{ N}$ $F_{Cx} = -2321,33 \text{ N}$ $F_{Cy} = -228,19 \text{ N}$
Diámetro de paso catarina 17 dientes (Anexo VI) $dp = 69,11 \text{ mm}$	Diámetro de paso catarina 17 dientes (Anexo VI) $dp = 76,16 \text{ mm}$			

3.6.6.3 CARGAS EN EL EJE

En la figura se puede observar todas las cargas que actúan sobre el rodillo.

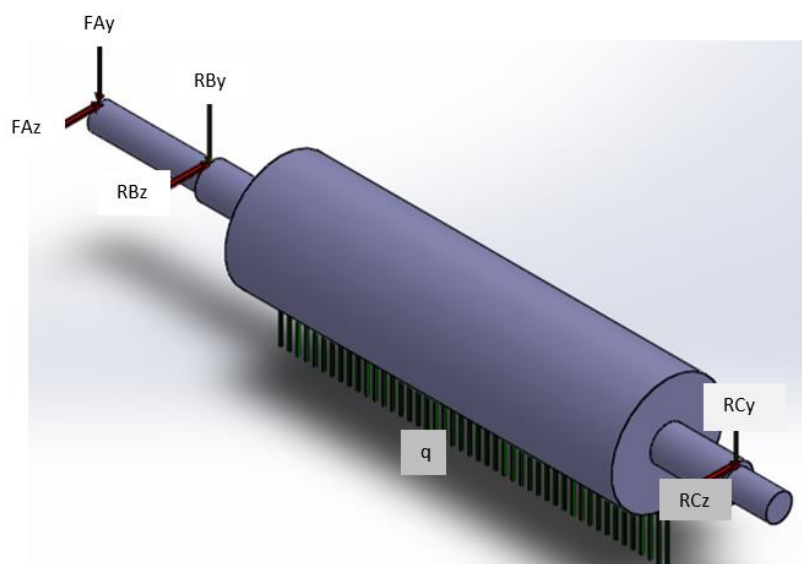


Figura 3.12 Fuerzas ejercidas en el rodillo

3.6.6.3.1 ANÁLISIS DE LOS RODILLOS

- Rodillo Formador

Datos

$W_1 = 11105,44 \text{ N.m}$ Fuerza ejercida por el primer rodillo obtenida a través de pruebas las cuales fueron realizadas con distintos pesos los cuales presionaban a la masa hasta que la misma quede laminada.

$$F_c = (-2564,75j - 251,48 k) \text{ N}$$

- Rodillo Laminador

Datos

$W_1 = 4911,95 \text{ N.m}$ Fuerza ejercida por el segundo rodillo obtenida a través de pruebas las cuales fueron realizadas con distintos pesos los cuales presionaban a la masa hasta que la misma quede laminada.

$$F_c = (-2327,33 j - 228,19 k) \text{ N}$$

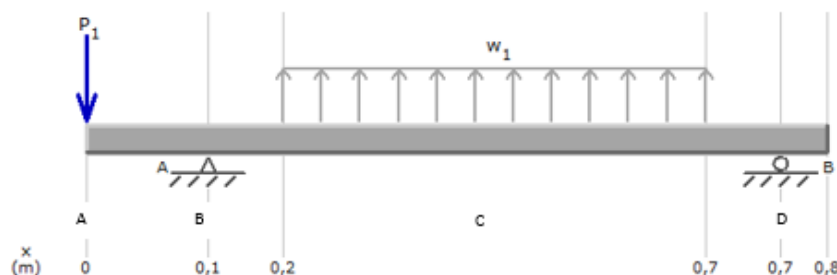


Figura 3.13 Diagrama rodillos

Al analizar la gráfica obtenida mediante MDSOLIDS se puede deducir que el peor caso ocurre en el primer rodillo debido a que posee una mayor fuerza, cabe recalcar que la geometría del primer rodillo con el segundo rodillo son casi las mismas, por tal motivo se realiza el diseño del eje para el primer rodillo el cual también servirá para el segundo rodillo debido a que los resultados finales serían los mismos.

3.6.6.3.2 DISEÑO DEL EJE DEL RODILLO FORMADOR

Debido a que el eje está sometido solo a cargas de flexión y torsión (Forma combinada) se utilizara las diferentes ecuaciones planteadas (Robert L. Mott, 2006) para poder determinar los diferentes diámetros (Ver figura 3.15)

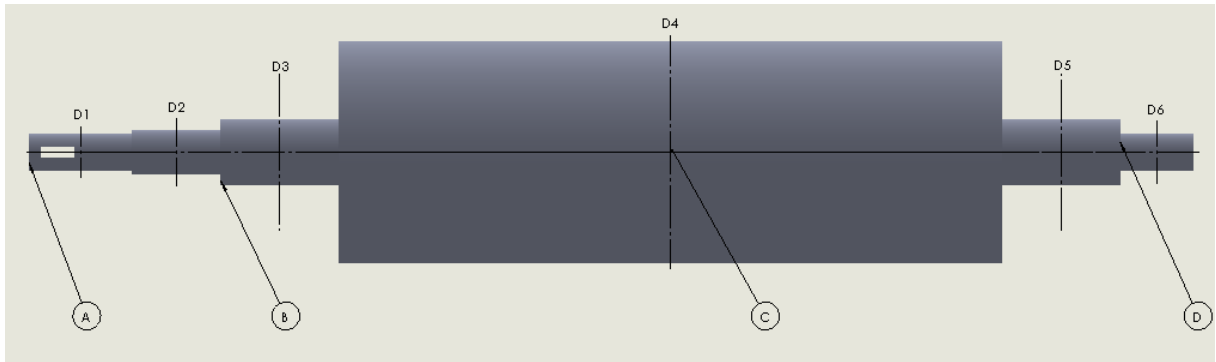


Figura 3.14 Diámetros rodillo formador

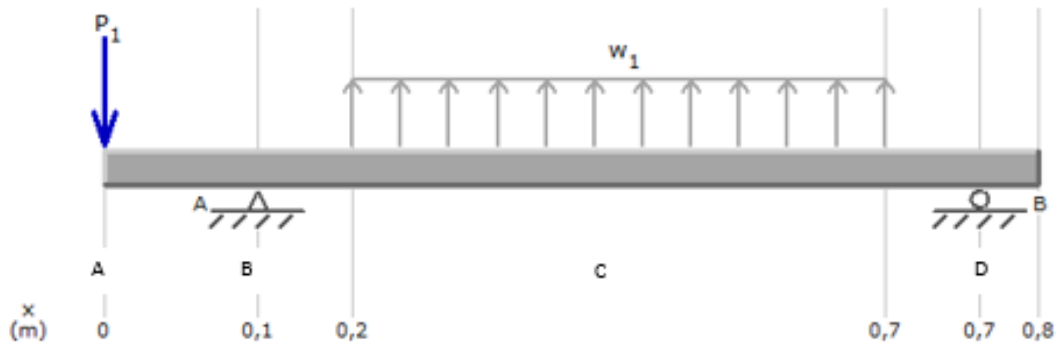


Diagrama de cortes y momentos en el plano x - y

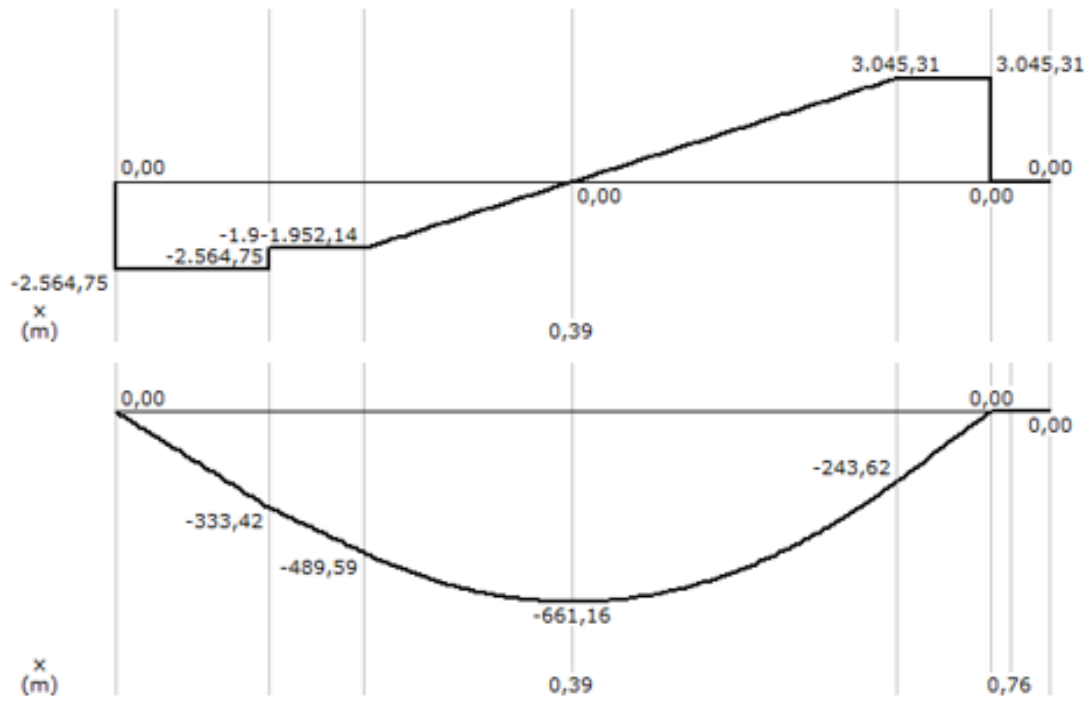


Figura 3.15 Diagrama de cortes y momentos eje x - y

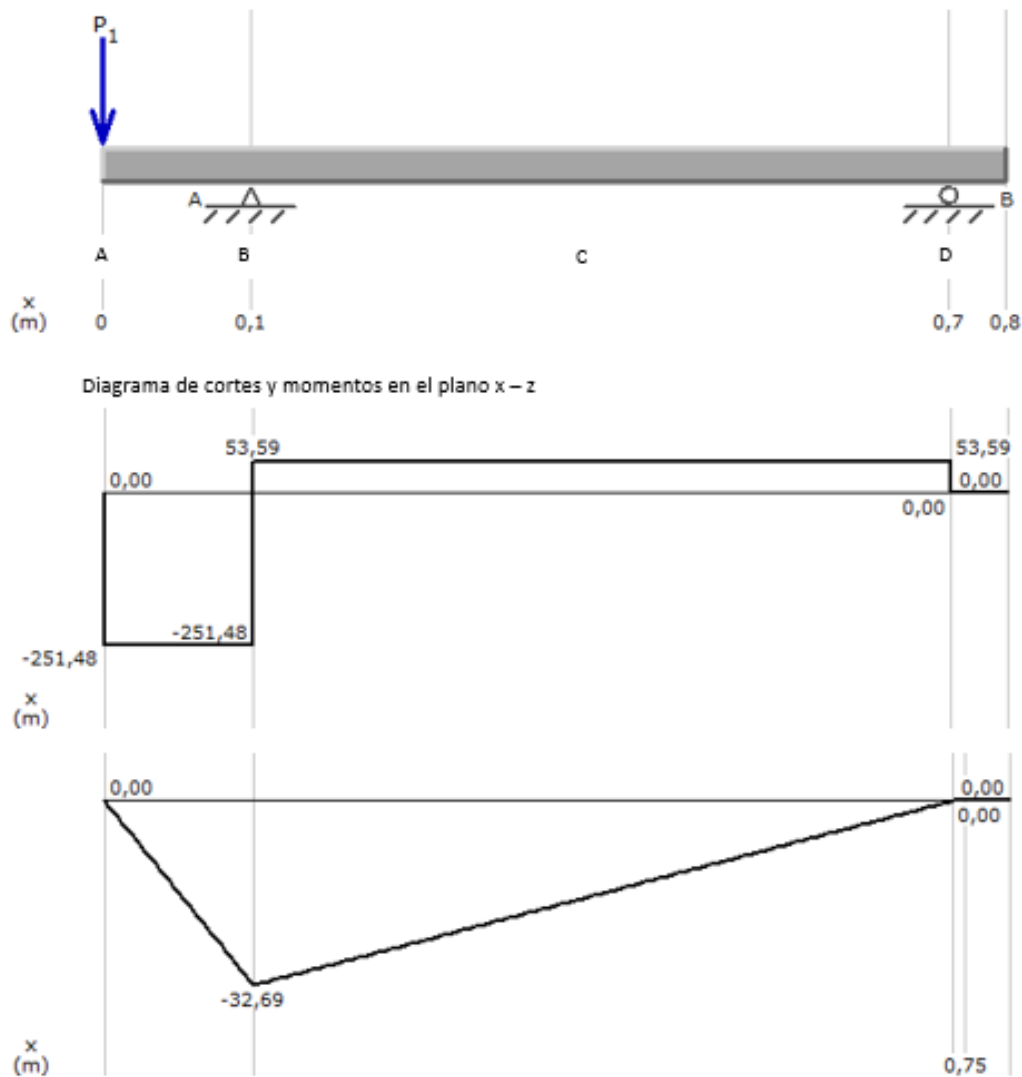


Figura 3.16 Diagrama de cortes y momentos eje x - z

$$R_B = (R_{Bx} + R_{By})$$

$$R_B = (305,07 + 612,61) [N]$$

$$R_B = (R_{Dx} + R_{Dy})$$

$$R_B = (-53,59 - 3045,31)[N]$$

Antes de diseñar el eje hay que tener en cuenta el material del que va a ser realizado y sus propiedades, en la realización de este proyecto se asumirá un acero inoxidable 304 puesto que es el indicado para estar en contacto con alimentos (*Ver Anexo VII*), este material posee una resistencia a la tensión de:

$$S_u = 586 \text{ MPa}$$

Es necesario calcular la resistencia a la fatiga S'_n donde se incluyen todos los factores que afectan al eje.

Ecuación 3.17 Resistencia a la fatiga real estimada

$$S'_n = S_n * C_m * C_{st} * C_R * C_S$$

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

La tabla 3.10 muestra los diferentes factores necesarios para el cálculo de la resistencia a la fatiga.

Tabla 3.9 Resistencia a la fatiga real sustituida factores

Resistencia a la fatiga real estimada		
Símbolo	Observaciones	Resultado
Resistencia a la fatiga		
S_n	Mediante la utilización del Anexo VIII se puede obtener la resistencia a la fatiga teniendo como parámetro principal la resistencia a la tensión del material seleccionado.	250 MPa
Factor del material		
C_m	A través del Anexo VIII se puede obtener el valor del factor de material deduciéndolo a través del material del cual se encuentra constituido el eje.	1
Factor tipo de esfuerzos		
C_{st}	De acuerdo a los esfuerzos presentes en el eje se puede obtener el factor de esfuerzos.	1
Factor de confiabilidad		
C_R	Según la tabla 5 – 1 (Ver Anexo VIII) se puede especificar el factor de confiabilidad teniendo como parámetro la confiabilidad deseada por el diseñador.	0,81
Factor de tamaño		
C_S	Mediante la utilización del Anexo VIII se puede obtener el valor del parámetro de tamaño cuyo parámetro es el diámetro	0,72

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Reemplazando en la ecuación 3.18

$$S'_n = 250 * 1 * 1 * 0,81 * 0,72$$

$$S'_n = 145,8 \text{ MPa}$$

En la figura 3.15 se puede observar los diferentes puntos en el eje los cuales serán los cambios de sección que serán encontrados a través de las ecuaciones utilizando como referencia el diseño de ejes del libro (Robert L. Mott, 2006).

Ecuación 3.18 Momento resultante

$$M = \sqrt{(M_x)^2 + (M_y)^2}$$

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Ecuación 3.19 Diseño para ejes

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

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Se considera un factor de diseño $N = 2,5$ debido a que está bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en todos los datos de diseño (Robert L. Mott, 2006).

- **Punto A**

En el punto A la catarina produce torsión en el eje desde A hacia la derecha y a la izquierda no hay fuerzas por lo que el momento flexionante en $A = 0$. Aplicando la ecuación en términos de torsión se puede encontrar el diámetro D1.

- **Punto B**

En el punto B es el lugar de un rodamiento, el cual posee un chaflán agudo a la derecha de B y a la izquierda de B posee un chaflán bien redondeado. Es recomendable que el diámetro D2 sea un poco menor que el diámetro D3 para que el rodamiento pueda deslizarse con facilidad hasta su punto.

Aplicando la ecuación en el punto B el momento resultante es:

A la izquierda del punto B y aplicando la ecuación a causa de la condición de esfuerzos combinados se obtiene el valor del diámetro D2, considerando un $K_t = 1,5$ debido a que es un chaflán bien redondeado.

A la derecha del punto B con los mismos datos que se consideraron a la izquierda del punto B y con un $K_t = 2,5$ debido a que es un chaflán agudo.

Punto C

En el punto C es donde existe un momento máximo por lo que el diámetro D4 será mayor debido a que en tal punto accionara una fuerza la cual comprimirá a la masa.

En la tabla 3.11 se puede observar los resultados obtenidos en los diferentes puntos del eje.

Tabla 3.10 Cálculo de diámetros del eje

Punto	Datos	Ecuación	Resultado
A	$M_A = 0$ $T_B = 302,25 \text{ N.m}$ $N = 2$ $S_y = 241 \text{ MPa}$	Ecuación 3.20 diseño para ejes.	$D_1 = 0,030 \text{ m}$
B	$M_{Bz} = 32,69 \text{ N.m}$ $M_{By} = 333,42 \text{ N.m}$ $K_t = 1,5$ Chaflán bien redondeado $S'_n = 145,8 \text{ MPa}$ $S_y = 241 \text{ MPa}$	Ecuación 3.19 Momento resultante Ecuación 3.20 diseño para ejes.	$M_B = 335,12 \text{ N.m}$ $D_2 = 0,045 \text{ m}$
C	$K_t = 2,5$ Chaflán agudo	Ecuación 3.20 diseño para ejes.	$D_3 = 0,053 \text{ m}$
D	$M_{Bz} = 18,76 \text{ N.m}$ $M_{By} = 661,16 \text{ N.m}$ $K_t = 2,5$ Chaflán agudo $S'_n = 145,8 \text{ MPa}$ $S_y = 241 \text{ MPa}$	Ecuación 3.19 Momento resultante Ecuación 3.20 diseño para ejes.	$M_B = 661,47 \text{ N.m}$ $D_4 = 0,066 \text{ m}$

3.6.6.3.3 DISEÑO DE LA CUÑA

Para el diseño de la cuña se utiliza el método descrito en el libro de (Robert L. Mott, 2006).

En el punto A del eje se montará una catarina que tiene un diámetro interno de 30 mm. La catarina transmite un par torsional de 302,25 N.m, el eje será elaborado de acero inoxidable 304. El ancho donde se monta la catarina es de 80 mm como se muestra en la figura 3.18.

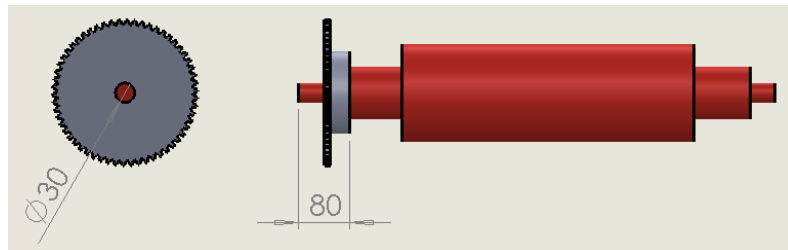


Figura 3.17 Posición del engrane

Se selecciona una dimensión estándar de una cuña para un eje de 30 mm de diámetro interno la cual sería $W = \frac{1}{4}$ $H = \frac{3}{16}$ (Ver Anexo IX).

Se selecciona un material ASTM A 500 para la elaboración de la cuña cuyo valor de resistencia de fluencia es de $S_y = 228 \text{ MPa}$ (Ver Anexo X).

Una comprobación de las resistencias a la fluencia de los tres materiales como se puede observar en la tabla 3.12 demuestra que el material más débil es de la cuña. Entonces se puede emplear la ecuación 3.21 para calcular la longitud mínima que se requiere.

Tabla 3.11 Comparación de resistencia de materiales

Material utilizado en:	Resistencia de fluencia S_y
AISI A-500 cuña	228 MPa
Acero Inox 304 eje	241 MPa
A 220-99 catarina	483 MPa

Ecuación 3.20 Longitud de la cuña

$$L = \frac{4TN}{DWS_y}$$

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Donde:

L	Longitud de la cuña
T = 302 25 N.m o 302250 N.mm	Par torsional
N = 3	Factor de diseño
W = ¼ pulg o 6,35 mm	Ancho
H = 3/16 pulg	Altura
$S_y = 228 \text{ MPa o } 228 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$	Resistencia de fluencia
D= 30 mm	Diámetro

Reemplazando en la ecuación 3 – 19

$$L = \frac{4 * 302250 \text{ N. mm} * 3}{30 \text{ mm} * 6,35 \text{ mm} * 228 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]}$$

$$L = 83,5 \text{ mm}$$

3.6.6.3.4 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Ecuación 3.21 Carga dinámica equivalente

$$P = XF_r + XF_a$$

Fuente: Catalogo SKF

Donde:

P Carga dinámica equivalente del rodamiento

X Factor de carga radial del rodamiento

Y Factor de carga axial del rodamiento

F_r Carga radial

F_a Carga axial

Ecuación 3.22 Vida nominal

$$L_{nm} = a_1 * a_{SKF} * L_{10}$$

Fuente: Catalogo SKF

Donde:

L_{nm} Vida nominal SKF

a_1 Factor de ajuste de la vida

a_{SKF} Factor de ajuste de vida SKF

L_{10} Vida nominal básica

Ecuación 3.23 Capacidad de carga

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^K$$

Fuente: Catalogo SKF

En la Tabla 3.13 se puede observar los resultados necesarios para la selección de un rodamiento.

Tabla 3.12 Cálculos para seleccionar el rodamiento

Datos	Ecuación	Resultado
$F_a = 0$ $F_r = \sqrt{R_{Bz}^2 + R_{By}^2}$ $F_r = \sqrt{(305,07)^2 + (616,61)^2}$ $F_r = 687,95 \text{ N}$	Reemplazando en la ecuación 3.22 Carga dinámica equivalente	$P = F_r$ <p>Cuando $\frac{F_a}{F_r} > e$</p> $P = 687,95 \text{ N}$
$L_{nm} = 10^6 \text{ rev vida esperada}$ $a_1 = 0,21 \text{ (Ver Anexo XI)}$ $a_{SKF} = 10 \text{ (Ver Anexo XI)}$ $K=3$	Reemplazando en la ecuación 3.23 Vida nominal	$L_{10} = 4,7^5$
	Reemplazando en la ecuación 3.24 Capacidad de carga	$C=5,4 \text{ KN}$

Con los datos obtenidos se ha seleccionado un rodamiento 61906 que posee un diámetro interno de 30 mm con un $C = 7,28 \text{ KN}$ que es el más cercano al valor calculado (Ver Anexo XII).

3.7 DISEÑO DE LA BANDA TRANSPORTADORA

La banda transportadora es aquella la cual es utilizada para el desplazamiento de diferentes materiales desde un punto hacia otro, para poder efectuar este trabajo es necesario la utilización de un motor el cual genera la potencia precisa para su respectivo movimiento.

3.7.1 FUNCIÓN

- Transportar la masa de granola.

3.7.2 PARÁMETROS DE DISEÑO GENERALES

- La velocidad angular debe ser la misma que poseen los diferentes rodillos.
- La longitud de la banda debe ser de 4,5 metros.
- El ancho de la banda debe ser de 48 cm.

3.7.3 SELECCIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA

De acuerdo a los requerimientos necesarios para la construcción de la maquina laminadora de masa de granola se ha seleccionado una banda transportadora

de poliuretano (UPRO 2/13 W – M), la cual es la ideal para estar en contacto con alimentos, las diferentes características se muestran en el Anexo XIII.



Figura 3.18 Banda transportadora de poliuretano

Fuente: Industrial “Productos el Chinito S.C.C”

3.7.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS A SER TRANSPORTADOS.

En la tabla 3.14 se muestran las diferentes características de la masa de granola la cual será transportada, tales datos servirán para el cálculo de los diferentes parámetros en la selección de la banda y del motor.

Tabla 3.13 Características de la masa

Denominación		Carga
Material		Masa de granola
Forma		rectangular
Dimensiones	Ancho (A)	450 mm
	Altura (h)	15 mm
	Profundidad (P)	1000 mm
Densidad		1240 [Kg/m ³]
Volumen		0,00242 [m ³]
Masa carga (mq)		1 [Kg]
Peso unitario (Wq)		29,4 [N]

3.7.5 CÁLCULO DE LA BANDA COMPLETAMENTE CARGADA

Para poder obtener el valor de la capacidad de carga de la banda transportadora se aplica la ecuación 3.25.

Ecuación 3.24 Capacidad de transportación

$$Q_t = m_q * \text{numero de granolas}$$

Fuente: (Pirelli, 1961)

Donde

Q_t Capacidad de transportación

m_q Masa de la carga unitaria

Datos

$$m_q = 1 [Kg]$$

Numero de granolas en minuto = 70

Reemplazando en la ecuación 3.25

$$Q_t = 1 * 70$$

$$Q_t = 70 [Kg/min]$$

3.7.6 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE LA BANDA TRANSPORTADORA

La velocidad lineal de la banda transportadora se calcula aplicando la ecuación 3.26, donde es necesario saber el tiempo de recorrido de la masa en una distancia determinada, para obtener el tiempo se puso en marcha la banda transportadora y mediante un cronometro se tomó el tiempo que tarda la banda en recorrer un metro.

Ecuación 3.25 Velocidad lineal

$$V_t = \frac{L}{t}$$

Fuente: (Pirelli, 1961)

Donde

V_t Velocidad lineal de la banda transportadora

L Distancia recorrida

t Tiempo que tarda en recorrer la masa la distancia L

Datos:

L = 1 m

t = 1 min

Reemplazando en la ecuación 3.26

$$V_t = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ min}}$$

$$V_t = 1 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

3.7.7 CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA

La tensión efectiva (T_E) es la tensión que es aplicada por medio del motor para hacer girar la banda transportadora y los elementos que giran sobre ella para poder calcular dicha tensión es necesario considerar tres componentes tensión sin carga (T_x), tensión a plena carga (T_y) y la tensión para levantar la carga (T_z).

Aplicando la ecuación 3.27 se calcula la tensión necesaria para mover la banda sin carga y las partes impulsadas por las mismas.

Ecuación 3.26 Tensión sin carga

$$T_x = \mu * L_c * W_m$$

Fuente: (Pirelli, 1961)

Donde

T_x Tensión necesaria para mover la banda transportadora vacía

μ Coeficiente de fricción entre la banda y el rodillo

L_c Distancia entre centros del transportador

W_m Peso de las piezas en movimiento (Rodillos, banda, etc.)

Datos:

$$\mu = 0,2 \text{ (Ver anexo XIV)}$$

$$L_c = 4 \text{ m}$$

$$W_m = 8.3 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 81,34 \frac{\text{kg.m}}{\text{s}^2} \text{ donde (rodillos 7 [kg], banda 1,3 [Kg])}$$

Reemplazando en la ecuación 3.27

$$T_x = 0,2 * 4 * 81,34 \frac{\text{kg.m}}{\text{s}^2}$$

$$T_x = 65,072 \left[\frac{\text{kg.m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$T_x = 65,072 \text{ N}$$

Una vez encontrada la tensión necesaria para mover la banda sin carga se procede a calcular la tensión necesaria para moverla a plena carga para lo cual empleamos la ecuación 3.28.

Ecuación 3.27 Tensión a plena carga

$$T_y = \mu * L_c * Q$$

Fuente: (Pirelli, 1961)

Donde:

Q Peso de la carga por unidad de longitud

T_y Tensión necesaria para mover la banda transportadora a plena carga

μ Coeficiente de fricción entre la banda y el rodillo

Para el cálculo de la carga se aplica la ecuación 3.29.

Ecuación 3.28 Carga

$$Q = \frac{33,3 * Q_t}{V_t}$$

Fuente: (Pirelli, 1961)

Donde

Q_t Capacidad de transportación

V_t Velocidad lineal de transportación de la banda

Datos:

$\mu = 0,2$ (Ver Anexo XIV)

$L_c = 4$ m

$Q_t = 70$ [Kg/min]

$V_t = 1 \frac{m}{min}$

Reemplazando**Ecuación 3.29 Carga**

$$Q = \frac{33,3 * 70 \text{ [Kg/min]}}{1 \frac{m}{min}}$$

$$Q = 2331 \left[\frac{kg}{m} \right]$$

Ecuación 3.28 Tensión a plena carga

$$T_Y = 0,2 * 4 \text{ m} * 2331 \left[\frac{kg}{m} \right]$$

$$T_Y = 1864,8 \text{ kg} * \frac{9.8 \text{ N}}{1 \text{ kg}}$$

$$T_Y = 18275,04 \text{ N}$$

La tensión T_z la cual es la necesaria para levantar objetos es igual a 0 debido a la que la banda transportadora es horizontal.

Ecuación 3.29 Tensión efectiva

$$T_E = T_x + T_y + T_z$$

Fuente: (Pirelli, 1961)

Reemplazando

$$T_E = 65,072 + 18275,04$$

$$T_E = 18340,11 \text{ N}$$

La tensión efectiva (T_E) es la tensión necesaria para mover la banda sin embargo, la tensión total máxima de la banda, en sistemas de transmisión por fricción (transportadores, elevadores, bandas planas de transición y en V) hay que introducir tensiones adicionales las cuales son consideradas como tensión en el lado flojo T_2 y lado tenso T_1 como se muestran en la figura 3.20



Figura 3.19 Representación de las tensiones T1 y T2

3.7.7.1 CÁLCULO TENSIONES ADICIONALES

Ecuación 3.30 Tensión lado flojo o lado de retorno (T2)

$$T_2 = K * T_E$$

Fuente: (Pirelli, 1961)

Donde

$K = 1,2$ Factor de transmisión basado en el coeficiente de fricción, arco de contacto y tipo de tensor (ver Anexo XV)

Reemplazando en la ecuación 3.31

$$T_2 = 1,2 * 18340,11 \text{ N}$$

$$T_2 = 22008,13 \text{ N}$$

Ecuación 3.31 Tensión lado flojo o lado tenso (T1)

$$T_1 = T_E + T_2$$

Fuente: (Pirelli, 1961)

Reemplazando en la ecuación 3.32

$$T_1 = 18340,11 + 22008,13$$

$$T_1 = 40348,24 \text{ N}$$

3.7.8 CÁLCULO DEL TORQUE Y LA POTENCIA DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Para el movimiento de una banda transportadora es necesario de un torque y una potencia la cual es conseguida por un motor-reductor, para el cálculo de los parámetros se utiliza las siguientes ecuaciones.

Ecuación 3.32 Torque

$$T_{orque} = (T_1 - T_2) * R_r$$

Fuente: (Pirelli, 1961)

Ecuación 3.33 Potencia requerida por la banda transportadora

$$P = (T_1 - T_2) * V_t$$

Fuente: (Pirelli, 1961)

Datos

$$R_r = 0.0455 \text{ m}$$

$$T_1 = 40348,24 \text{ N}$$

$$T_2 = 22008,13 \text{ N}$$

$$V_t = 1 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Reemplazando**Ecuación 3.33 Torque**

$$T_{orque} = (40348,24 - 22008,13) * 0,0455$$

$$T_{orque} = 834,48 \text{ [N.m]}$$

Ecuación 3.34 Potencia requerida por la banda transportadora

$$P = (40348,24 - 22008,13) \text{ N} * 1 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$P = 18340,11 \frac{\text{N.m}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 305,67 \frac{\text{N.m}}{\text{s}}$$

$$P = 305,67 \frac{\text{N.m}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ W}}{1 \frac{\text{N.m}}{\text{s}}}$$

$$P = 305,67 \text{ W} * \frac{1 \text{ HP}}{746 \text{ W}}$$

$$P = 0,41 \text{ HP}$$

3.7.8.1 COMPROBACIÓN DE LA POTENCIA REQUERIDA

$$P = T_{orque} * \omega$$

$$P = 834,48 \text{ N.m} * 3.75 \text{ rpm} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ s}} * \frac{1 \text{ hp}}{746 \text{ W}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ revolución}}$$

$$P = 0,43 \text{ hp}$$

3.7.9 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS PARA EL MOVIMIENTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Los elementos que serán seleccionados deben cumplir los siguientes requerimientos.

$$\omega = 3,75 \text{ rpm}$$

$P = 0,43 \text{ HP}$ (Potencia necesaria para mover la banda transportadora sin tomar en cuenta las perdidas)

Para poder realizar el movimiento de la banda se selecciona:

- Motor
- Transmisión por cadena

3.7.9.1 SELECCIÓN DEL MOTOREDUCTOR

Debido a que la velocidad angular necesaria es muy baja se contara con un variador de frecuencia además de una transmisión por cadena la cual será de una relación de 3:1, por lo tanto para la selección del motor se asumirá los siguientes datos:

$$P_s = 0,43 \text{ HP} \text{ (Potencia de salida)}$$

$$\eta_c = 98\% \text{ (Rendimiento de la transmisión por cadena)}$$

$$\eta_r = 59\% \text{ (Rendimiento del reductor)}$$

Cálculo de la potencia para la selección del motor

$$P_e = \frac{P_s}{\eta_c * \eta_r}$$

Reemplazando

$$P_e = \frac{0,43 \text{ HP}}{0,98 * 0,59}$$

$$P_e = 0,74 \text{ HP}$$

Mediante los datos obtenidos a través del cálculo de la potencia del motor se selecciona un motor de $\frac{3}{4}$ hp ya que es la potencia más cercana a la calculada y es posible encontrar un motor en el mercado con dichas características, puesto que la empresa dispone del mismo además de ser requisito la utilización de un reductor el cual se selecciona mediante la figura 3.21

Datos:

Potencia en el eje de entrada = $\frac{3}{4}$ HP

R.P.M en el eje de salida = 60

	Relación de Transmisión	Hasta 20 HP	R.P.M. EN EL EJE DE ENTRADA			
			1450	970	750	500
MG 100	1:6	Potencia en el eje de entrada HP	35,5	23,5	18,5	12
		R.P.M. en el eje de salida	241	161	125	83
	1:7	Potencia en el eje de entrada HP	32	21	17	11
		R.P.M. en el eje de salida	199	133	103	69
	1:8	Potencia en el eje de entrada HP	28	19	14,5	10
		R.P.M. en el eje de salida	174	117	90	60
	1:9,5	Potencia en el eje de entrada HP	26,5	17	14	9
		R.P.M. en el eje de salida	152	102	79	52
	1:10	Potencia en el eje de entrada HP	25	17	13	8,5
		R.P.M. en el eje de salida	141	95	73	49
	1:11	Potencia en el eje de entrada HP	24	16	12,5	8
		R.P.M. en el eje de salida	131	88	68	45
	1:12	Potencia en el eje de entrada HP	23	16,5	12	8
		R.P.M. en el eje de salida	122	82	63	42
	1:13	Potencia en el eje de entrada HP	21	14	11	7
		R.P.M. en el eje de salida	113	75	58	39
	1:14	Potencia en el eje de entrada HP	19,5	13,5	10,5	7
		R.P.M. en el eje de salida	104	69	54	36
	1:15	Potencia en el eje de entrada HP	18,5	12,5	9,5	6,5
		R.P.M. en el eje de salida	96	64	49	33
1:16,5	Potencia en el eje de entrada HP	17,5	11,5	8,5	6	
	R.P.M. en el eje de salida	87	58	45	30	
1:18,5	Potencia en el eje de entrada HP	16	10	7,5	5	
	R.P.M. en el eje de salida	78	52	41	27	
1:20	Potencia en el eje de entrada HP	15	9	7	4,5	
	R.P.M. en el eje de salida	73	49	38	25	

Figura 3.20 Tabla de selección de un reductor

Fuente: (Industrias Metalúrgicas, 2012)

Mediante la observación de la figura 3.21 y con los datos de entrada necesarios es necesario un reductor MG 100 con una relación de 1:20 para lo cual la empresa Industrial Productos el Chinito cuenta con un motor-reductor cuyas características se aprecian en la Tabla 3.15.

Tabla 3.14 Datos de la placa del motor seleccionado

Modelo	BN80B4
Frecuencia	60 Hz
Potencia	$\frac{3}{4}$ HP
RPM	60
Voltaje	220 / 440 VAC
Amperaje	2,1 / 2,25 A

Fuente: Industrial “Productos el Chinito S.C.C”

3.8 SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

Un variador de frecuencia es un sistema encargado del control de la velocidad rotacional de un motor AC, por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor varía la velocidad del mismo (*ver figura 3.22*).



Figura 3.21 Variador de frecuencia CFW-10 WEG

Para realizar la selección adecuada de un variador de frecuencia hay que tener en cuenta:

- ✓ Tipo de motor que el variador va a controlar
- ✓ Potencia del motor

El motor-reductor seleccionado es de $\frac{3}{4}$ HP, y es un motor que trabaja a 220 VAC o 440 VAC. Este es el principal parámetro a tomar en cuenta en la selección de la serie del variador y a continuación se indica el tipo de variador de acuerdo a la potencia del motor.

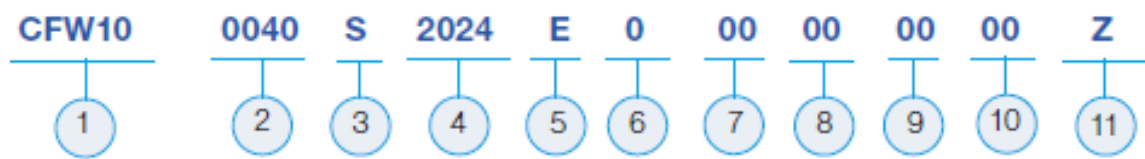


Figura 3.22 Selección del variador

Fuente: Catalogo WEG - CFW10, 2011

En la tabla 3.16 se puede apreciar las diferentes características.

Tabla 3.15 Características CFW-10

Modelo	CFW10
Corriente Nominal	0.016 / 1.6 A
Potencia máxima del motor	1 HP
Voltaje	220 / 240 VAC

Fuente: Catalogo WEG - CFW10, 2011

Para más especificaciones (*Ver Anexo XVI*).

3.8.1 DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

Para la obtención de la frecuencia que debe tener el variador se realizó prueba y error, tomando como parámetros una distancia recorrida en un determinado tiempo y con la utilización de las ecuaciones 3.35 y 3.36 se pudo plantear la tabla 3.17 con los resultados, para de esta manera poder elegir la frecuencia ideal.

Ecuación 3.34 *Velocidad*

$$v = \frac{d}{t}$$

(Vallejo, 2006)

Donde:

d distancia

t tiempo

Ecuación 3.35 Velocidad angular

$$\omega = \frac{v}{r}$$

(Vallejo, 2006)

Donde:

r radio del rodillo motriz

La velocidad angular ideal es de 3,75.

Tabla 3.16 Frecuencia del variador

Frecuencia	Datos	Ecuación	Resultado
10.8 Hz	d = 500 mm t = 37,6 s r = 47,5 mm	Ecuación 3.36 <i>Velocidad</i> Ecuación 3.37 Velocidad angular	v = 13,3 mm/s $\omega = 0,28 \frac{rad}{s} * \frac{1 \text{ revolucion}}{2\pi rad} * \frac{60 s}{1 \text{ min}}$ = 2,67 rpm
15 Hz	d = 500 mm t = 27,3 s r = 47,5 mm	Ecuación 3.38 <i>Velocidad</i> Ecuación 3.39 Velocidad angular	v = 18.31 mm/s $\omega = 0,386 \frac{rad}{s} * \frac{1 \text{ revolucion}}{2\pi rad} * \frac{60 s}{1 \text{ min}} = 3,68 \text{ rpm}$
15,2	d = 500 mm t = 26,8 s r = 47,5 mm	Ecuación 3.40 <i>Velocidad</i> Ecuación 3.41 Velocidad angular	v = 18.65 mm/s $\omega = 0,39 \frac{rad}{s} * \frac{1 \text{ revolucion}}{2\pi rad} * \frac{60 s}{1 \text{ min}} = 3,75 \text{ rpm}$

Después de analizar la tabla 3.17 la frecuencia que debe establecida en el variador es de 15,2 Hz para poder obtener una velocidad angular de 3,75 la cual es la ideal para conseguir un laminado sin fallas.

CAPITULO IV

4. CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO

4.1 CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

Para la construcción y debido montaje de la máquina es necesario realizarlo en un taller mecánico donde se dispone de las diferentes herramientas y máquinas para la elaboración y ensamblaje de los diferentes mecanismos empleados en la laminadora de barras energéticas de granola.

Las piezas que son parte de la maquina deben ser realizadas de acuerdo a planos ya antes diseñados. Hay que tener en cuenta que los materiales que se van a utilizar para la construcción de dichas piezas se encuentren en stock en el mercado para de esta manera no tener inconvenientes al momento empezar la construcción.

Los procesos de construcción son seleccionados de tal manera que dicha construcción no requiera de equipos especiales debido a que estos procesos incrementan el costo total de la máquina, tales procesos son como corte, soldadura y doblado.

Para la realización de la estructura se utilizan perfiles C e I los cuales son ensamblados mediante suelda tal como se puede observar en la figura 4.1.



Figura 4.1 Soporte

Mediante la utilización de diferentes herramientas y maquinaria se construyó la base de la banda transportadora disponiendo de platinas de acero las cuales se obtuvo en DIPAC MANTA S.A.



Figura 4.2 Soporte banda transportadora

Para la construcción de los ejes y rodillos se utilizó la ayuda de diferentes máquinas y herramientas, cabe destacar que los mismos fueron elaborados según los requerimientos de la empresa ver en la figura 4.3.



Figura 4.3 Rodillo

Para la construcción de los soportes de los rodillos se dispuso de planchas de acero que mediante la utilización de planos antes diseñados se obtuvo la pieza deseada aplicando diferentes herramientas. (Ver figura 4.4)



Figura 4.4 Soporte de rodillos

Para el sistema motriz se utiliza 3 motor-reductores acoplados a un variador de frecuencia, el cual se encarga de reducir las rpm de salida mejorando así el proceso de amasado y laminación de las barras energéticas de granola.

En los diferentes anexos se podrá observar con más detalle la construcción de los diferentes componentes de la maquina laminadora de barras energéticas de granola.

4.2 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Para la construcción de cada componente de la maquina se requiere de máquinas, equipos, materiales, instrumentos, etc. Los cuales se describen en la tabla 4.1

Tabla 4.1 Requerimientos para la construcción

Máquinas y equipos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Torno ✓ Soldadora ✓ Pulidora ✓ Taladro manual ✓ Taladro de pedestal ✓ Fresadora ✓ Equipo de pintura ✓ Dobladora
Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Escuadras ✓ Brocas ✓ Limas ✓ Lijas ✓ Machuelos ✓ Llaves ✓ Sierra
Instrumentos de medición y verificación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Flexómetro ✓ Metro ✓ Calibrador pie de rey
Materia prima	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planchas de acero al carbono ASTM-A36 de diferentes espesores ✓ Ejes de acero inoxidable de diferentes diámetros ✓ Duralon ✓ Eje AISI 1018 ✓ Perfil C ✓ Perfil I

	✓ Banda de PVC
Elementos normalizados	✓ Arandelas de presión ✓ Pernos ✓ Tuercas ✓ Rodamientos ✓ Interruptores
Elementos seleccionados	✓ Catarinas ✓ Cadenas ✓ Banda ✓ Motor-reductores

4.3 ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA

El ensamblaje de la maquina se debe realizar según los planos antes diseñados (Ver Anexo I) para que de esta manera no exista falla y las piezas elaboradas sean colocadas en su respectivo lugar a las distancias establecidas para obtener un mejor proceso.

- a. Verificación de las piezas necesarias para el ensamblaje de la máquina.
- b. Verificación de pernos, arandelas de presión, etc.
- c. Ensamble del soporte mediante la utilización de suelda.
- d. Montaje de la estructura de la banda transportadora, mediante la utilización de tornillos y tuercas.
- e. Fijación de los rodamientos en las estructuras donde serán colocados los rodillos.
- f. Fijación de los ejes a la estructura.
- g. Montaje del rodillo amasador.
- h. Fijación de las catarinas sobre el rodillo amasador.
- i. Montaje de los rodillos laminadores.
- j. Fijación de las catarinas sobre los rodillos laminadores.

- k. Disposición de ejes para la banda transportadora, cabe recalcar que se debe colocar previamente la banda.
- l. Templado de la banda transportadora.
- m. Ubicación de los motor-reductores.
- n. Colocación de la cadena de transmisión de movimiento.
- o. Instalación eléctrica.

4.4 PRUEBAS DE CAMPO

Una vez realizado el ensamblaje de la máquina, es conveniente realizar pruebas de campo para de esta manera poder verificar el correcto funcionamiento, ya que las pruebas tienen como objetivo la verificación de las condiciones de diseño además de garantizar un correcto funcionamiento.

4.4.1 FORMAS DE EVALUACIÓN

Los resultados obtenidos a través de las diferentes pruebas serán evaluados según la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Método de evaluación

Evaluación	
Descripción	%
Baja	20
Media	50
Alta	100

4.4.2 VELOCIDAD ANGULAR DE LOS RODILLOS

Tabla 4.3 Velocidad Angular

	Rodillo Amasador	Rodillo Laminador 1	Rodillo Laminador 2	Resultados		
				Compactación de la masa	Amasado de 20 mm	Laminador de 15 mm
Velocidad Angular (RPM)	2	3	5	Baja	Media	Media
	5	2,5	6,2	Baja	Media	Baja
	3	2	3	Media	Baja	Media
	2,5	2,5	2,5	Media	Alta	Alta
	3,75	3,75	3,75	Alta	Alta	Alta

4.4.2.1 ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

Una vez puesto en marcha los diferentes rodillos es necesario la realización de pruebas las cuales verificarán el correcto funcionamiento, se puede deducir que existe una velocidad angular adecuada para que el producto final sea el deseado, además de que si los rodillos son puestos en funcionamiento a diferentes velocidades la compactación o el laminado se verían afectados.

Se puede concluir que la velocidad angular adecuada al ver la tabla 4 – 3 es de 3.75 rpm para de esta manera conseguir una compactación perfecta al igual que un laminado ideal para la realización de las barras de granola.

4.4.3 COMPARACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA BANDA Y LOS RODILLOS

Tabla 4.4 Comparación velocidad rodillos vs banda

	Rodillos	Banda transportadora	resultado		
			Compactación de la masa	Formado de 20 mm	Laminado de 15 mm
Velocidad Angular (RPM)	3,75	6	Mala	Mala	Mala
	3,75	2	Mala	Mala	Media
	3,75	3,75	Alta	Alta	Alta

4.4.3.1 ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

Una vez puesto en marcha el sistema completo se pudo deducir que tanto la banda transportadora como los distintos rodillos deben encontrarse a la misma velocidad angular debido a que si los mismos son colocados a velocidades diferentes la masa no tendrá una correcta compactación e impedirá el adecuado funcionamiento de los procesos siguientes.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El proyecto de titulación cumple con el objetivo de diseñar y construir una máquina para la elaboración de barras energéticas de granola de forma satisfactoria, de acuerdo a los requerimientos establecidos en el inicio del proyecto.
- Esta máquina proporciona un ahorro de tiempo, dinero y recurso humano, ya que el proceso de laminado para realizar 1000 barras de granola se demora alrededor de dos horas y media laborables incluyendo el corte de las granolas, laminar la masa mediante rodillos utilizando personal, con la implementación de la máquina se lo realiza en 30 minutos, existiendo ahorro económico en el pago de mano de obra, reduciendo notablemente el tiempo de proceso y evitando el esfuerzo físico del personal.
- En base a múltiples pruebas de funcionamiento se ha concluido que la velocidad óptima para que la máquina laminadora de masa de granola sea eficiente y entregue un producto adecuado cumpliendo con los objetivos del presente proyecto es de 3,75 rpm; si la velocidad excede las 3,75 rpm la laminación no será perfecta ocasionando una compactación inadecuada y si se trabaja a una velocidad menor la producción disminuye.
- El diseño mecánico y la construcción de la máquina formadora y laminadora de masa no presentaron complicaciones debido a que se contó con la maquinaria, los equipos, las herramientas que contribuyeron notablemente a la realización eficaz del sistema mecánico.

5.2 RECOMENDACIONES

- Antes de la utilización de la maquinaria limpiar todo tipo de desperdicios de masa de granola, principalmente en los diferentes rodillos para evitar de esta manera la contaminación de la masa.

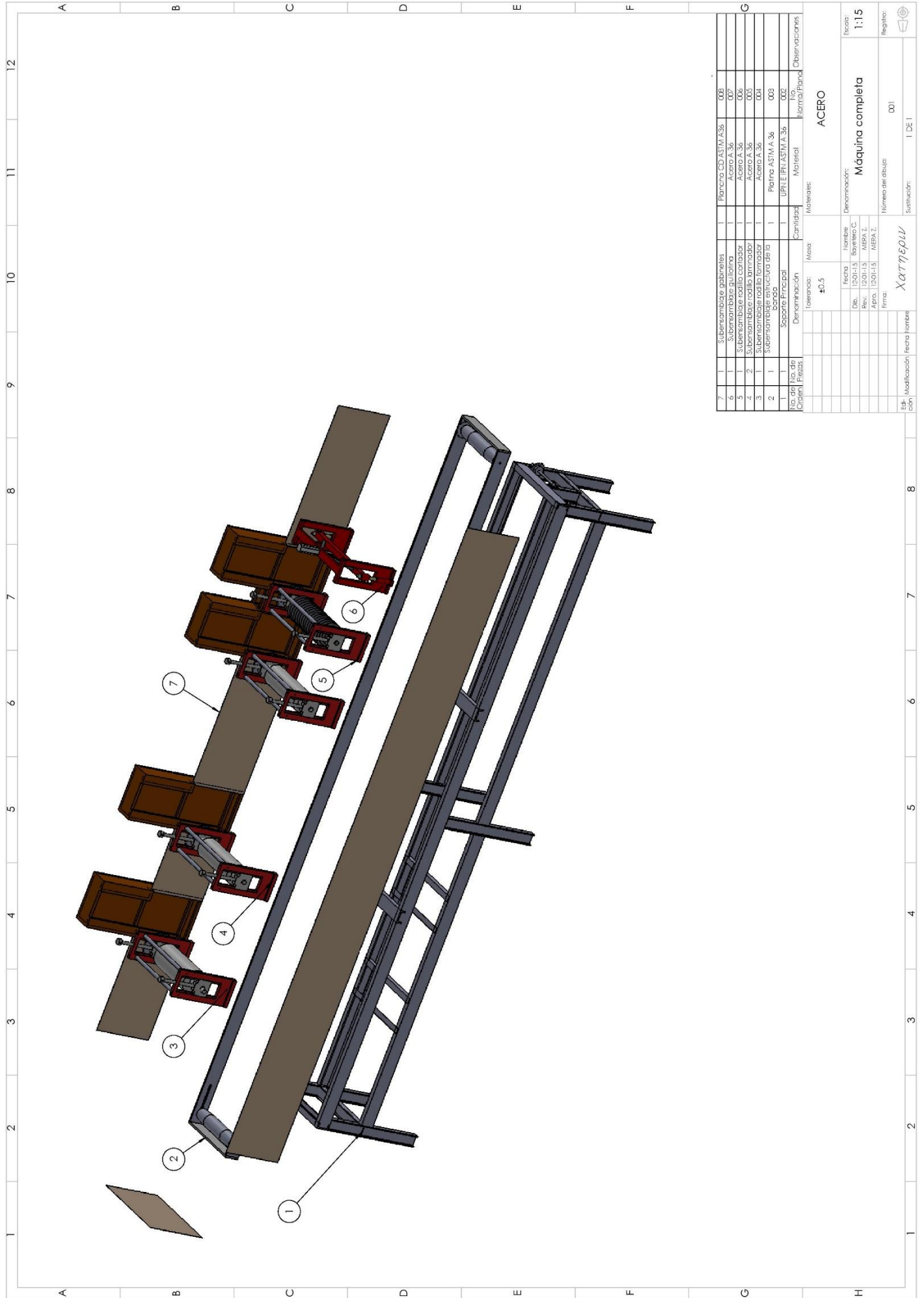
- Es recomendable leer el manual de usuario antes de usar la máquina para tener una idea clara de cómo es el funcionamiento y cuáles son los pasos a seguir.
- Durante el funcionamiento de la maquina es importante no acercar las manos a ninguno de los rodillos, únicamente se debe colocar la masa en la tolva de inicio.
- Se recomienda que para una mejora del diseño de la maquina la misma sea acoplada a un dispositivo de mezcla de ingredientes donde se obtenga la masa la cual es necesario para la elaboración de barras energéticas de granola.
- Mantener lubricado las catarinas y los diferentes mecanismos.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera. (2009). *Cintas transportadoras* . Obtenido de Cintas transportadoras
Web site: <http://www.dcabrera.com.ar/blog/index.php/diferentes-tipos-de-cintas-transportadoras/>
- Ferdinand P. Beer, E. R. (2010). *Mecánica de los materiales*. Mexico:
McGRAW - HILL.
- FESTO. (2000). *Neumática Industrial*. Colombia: DIDACTIC.
- Hell, A. (martes de noviembre de 2011). *Apolion Hell*. Obtenido de Apolion Hell
Web site: <http://apolionhell.blogspot.com/2011/11/aceros-martensiticos.html>
- Hibbeler, R. C. (2012). *Análisis estructural*. Mexico: Pearson Educación.
- Industrias Metalúrgicas, M. (2012). *Reductores de velocidad a engranajes* .
Obtenido de metalurgicasmg Web site:
[http://www.metalurgicasmg.com.ar/download/Selecci%C3%B3n\[1\]...pdf](http://www.metalurgicasmg.com.ar/download/Selecci%C3%B3n[1]...pdf)
- Ingemecánica. (2012). *Transmisión por cadenas cálculo y diseño*. Obtenido de
ingemecanica Web site:
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn127.html#seccion3>
- Ludeña, S. F. (12 de marzo de 2002). *Eurto Inox*. Obtenido de Guia del acero
inoxidable para arquitectos: http://www.euro-inox.org/pdf/paper/Ludena_SP.pdf
- Mataix, C. (1986). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. Madrid:
Ediciones del castillo S.A.
- Ministerio de Educación. (junio de 2013). Obtenido de Ministerio de Educación
Web site: <http://educacion.gob.ec/>
- Nisbett, R. G. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. Santa Fe:
McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.

- Otero, E. (2014). *Aceros Otero*. Obtenido de Aceros Otero Web site:
http://www.acerosotero.cl/pdf/catalogo_aceros_otero.pdf
- Pintuco. (2014). *Pintuco*. Obtenido de Pintuco Web site:
<http://www.pintuco.com/index.php/acerca-de>
- Pirelli. (1961). *Manual de calculo de cintas transportadoras* . Obtenido de martinezgambino Web site:
http://www.martinezgambino.com.ar/catalogo_cintas_transportadoras.pdf
- Research, S. S. (marzo de 2012). *CEDINOX*. Obtenido de CEDINOX Wen site:
<http://www.cedinox.es/es/acero-inoxidable/tipos/>
- Robert L. Mott, P. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. México:
PEARSON EDUCACIÓN.
- S.A.I.C, I. P. (s.f.). *Manual de cálculo de cintas transportadoras*. Republica de Argentina: CHUBUT.
- Saráuz Teran, J. A. (2011). *Diseño y construcción de una máquina para la elaboración de tortillas de harina de trigo para la empresa TAQUITO'S*. Escuela Politécnica Nacional: Quito.
- SKF. (Mayo 2006). *Catalogo General*. Suecia: Publicaciones 6000 ES.
- Solé, A. C. (2011). *Neumática e Hidráulica*. Madrid: Alfaomega.
- Training, I. (2002). *Neumática*. Madrid: Thomson.
- Valdez, I. J. (s.f.). *Determinación de los esfuerzos en dientes de una rueda tipo catarina por los métodos fotoelástico y elemento finito. (Tesis inédita de maestría)*.
- Vallejo, Z. (2006). *Física Vectorial* . La Tola: Ediciones RODIN.
- Viloria, J. R. (2010). *Motores trifásicos características, calculo y aplicaciones*. S.A EDICIONES PARANINFO.

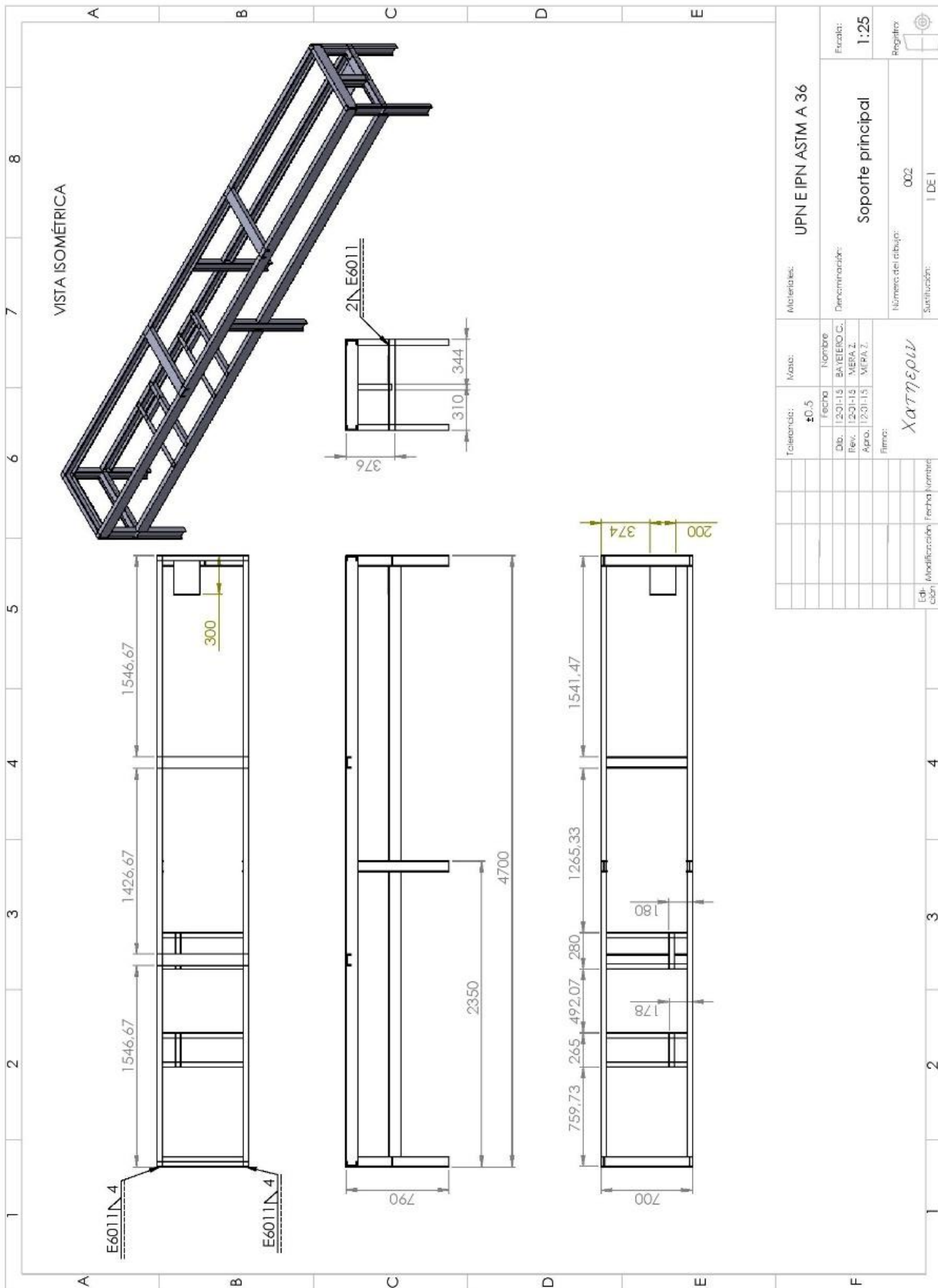
ANEXO I PLANOS

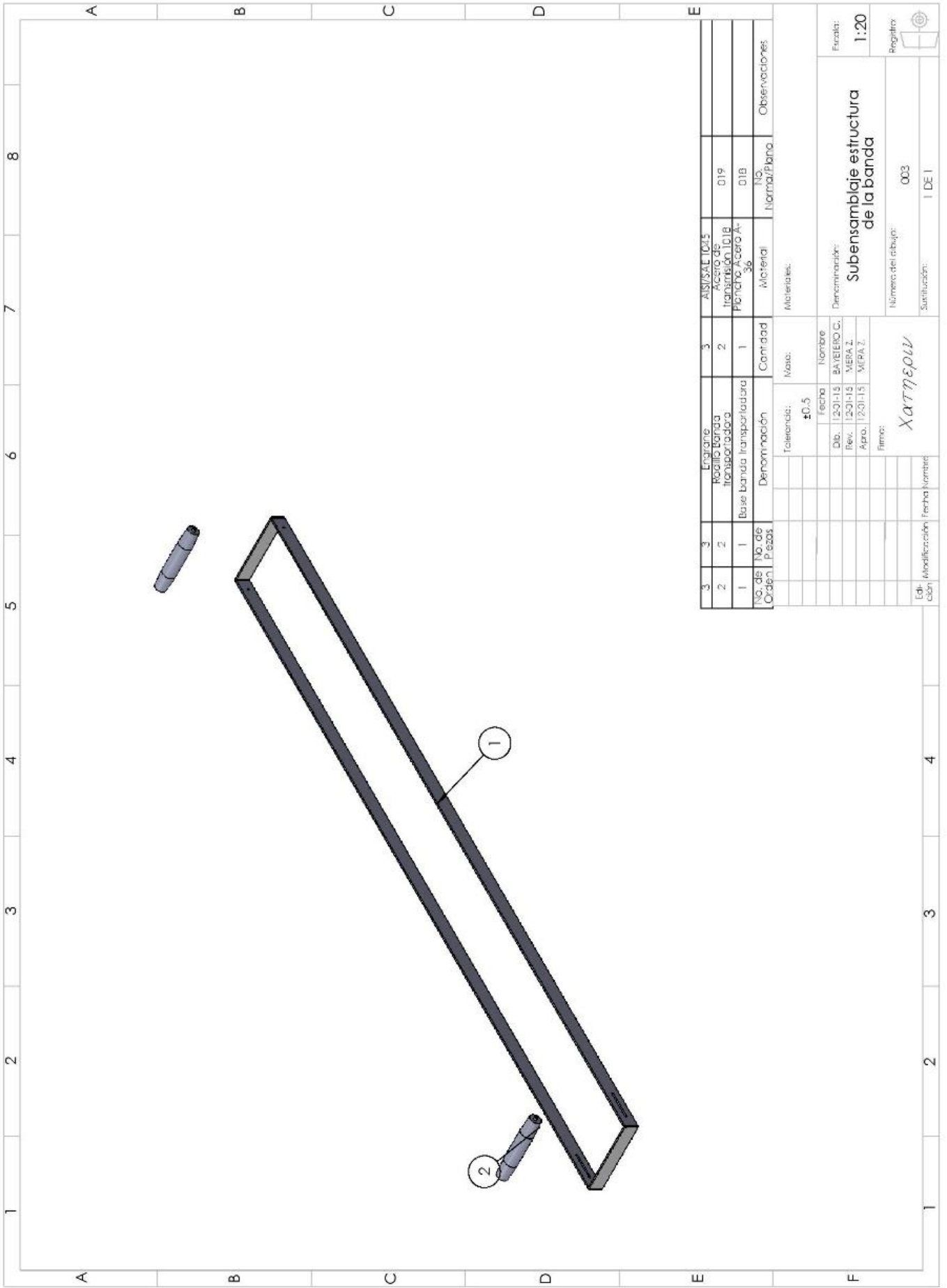


No. de Orden	No. de Piezas	Denominación	Cantidad	Material	Norma/Especificación
7	1	Subensamblaje patinetes	1	Plancha OD ASTM A 36	001
6	1	Subensamblaje guianza	1	Acero A 36	007
5	1	Subensamblaje rodillo cortador	1	Acero A 36	006
4	2	Subensamblaje rodillo formador	1	Acero A 36	003
3	1	Subensamblaje estructura de la carga	1	Acero A 36	004
2	1	Subensamblaje estructura de la carga	1	Platina ASTM A 36	003
1	1	Soporte Principal	1	UPRTE (PR) ASTM A 36	002

Tolerancias:		Materiales:	
±0,5			
Fecha	Nombre	Denominación:	Fecha:
Dib. (20/11/15)	Barcelo C.	Máquina completa	1:15
Rev. (20/11/15)	MEBA Z.		
Apro. (20/11/15)	MEBA Z.		
Firma:		Número del dibujo:	001
		Sustitución:	1 DE 1

Edi. Modificación fecha nombre
 XATHEQU

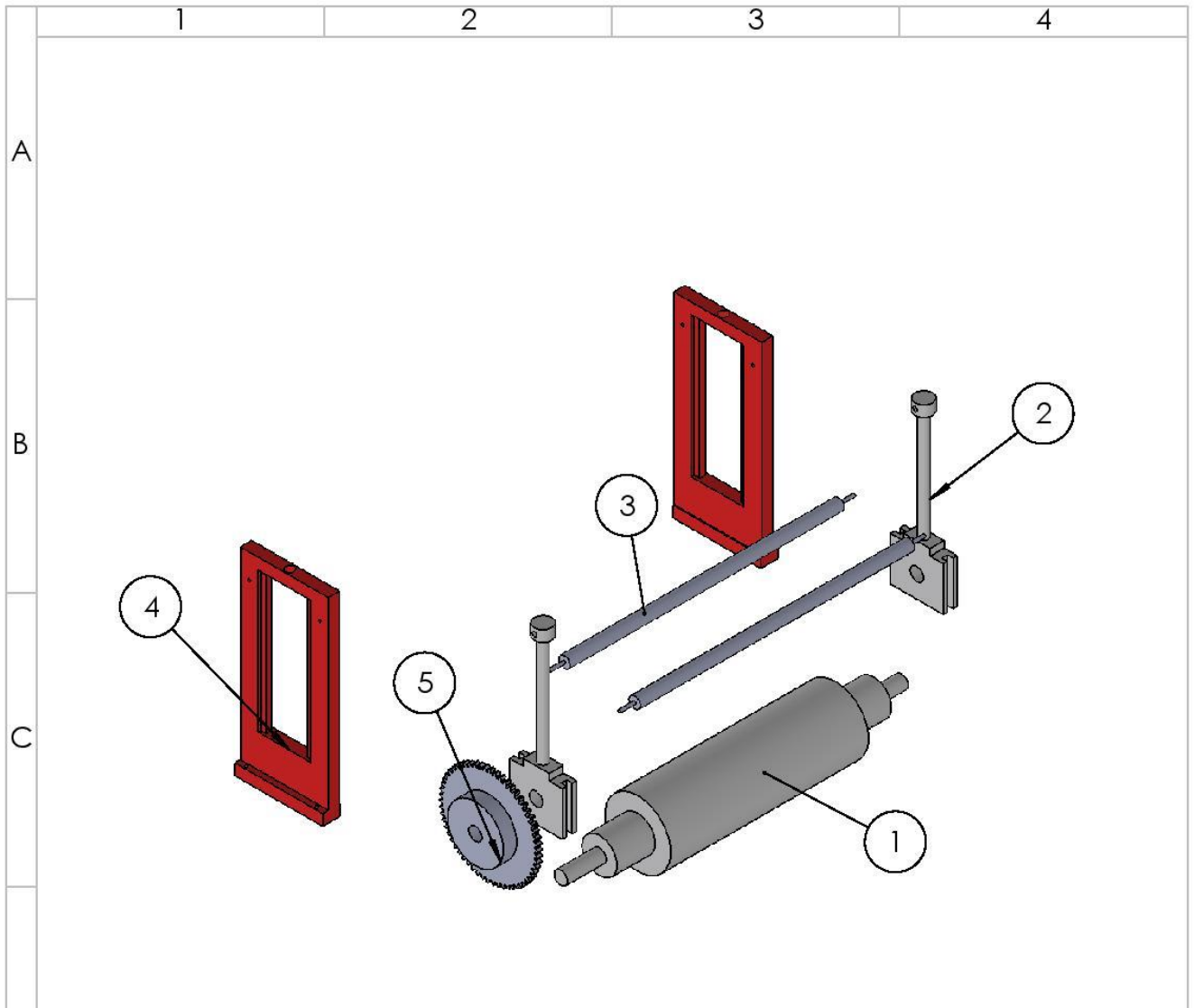




No. de Orden	No. de Piezas	Denominación	Cantidad	Materia	No. Norma/Plano	Observaciones
3	3	Logotipo	3	AISI/SAE 1015		
2	2	Hoja/Banda transportadora	2	Acero de transición 1018	019	
1	1	Base banda transportadora	1	Plancha Acero A-36	01B	

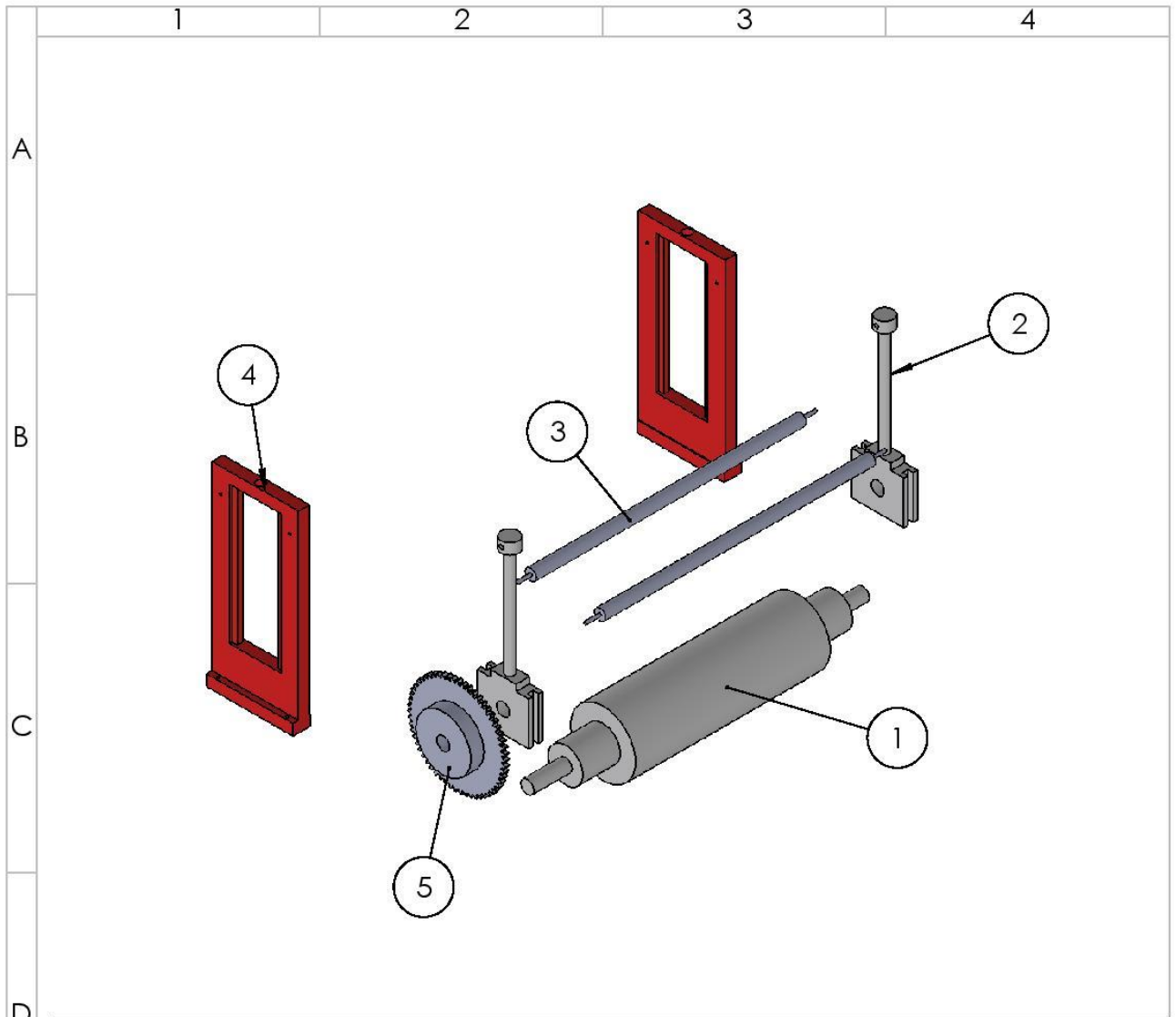
Tolerancia:		Módulo:		Materiales:	
±0.5					
Fecha		Nombre		Denominación:	
12/31-15		BAYERO G.		Subensamblaje estructura de la banda	
12/31-15		MERA Z.		Número del dibujo: 003	
12/31-15		MERA Z.		Sustitución: I DE I	
Firma:		Xartηερωυ		Registro	
Edición		Modificación		Fecha	
1					

Escala: 1:20



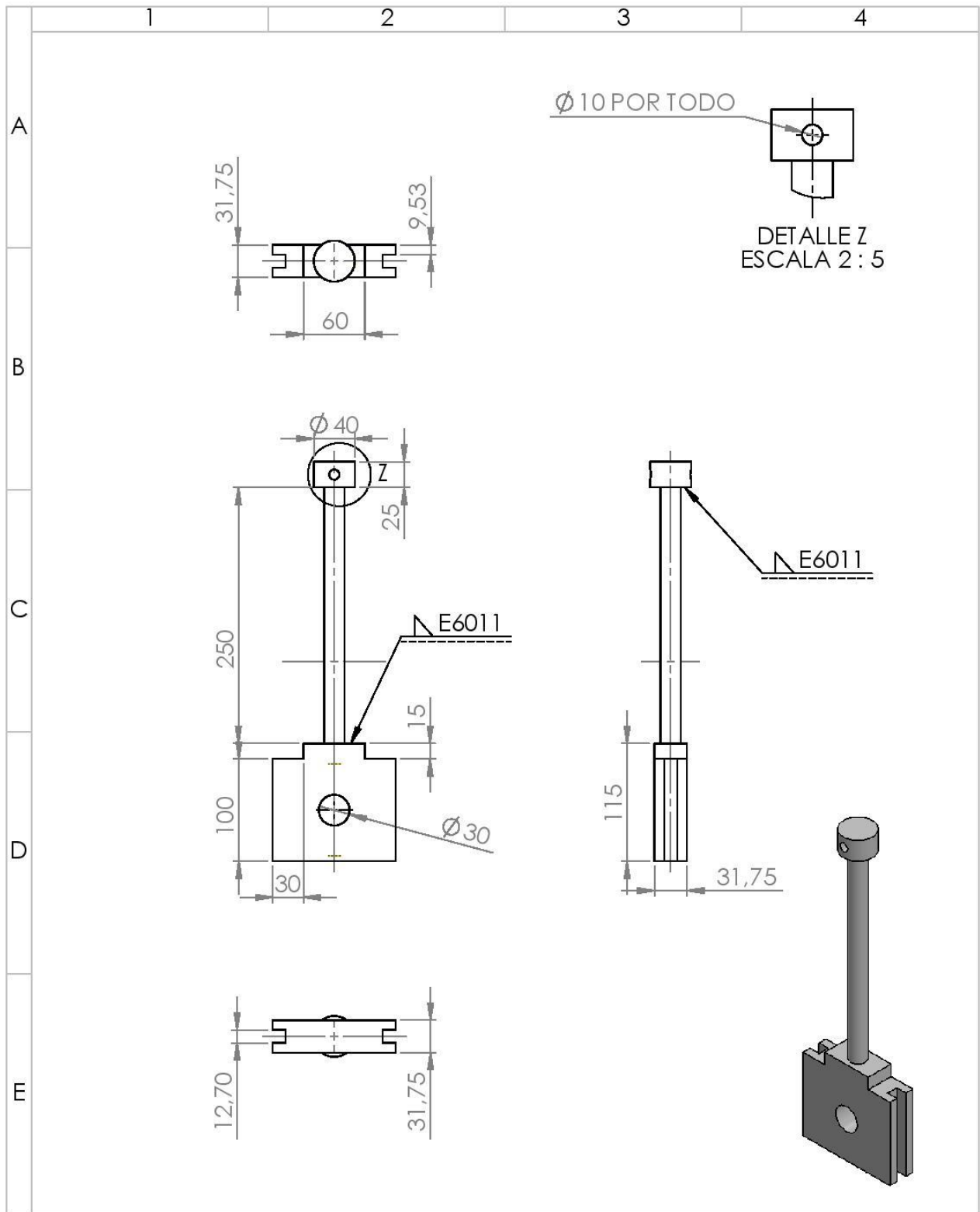
D	5	5	Engrane	1		ANSI 1045	
	4	4	Soporte lateral	2	Acero A 36	012	
	3	3	Eje	2	Ejes de Acero inox 304	011	
	2	2	Parte interna soporte lateral	2	Acero A 36	010	
	1	1	Rodillo formador	1	Acero inox A304	009	
E	No. de orden	No. de piezas	Denominación	Cantidad	Material	No. Norma/Plano	Observaciones

				Tolerancia: ± 0.2	Masa:	Materiales:	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dib. 12-01-15	BAYETERO C.	SUB. SISTEMA FORMADOR	1:10
				Rev. 12-01-15	MERA Z.		
				Apro. 12-01-15	MERA Z.		
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
				<i>Χατηριω</i>		004	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	
						1 DE 1	



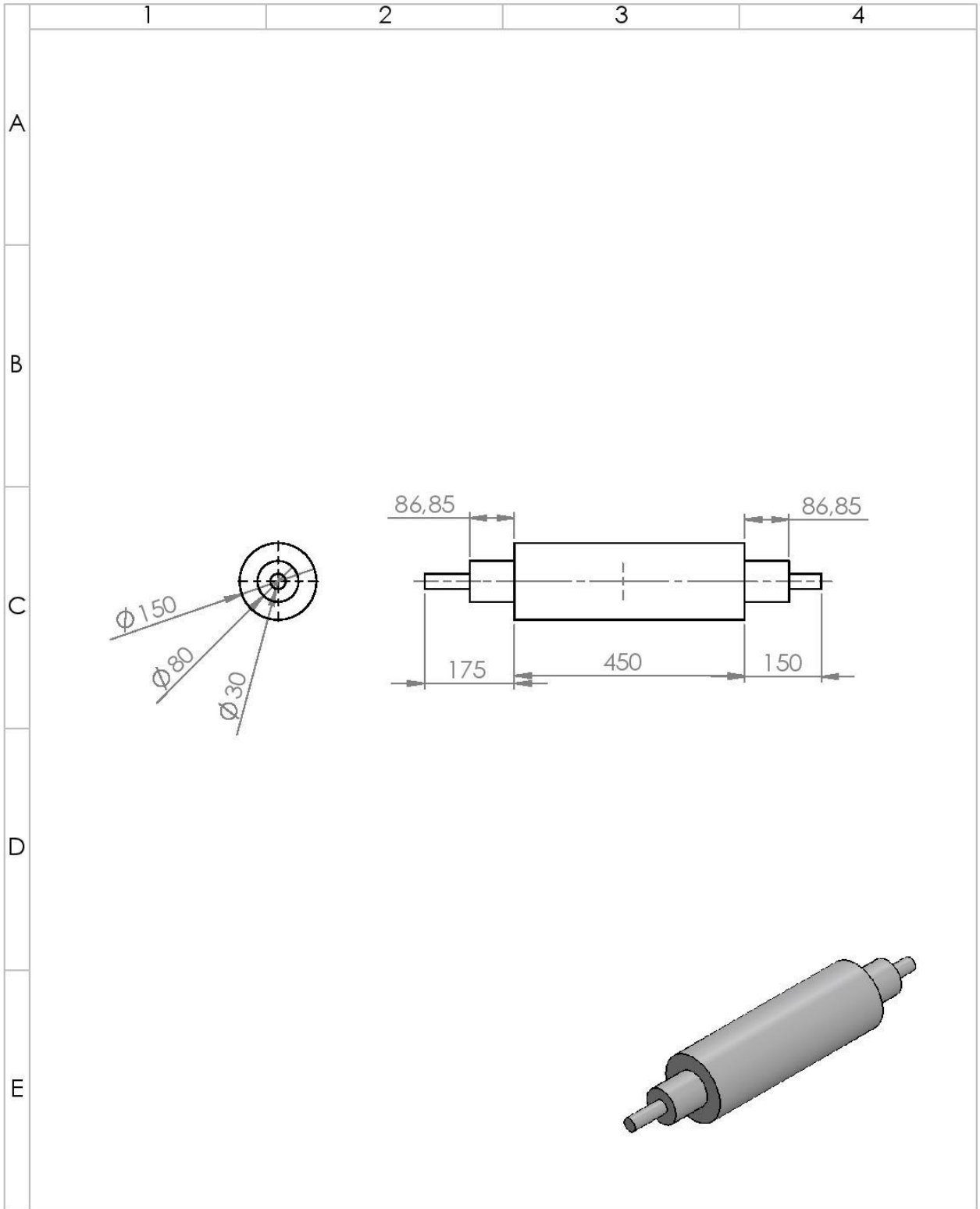
5	5	Engrane	1	ANSI 1045		
4	4	Soporte lateral	2	Acero A 36	012	
3	3	Eje	2	Ejes de Acero inox 304	011	
2	2	Parte interna soporte lateral	2	Acero A 36	010	
1	1	Rodillo laminador	1	Acero inox A304	0013	
No. de orden	No. de piezas	Denominación	Cantidad	Material	No. Norma/Plano	Observaciones

Tolerancia:		Masa:		Materiales:	
±0.2				ACERO	
Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:	
Dib. 12-01-15	BAYETERO C.	SUB. SISTEMA LAMINADOR		1:10	
Rev. 12-01-15	MERA Z.				
Apro. 12-01-15	MERA Z.				
Firma:		Número del dibujo:		Registro:	
<i>Χατηριω</i>		005			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:	
				1 DE 1	

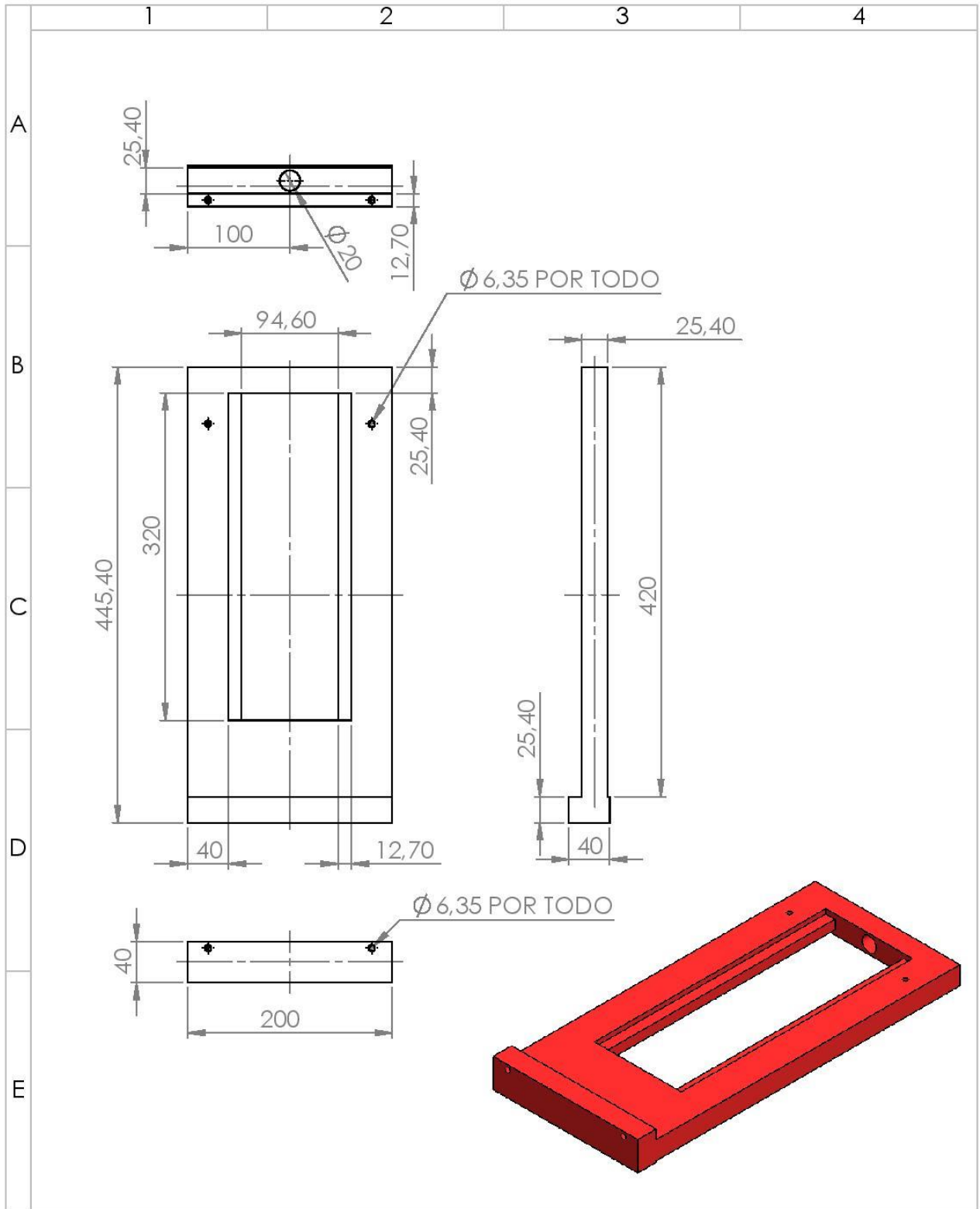


				Tolerancia:	Masa:	Materiales:	
				± 0.2		Acero A 36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dib. 12-01-15	BAYETERO C.	Parte interna soporte lateral	1:5
				Rev. 12-01-15	MERA Z.		
				Apro. 12-01-15	MERA Z.		
				Firma:	Número del dibujo:		Registro:
				<i>Χατηεριν</i>	010		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:		1 DE 1	

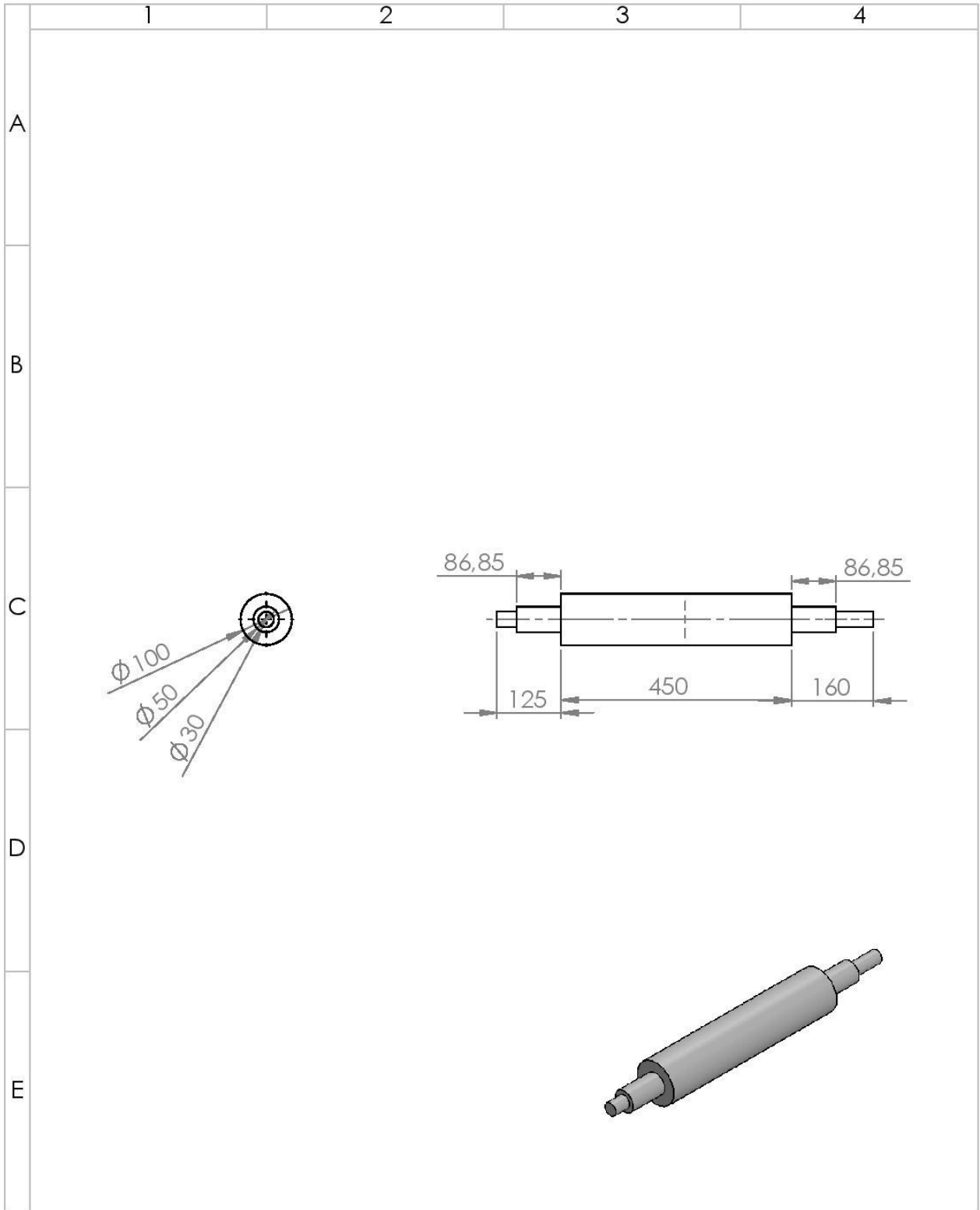




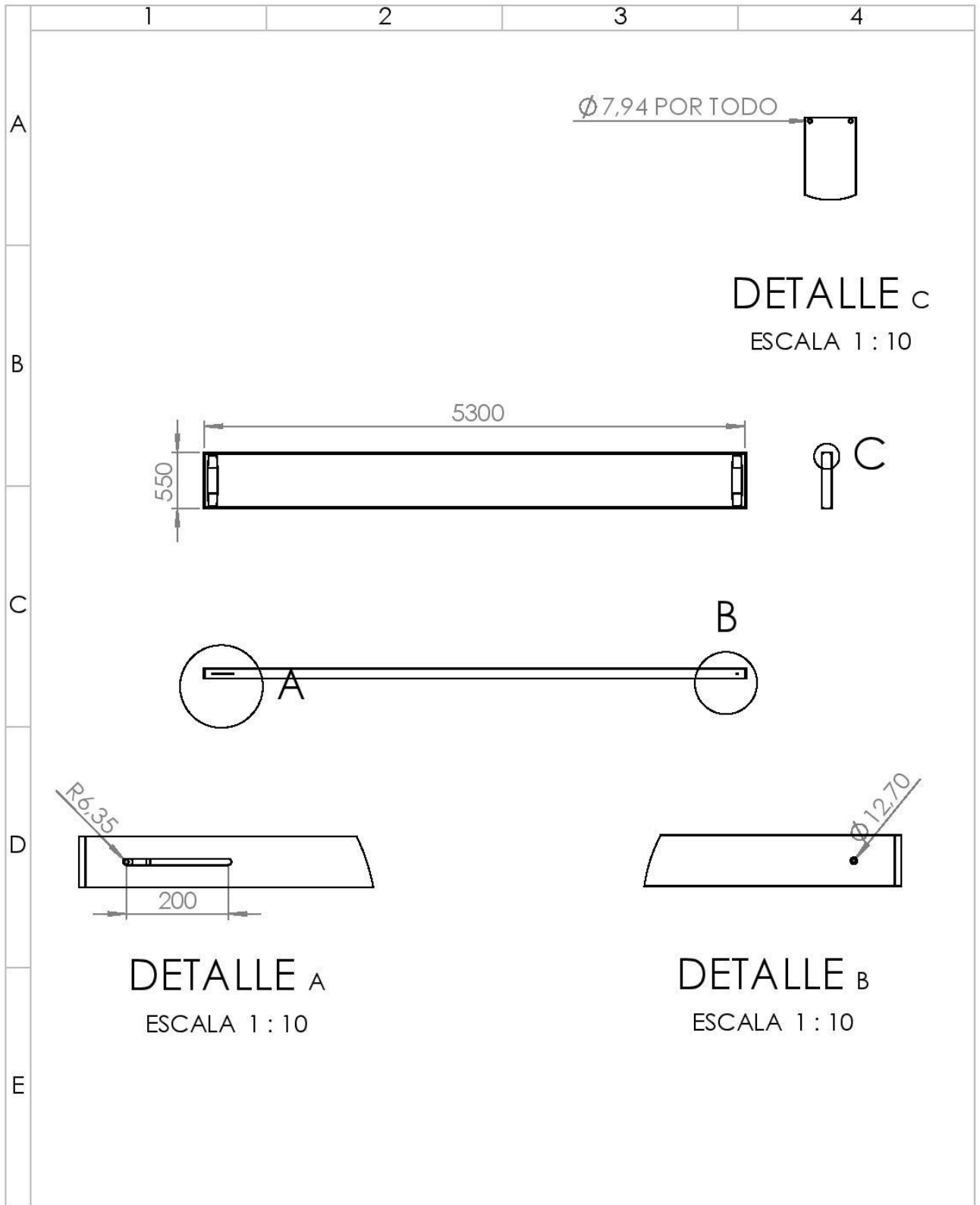
		Tolerancia:		Masa:		Materiales:	
		± 0.2				Acero inox. A 304	
		Fecha		Nombre		Denominación:	
		Dib. 12-01-15		BAYETERO C.		Rodillo formador	
		Rev. 12-01-15		MERA Z.			
		Apro. 12-01-15		MERA Z.			
		Escala:		Número del dibujo:		Registro:	
		1:10		009			
Edición		Modificación		Fecha		Sustitución:	
						1 DE 1	
		Firma:		Nombre			
				Χατζηρω			



		Tolerancia:		Masa:		Materiales:	
		± 0.2				Acero ASTM A 36	
		Fecha		Nombre		Denominación:	
		Dib. 12-01-15		BAYETERO C.		Soporte lateral	
		Rev. 12-01-15		MERA Z.		Escala:	
		Apro. 12-01-15		MERA Z.		1:5	
		Firma:		Número del dibujo:		Registro:	
		<i>Χατηριω</i>		012			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:		1 DE 1	



				Tolerancia:	Masa:	Materiales:	
				± 0.2		Acero inox. A 304	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	15-04-14	MERA Z.	Rodillo laminador
				Rev.	15-04-14	MERA Z.	
				Apro.	15-04-14	MERA Z.	
				Firma:	Número del dibujo:		Escala:
				<i>Zαμip</i>	013		1:10
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:			Registro:
				1 DE 1			

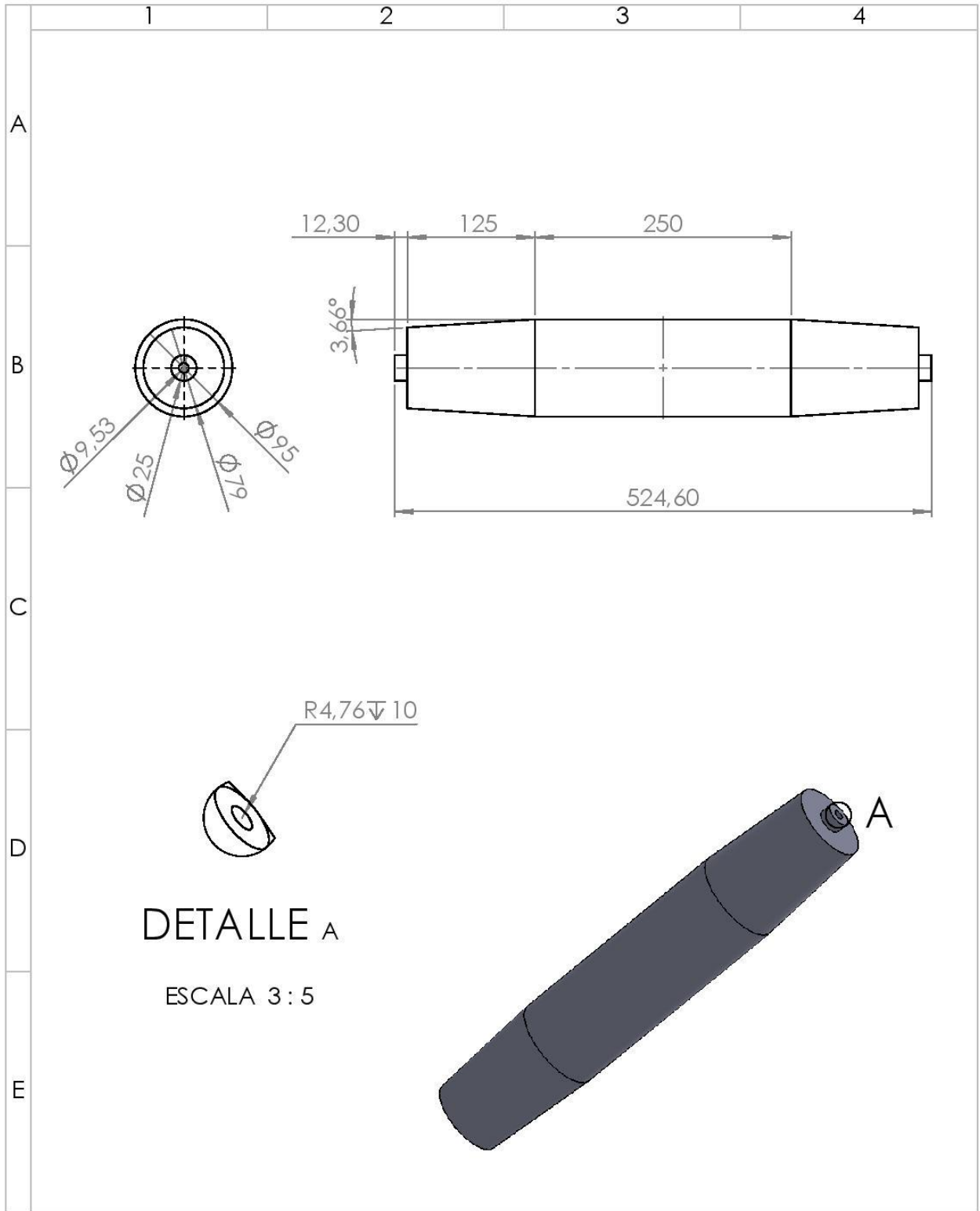


DETALLE C
ESCALA 1 : 10

DETALLE A
ESCALA 1 : 10

DETALLE B
ESCALA 1 : 10

				Tolerancia:	Masa:	Materiales:	
				±0.2		Plancha acero A - 36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dib. 12-01-15	BAYETERO C.	Base banda transportadora	1:50
				Rev. 12-01-15	MERA Z.		
				Apro. 12-01-15	MERA Z.		
				Firma:	Número del dibujo:		Registro:
				<i>Χατηριω</i>	018		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		Sustitución:		
				1 DE 1			



DETALLE A
ESCALA 3 : 5

				Tolerancia: ±0.2	Masa:	Materiales: Acero de transmisión AISI 1018	
				Fecha	Nombre	Denominación: Rodillo Banda transportadora	Escala: 1:5
				Dib. 12-01-15	BAYETERO C.		
				Rev. 12-01-15	MERA Z.		
				Apro. 12-01-15	MERA Z.		
				Firma: <i>Χατηεριν</i>	Número del dibujo: 019		Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución: 1 DE 1			

ANEXO II PROPIEDADES PERFILES ESTRUCTURADOS

Designación del material (número ASTM)	Grado, producto o espesor	Resistencia a la tensión		Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación en 2 pulgadas)
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	
A36	$t \leq 8$ pulg	58	400	36	250	21
A242	$t \leq 3/4$ pulg	70	480	50	345	21
A242	$t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	67	460	46	315	21
A242	$t \leq 4$ pulg	63	435	42	290	21
A500	Tubo estructural formado en frío, redondo o de otras formas					
	Redondo, grado A	45	310	33	228	25
	Redondo, grado B	58	400	42	290	23
	Redondo, grado C	62	427	46	317	21
	Otra forma, grado A	45	310	39	269	25
	Otra forma, grado B	58	400	46	317	23
	Otra forma, grado C	62	427	50	345	21
A501	Tubo estructural formado en caliente, redondo o de otras formas	58	400	36	250	23
A514	Templado y revenido, $t \leq 2\frac{1}{2}$ pulg	110-130	760-895	100	690	18%
A572	42, $t \leq 6$ pulg	60	415	42	290	24
A572	50, $t \leq 4$ pulg	65	450	50	345	21
A572	60, $t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	75	520	60	415	18
A572	65, $t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	80	550	65	450	17
A588	$t \leq 4$ pulg	70	485	50	345	21
A992	Perfiles W	65	450	50	345	21

Nota: ASTM A572 es uno de los aceros de alta resistencia y baja aleación (HSLA), y sus propiedades son similares a las del acero SAE J4106, especificadas por la SAE.

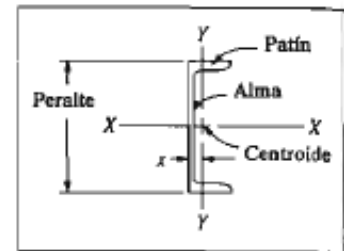


TABLA A16-2 Propiedades de canales de acero estándar estadounidenses, perfiles-C*

Designación	Área (pulg ²)	Peralte (pulg)	Espesor del alma (pulg)	Patín		Eje X-X		Eje Y-Y		x (pulg)
				Ancho (pulg)	Espesor promedio (pulg)	I (pulg ⁴)	S (pulg ³)	I (pulg ⁴)	S (pulg ³)	
C15 × 50	14.7	15.00	0.716	3.716	0.650	404	53.8	11.0	3.78	0.798
C15 × 40	11.8	15.00	0.520	3.520	0.650	349	46.5	9.23	3.37	0.777
C12 × 30	8.82	12.00	0.510	3.170	0.501	162	27.0	5.14	2.06	0.674
C12 × 25	7.35	12.00	0.387	3.047	0.501	144	24.1	4.47	1.88	0.674
C10 × 30	8.82	10.00	0.673	3.033	0.436	103	20.7	3.94	1.65	0.649
C10 × 20	5.88	10.00	0.379	2.739	0.436	78.9	15.8	2.81	1.32	0.606
C9 × 20	5.88	9.00	0.448	2.648	0.413	60.9	13.5	2.42	1.17	0.583
C9 × 15	4.41	9.00	0.285	2.485	0.413	51.0	11.3	1.93	1.01	0.586
C8 × 18.75	5.51	8.00	0.487	2.527	0.390	44.0	11.0	1.98	1.01	0.565
C8 × 11.5	3.38	8.00	0.220	2.260	0.390	32.6	8.14	1.32	0.781	0.571
C6 × 13	3.83	6.00	0.437	2.157	0.343	17.4	5.80	1.05	0.642	0.514
C6 × 8.2	2.40	6.00	0.200	1.920	0.343	13.1	4.38	0.693	0.492	0.511
C5 × 9	2.64	5.00	0.325	1.885	0.320	8.90	3.56	0.632	0.450	0.478
C5 × 6.7	1.97	5.00	0.190	1.750	0.320	7.49	3.00	0.479	0.378	0.484
C4 × 7.25	2.13	4.00	0.321	1.721	0.296	4.59	2.29	0.433	0.343	0.459
C4 × 5.4	1.59	4.00	0.184	1.584	0.296	3.85	1.93	0.319	0.283	0.457
C3 × 6	1.76	3.00	0.356	1.596	0.273	2.07	1.38	0.305	0.268	0.455
C3 × 4.1	1.21	3.00	0.170	1.410	0.273	1.66	1.10	0.197	0.202	0.436

*Los datos se tomaron de diversas fuentes. Los tamaños mencionados representan una muestra pequeña de los tamaños disponibles.

Notas: Designación de ejemplo: C15 × 50

15 = peralte (pulg); 50 = peso por unidad de longitud (lb/pie)

I = momento de inercia; S = módulo de sección.

ANEXO III CATÁLOGO DIPAC

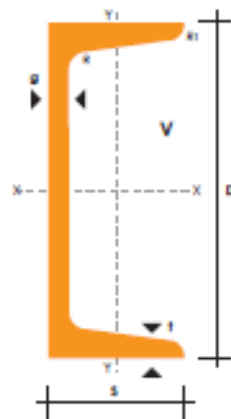
PERFILES LAMINADOS UPN

Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A 36
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6,00 mts. Y 12,00 mts
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES						TIPOS					
	h	s	g	t	R	R1	SECCION	PESOS	Ix	Iy	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	mm	cm4	cm2	kg/mt	cm4	cm4	cm3	cm3
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80





PLANCHAS LAMINADAS AL FRIO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A366 JIS 3141 SPCC SAE 1008 SAE 1010
Espesores	0,40 a 1,90
Rolls	X 1219
Planchas	4 X 8 y medidas especiales

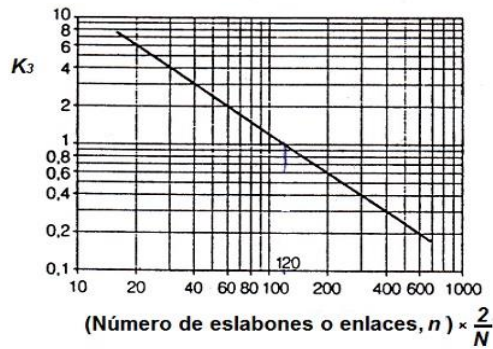


CALIDAD	DESIGNACION	CARBON	MANGANESO	FOSFORO	AZUFRE	ALUMINIO
Calidad Comercial	CS TIPO A	0,10	0,6	0,03	0,035	
	CS TIPO B	0,02 a 0,15	0,6	0,03	0,035	
	CS TIPO C	0,08	0,6	0,10	0,035	
Embutido leve	FS TIPO A	0,10	0,5	0,02	0,035	
	FS TIPO B	0,02 to 0,10	0,5	0,02	0,030	
Embutido profundo	DD8	0,06	0,5	0,02	0,025	0,01
	EDD6	0,02	0,4	0,02	0,020	0,01
Estructural SS Grd	30 (230)	0,20		0,040	0,040	
	37 (255)	0,20		0,10	0,040	
	40(275)	0,25		0,10	0,040	
	50(340)	0,40		0,20	0,040	
	50(340)	0,50		0,040	0,040	
	80 (550)	0,20		0,040	0,040	

ANEXO IV COEFFICIENTES CORRECTORES

Coeficientes correctores

✓ **Coeficiente K3**



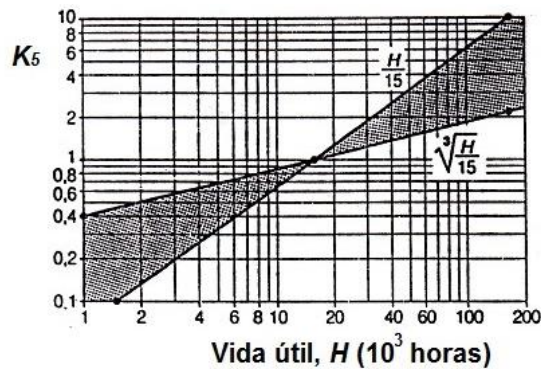
Fuente: Fuente especificada no válida.

✓ **Coeficiente K4**

Tipo de carga	Ejemplo de máquinas	Motor eléctrico o turbina	Accionamiento	
			Motor de combustión interna	Trans. mecánica
Regular	Agitadores de líquidos. Bombas centrífugas y de engranajes. Compresores centrífugos. Elevadores y transportadores con carga regular. Generadores y alternadores. Hiladoras. Maquinaria de imprenta. Maquinaria para la fabricación de papel. Montacargas y ascensores. Teleféricos. Maquinas herramientas (toros, taladradoras, fresadoras, rectificadoras). Ventiladores y máquinas soplantes.	1	1	1,2
Irregular	Agitadores de sustancias poco fluidas. Bombas de émbolo de más de 2 cilindros. Compresores alternativos de más de 2 cilindros. Hélices (aplicaciones marinas). Elevadores y transportadores con carga irregular. Laminadoras. Mezcladores. Maquinaria para carpintería. Maquinaria para formar tubos. Trefiladoras. Molinos para materias homogéneas y blandas. Telares.	1,3	1,2	1,4
A golpes	Aparatos de elevación. Bombas de 1 y 2 cilindros. Dragas. Excavadoras. Elevadores y transportadores con carga muy irregular y pesada. Grúas. Maquinaria para perforación. Maquinaria para fabricar ladrillos. Maquinas herramientas (prensas, cizallas, limadoras, cepilladoras). Molinos para materias duras e irregulares. Rotocultivadores. Trituradoras.	1,5	1,4	1,7

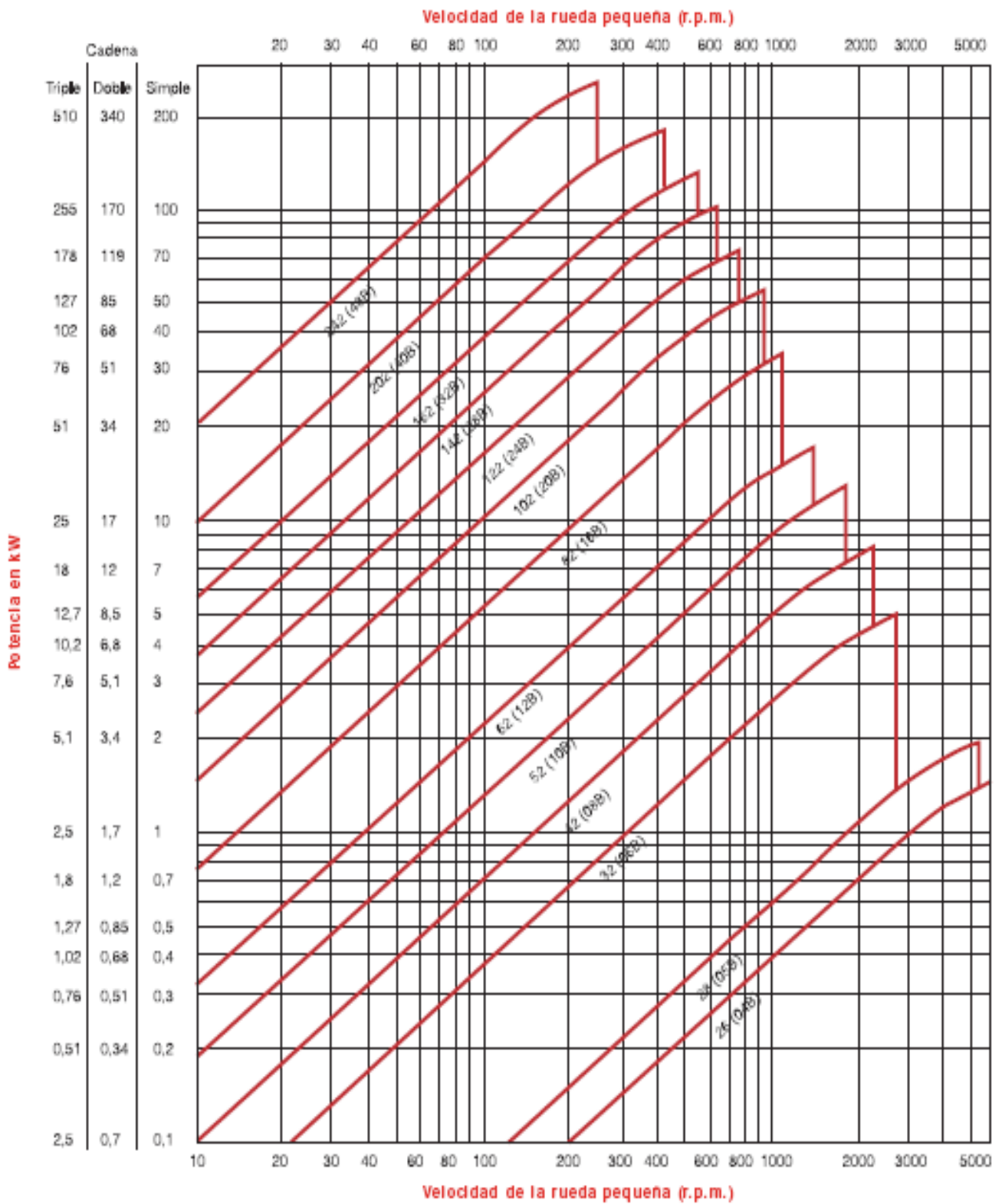
Fuente: Catalogo General JORESA

✓ **Coeficiente K5**



Fuente: Catalogo General JORESA

ANEXO V CATÁLOGO CADENAS



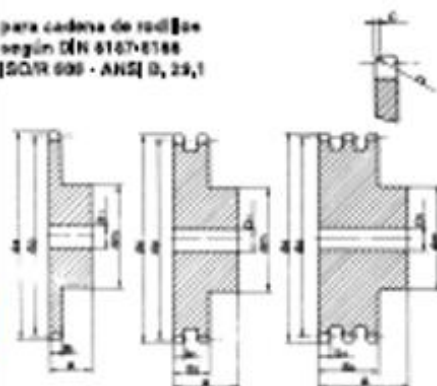
ANEXO VI CATÁLOGO CATARINAS

PIÑONES DENTADOS 08B

Calidad, dimensiones y acabados según normas DIN•ASA•ANSI

Z	d_e	d_p	SIMPLE			DOBLE			TRIPLE		
			d_{m1}	D_1	A	d_{m1}	D_1	A	d_{m1}	D_1	A
8	37,2	33,18	20	10	25						
9	41,0	37,13	24	10	25						
10	45,2	41,10	26	10	25	26	10	32			
11	48,7	45,07	28	10	25	30	11	35	30	14	50
12	53,0	49,07	33	10	28	35	12	35	34	14	50
13	57,4	53,06	37	10	28	38	12	35	38	14	50
14	61,8	57,07	41	10	28	42	12	35	42	14	50
15	65,5	61,09	45	10	28	46	12	35	46	14	50
16	69,6	65,10	50	12	28	50	14	35	50	16	50
17	73,6	69,11	52	12	28	54	14	35	54	16	50
18	77,9	73,14	56	12	28	58	14	35	58	16	50
19	81,7	77,16	60	12	28	62	14	35	62	16	50
20	85,8	81,19	64	12	28	66	14	35	66	16	50
21	89,7	85,22	68	14	28	70	16	40	70	20	55
22	93,8	89,24	70	14	28	70	16	40	70	20	55
23	98,2	93,27	70	14	28	70	16	40	70	20	55
24	101,8	97,29	70	14	28	75	16	40	75	20	55
25	105,8	101,33	70	14	28	80	16	40	80	20	55
26	110,0	105,36	70	16	30	85	20	40	85	20	55
27	114,0	109,40	70	16	30	85	20	40	85	20	55
28	118,0	113,42	70	16	30	90	20	40	90	20	55
29	122,0	117,46	80	16	30	95	20	40	95	20	55
30	126,1	121,50	80	16	30	100	20	40	100	20	55
31	130,2	125,54	80	16	30	100	20	40			
32	134,3	129,56	80	16	30	100	20	40			
33	138,4	133,60	90	16	30	100	20	40			
34	142,6	137,64	90	16	30	100	20	40			
35	146,7	141,68	90	16	30	100	20	40	110	20	55
36	151,0	145,72	90	16	35	110	20	40	120	25	55
37	154,6	149,76	90	16	35						
38	158,6	153,80	90	16	35	110	20	40	120	25	80
39	162,7	157,83	90	20	35						
40	166,8	161,87	90	16	35	110	20	45			

Piñón 1/2" x 5/16"

para cadena de rodillos
según DIN 8167/8168
[ISO/R 606 - ANSI B, 23,1]

PIÑÓN	ISO mm	ASA-40 mm
Radio diente r_s	13	13,5
Ancho radio C	1,3	1,5
Ancho radio piñón B_1	7,2	7,2
Ancho radio piñón b_1	7	7
Ancho radio piñón B_2	21	21,4
Ancho radio piñón B_2	34,9	35,8
CADENA	mm	mm
Paso	12,7	12,7
Ancho interior	7,75	7,94
Ø Rodillo	8,51	7,94

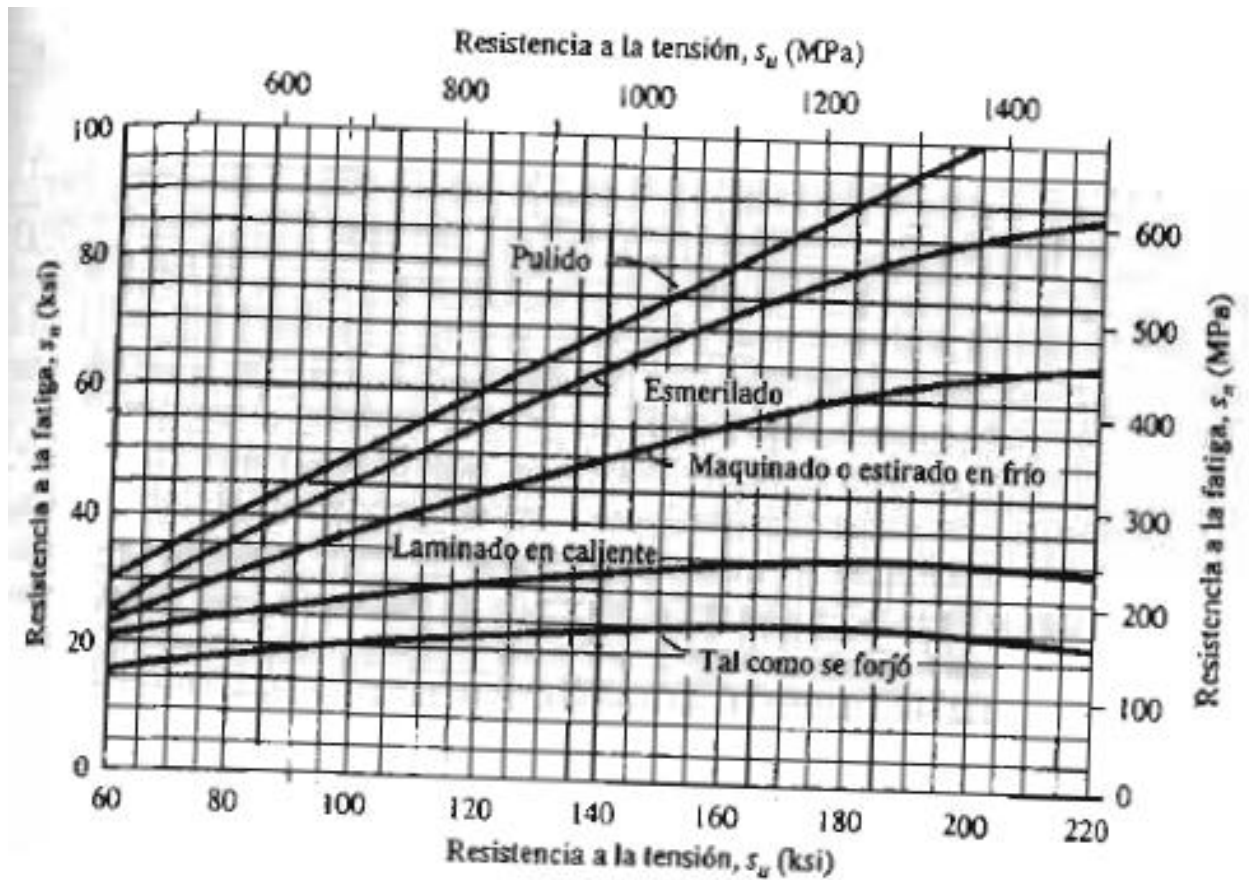
ANEXO VII PROPIEDADES ACERO INOX 304

APÉNDICE 6 PROPIEDADES DE LOS ACEROS INOXIDABLES

Designación del material		Condición	Resistencia a la tensión		Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación en pulgadas)
Número AISI	UNS		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	
Aceros austeníticos							
201	S20100	Recocido	115	793	55	379	55
		1/4 duro	125	862	75	517	20
		1/2 duro	150	1030	110	758	10
		3/4 duro	175	1210	135	931	5
		Duro total	185	1280	140	966	4
301	S30100	Recocido	110	758	40	276	60
		1/4 duro	125	862	75	517	25
		1/2 duro	150	1030	110	758	15
		3/4 duro	175	1210	135	931	12
		Duro total	185	1280	140	966	8
304	S30400	Recocido	85	586	35	241	60
310	S31000	Recocido	95	655	45	310	45
316	S31600	Recocido	80	552	30	207	60
Aceros ferríticos							
405	S40500	Recocido	70	483	40	276	30
430	S43000	Recocido	75	517	40	276	30
446	S44600	Recocido	80	552	50	345	25
Aceros martensíticos							
410	S41000	Recocido	75	517	40	276	30
416	S41600	Q&T 600	180	1240	140	966	15
		Q&T 1000	145	1000	115	793	20
		Q&T 1400	90	621	60	414	30

ANEXO VIII RESISTENCIA A LA FATIGA REAL ESTIMADA

Resistencia a la fatiga



Factor de material

Acero forjado:	$C_m = 1.00$	Hierro colado maleable:	$C_m = 0.80$
Acero colado:	$C_m = 0.80$	Hierro colado gris:	$C_m = 0.70$
Acero pulverizado:	$C_m = 0.76$	Hierro colado dúctil:	$C_m = 0.66$

Factor de confiabilidad

TABLA 5-1
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

Factor de tamaño

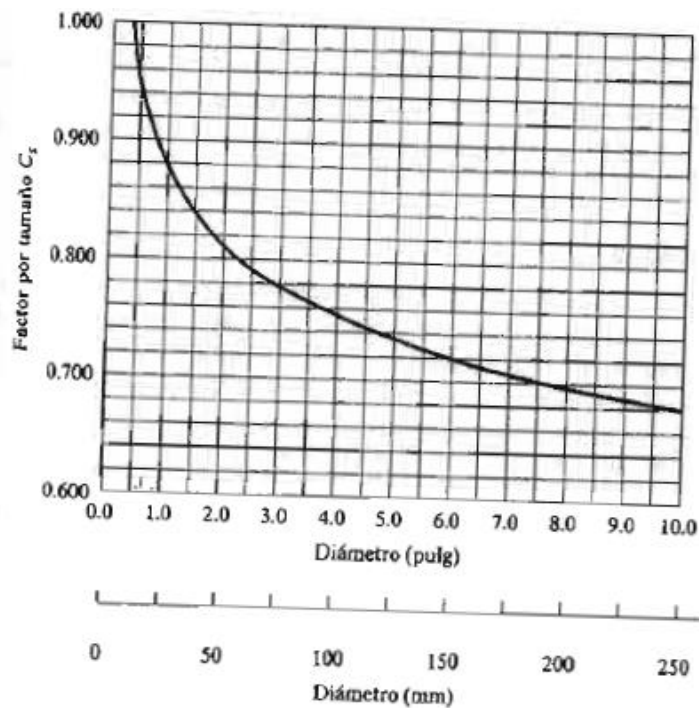


TABLA 5-2 Factores de tamaño

Unidades del Sistema Estadounidense Tradicional	
Rango de tamaño	Para D en pulgadas
$D \leq 0.30$	$C_s = 1.0$
$0.30 < D \leq 2.0$	$C_s = (D/0.3)^{-0.11}$
$2.0 < D < 10.0$	$C_s = 0.859 - 0.02125D$
Unidades SI	
Rango de tamaño	Para D en mm
$D \leq 7.62$	$C_s = 1.0$
$7.62 < D \leq 50$	$C_s = (D/7.62)^{-0.11}$
$50 < D < 250$	$C_s = 0.859 - 0.000837D$

ANEXO IX CUÑAS ESTANDARES

TABLA 11-1 Tamaño de la cuña en función del diámetro del eje

Tamaño nominal del eje		Tamaño nominal de la cuña		
Más de	Hasta (incl.)	Ancho, W	Altura, H	
			Cuadrada	Rectangular
5/16	7/16	3/32	3/32	
7/16	9/16	1/8	1/8	3/32
9/16	7/8	3/16	3/16	1/8
7/8	1 ¹ / ₂	1/4	1/4	3/16
1 ¹ / ₄	1 ¹ / ₈	5/16	5/16	1/4
1 ³ / ₈	1 ¹ / ₄	3/8	3/8	1/4
1 ¹ / ₂	2 ¹ / ₄	1/2	1/2	3/8
2 ¹ / ₄	2 ³ / ₄	5/8	5/8	7/16
2 ³ / ₄	3 ¹ / ₂	3/4	3/4	1/2
3 ¹ / ₄	3 ³ / ₄	7/8	7/8	5/8
3 ³ / ₄	4 ¹ / ₂	1	1	3/4
4 ¹ / ₂	5 ¹ / ₂	1 ¹ / ₄	1 ¹ / ₄	7/8
5 ¹ / ₂	6 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	1
6 ¹ / ₂	7 ¹ / ₂	1 ³ / ₄	1 ³ / ₄	1 ¹ / ₂
7 ¹ / ₂	9	2	2	1 ³ / ₄
9	11	2 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	1 ³ / ₄
11	13	3	3	2
13	15	3 ¹ / ₂	3 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂
15	18	4		3
18	22	5		3 ¹ / ₂
22	26	6		4
26	30	7		5

Fuente: Reimpreso de la norma ANSI B17.1-1967 (R98) con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Todos los derechos reservados.

ANEXO X PROPIEDADES ASTM A 500

APÉNDICE 7 PROPIEDADES DE LOS ACEROS ESTRUCTURALES

Designación del material (número ASTM)	Grado, producto o espesor	Resistencia a la tensión		Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación en 2 pulgadas)
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	
A36	$t \leq 8$ pulg	58	400	36	250	21
A242	$t \leq 3/4$ pulg	70	480	50	345	21
A242	$t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	67	460	46	315	21
A242	$t \leq 4$ pulg	63	435	42	290	21
A500	Tubo estructural formado en frío, redondo o de otras formas					
	Redondo, grado A	45	310	33	228	25
	Redondo, grado B	58	400	42	290	23
	Redondo, grado C	62	427	46	317	21
	Otra forma, grado A	45	310	39	269	25
	Otra forma, grado B	58	400	46	317	23
	Otra forma, grado C	62	427	50	345	21
A501	Tubo estructural formado en caliente, redondo o de otras formas	58	400	36	250	23
A514	Templado y revenido, $t \leq 2\frac{1}{2}$ pulg	110-130	760-895	100	690	18%
A572	42, $t \leq 6$ pulg	60	415	42	290	24
A572	50, $t \leq 4$ pulg	65	450	50	345	21
A572	60, $t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	75	520	60	415	18
A572	65, $t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	80	550	65	450	17
A588	$t \leq 4$ pulg	70	485	50	345	21
A992	Perfiles W	65	450	50	345	21

ANEXO XI FACTORES DE AJUSTE DE LA VIDA DEL RODAMIENTO

1) El factor n representa la probabilidad de fallo, es decir, la diferencia entre la fiabilidad requerida y el 100 %

Tabla 1

Valores para el factor de ajuste de la vida a_1

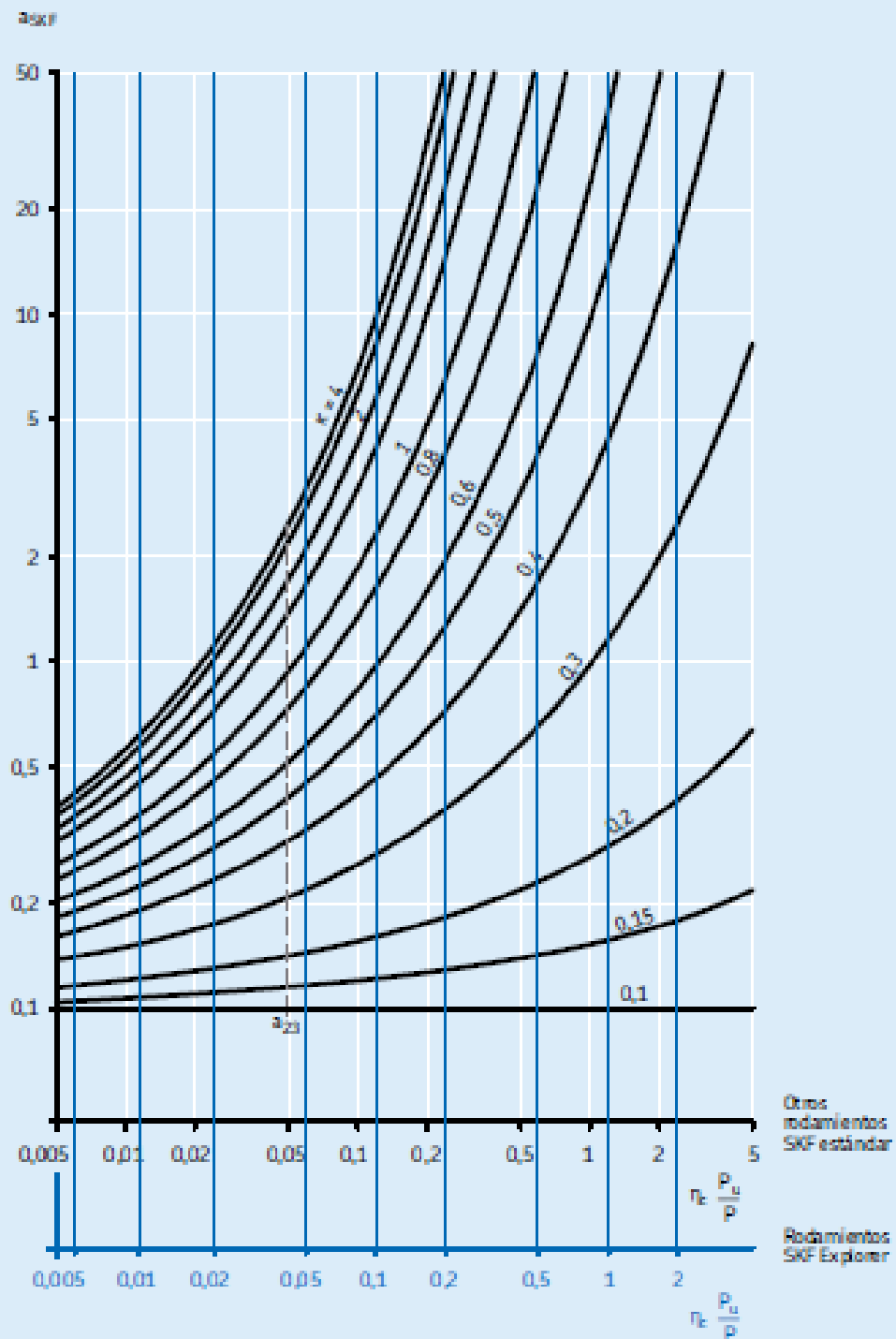
Fiabilidad %	Probabilidad de fallo n %	Vida nominal SKF L_{nm}	Factor a_1
90	10	L_{10m}	1
95	5	L_{5m}	0,62
96	4	L_{4m}	0,53
97	3	L_{3m}	0,44
98	2	L_{2m}	0,33
99	1	L_{1m}	0,21

SKF

Selección del tamaño del rodamiento

Diagrama 1

Factor a_{SKF} para rodamientos radiales de bolas

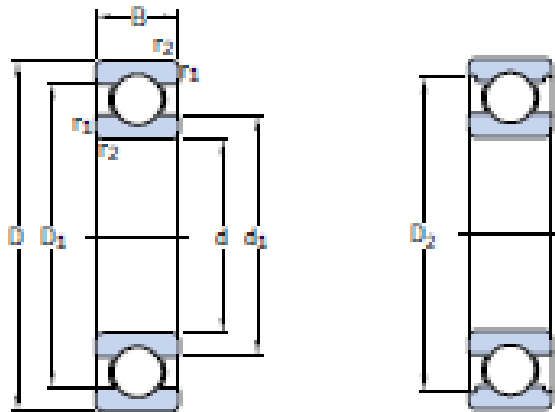


Si $k > 4$, utilice la curva para $k = 4$

Dado que el valor de $\eta_e \frac{P_e}{P_b}$ tiende a cero, a_{SKF} tiende a 0.1 para todos los valores de k

La línea de puntos marca la posición de la antigua escala a_{203} (x), donde $a_{SKF} = a_{203}$

ANEXO XII CATALOGO RODAMIENTOS SKF



Dimensiones principales			Capacidad de carga		Carga límite de fatiga P_L	Velocidades		Masa	Designación
d	D	B	básica dinámica C	estática C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm	kg	-	
25	37	7	4,36	2,6	0,125	38000	24000	0,022	61805
	42	9	7,02	4,3	0,193	36000	22000	0,045	61905
	47	8	8,06	4,75	0,212	32000	20000	0,060	* 16005
	47	12	11,9	6,55	0,275	32000	20000	0,080	* 6005
	52	9	10,6	6,55	0,28	28000	18000	0,078	98205
	52	15	14,8	7,8	0,335	28000	18000	0,13	* 6205
	52	15	17,8	9,8	0,40	28000	18000	0,12	6205 ETN9
	62	17	23,4	11,6	0,49	24000	16000	0,23	* 6305
	62	17	26	13,4	0,57	24000	16000	0,21	6305 ETN9
	80	21	35,8	19,3	0,82	20000	13000	0,53	6405
28	58	16	16,8	9,5	0,405	26000	16000	0,18	62/28
	68	18	25,1	13,7	0,585	22000	14000	0,29	63/28
30	42	7	4,49	2,9	0,144	32000	20000	0,027	61806
	47	9	7,28	4,55	0,212	30000	19000	0,051	61906
	52	7	11,2	7,25	0,31	28000	17000	0,085	* 16006
	55	13	13,8	8,3	0,355	28000	17000	0,12	* 6006
	62	10	15,9	10,2	0,44	22000	14000	0,12	98206
	62	16	20,3	11,2	0,48	24000	15000	0,20	* 6206
	62	16	23,4	12,9	0,54	24000	15000	0,19	6206 ETN9
	72	19	29,6	16	0,67	20000	13000	0,35	* 6306
	72	19	32,5	17,3	0,74	22000	14000	0,33	6306 ETN9
	90	23	43,6	23,6	1,00	18000	11000	0,74	6406
35	47	7	4,75	3,2	0,17	28000	18000	0,030	61807
	55	10	9,56	6,8	0,29	26000	16000	0,080	61907
	62	9	13	8,15	0,38	24000	15000	0,11	* 16007
	62	14	16,8	10,2	0,44	24000	15000	0,16	* 6007
	72	17	27	15,3	0,66	20000	13000	0,29	* 6207
	72	17	31,2	17,6	0,75	20000	13000	0,27	6207 ETN9
	80	21	35,1	19	0,82	19000	12000	0,46	* 6307
	100	25	55,3	31	1,29	16000	10000	0,95	6407

ANEXO XIII CATALOGO BANDA TRANSPORTADORA

Products datasheet



UPRO 2/13W-M

Schematic structure

6D: 392201



Belt Applications

General Conveying belt. Food Industry.

Fabric information

Number of plies	2
Top fabric	Polyester monofilament, with lateral stability
Bottom fabric	Polyester monofilament, with lateral stability, antistatic

Basic technical data

Total thickness	1.3mm	0.051 in.
Weight	1.3kg/M ²	0.27 lbs./sq. ft.
Standard width	3200mm	126 in.
Tension for		
% elongation	6N/mm	34 lbs./in.

Belt support

Roller	Yes
Slider bed	Yes
Troughed	No

Minimum pulley diameter

Normal flexion	6mm	0.24 in.
Counter flexion	12mm	0.47 in.

Suggested joint methods

One ply finger

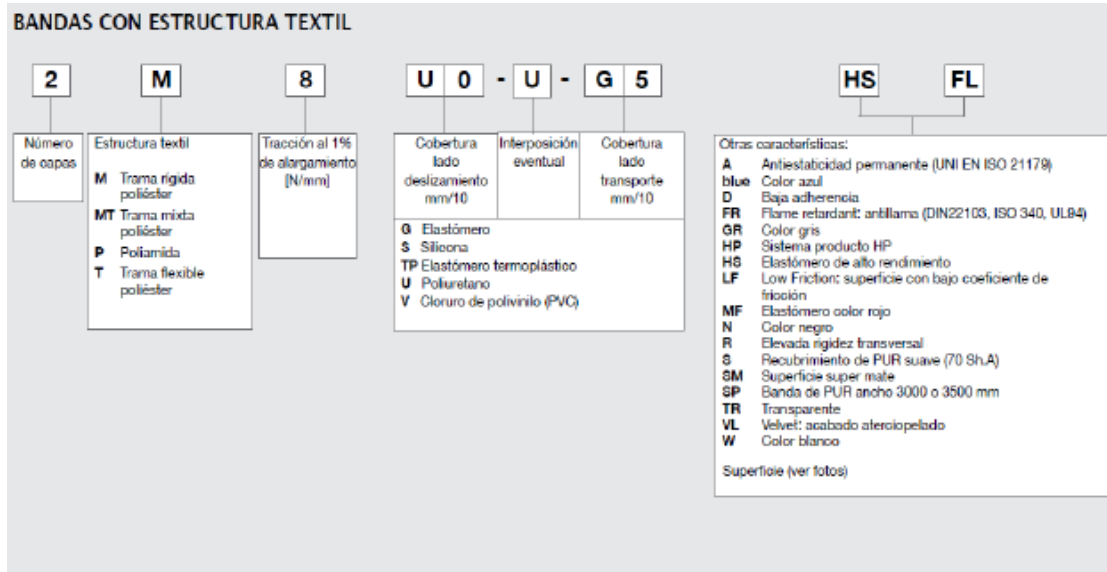
Detailed technical data

Top cover	
-Thickness	0.2mm 0.008 in.
-Material	Polyurethane
-Hardness	ShoreA 85
-Color	White
-Surface	Matt finish
Middle layer	
-Thickness	0.2mm 0.008 in.
-Material	Polyurethane
-Hardness	ShoreA 85
-Color	White
Bottom cover	
-Material	Fabric impregnation PU
-Color	Transparent

Chemical resistant and other characteristics

- * Top cover permitted according to the FDA-prescriptions to paragraph 177.2600 for transport of all unpackage foodstuffs
- * Good resistance to animal, mineral and vegetable oil and fat
- * Good performance to go through the knife edge conveying
- * Temperature range of -20 °C to +80°C

ANEXO XIV COEFICIENTES DE FRICCIÓN BANDA TRANSPORTADORA



COEFICIENTE DE FRICCIÓN LADO DESLIZAMIENTO

Tipo de cobertura	Plano de deslizamiento		Tambor motor	
	Chapa acero	Chapa plást. o madera	Tambor acero	Tambor forrado
0	0.20	0.25	0.20	0.30
G1	no aplicable		0.60	0.70
S0	0.30	0.40	0.30	0.50
U0	0.20	0.25	0.20	0.30
U2	0.40	0.50	0.30	0.40
U3, U5	0.40	0.50	0.40	0.60
V5, V10	no aplicable		0.40	0.60

ANEXO XV FACTOR K

TABLA 2 - Factor de transmisión (K) para prevenir deslizamiento

ANGULO DE CONTACTO EN LA BANDA DE TRANSMISION	TIPO DE TRANSMISION	TENSOR DE TORNILLO		TENSOR DE GRAVEDAD	
		POLEA LISA	POLEA RECUBIERTA	POLEA LISA	POLEA RECUBIERTA
150°	Recta	1.5	1	1.08	0.67
160°	Recta	1.4	0.9	0.9	0.60
170°	Recta	1.3	0.9	0.91	0.55
180°	Recta	1.2	0.8	0.84	0.50
190°	De contacto	1.1	0.7	0.77	0.45
200°	De contacto	1	0.7	0.72	0.42
210°	De contacto	1	0.7	0.67	0.38
220°	De contacto	0.9	0.6	0.62	0.35
230°	De contacto	0.9	0.6	0.58	0.32
240°	De contacto	0.8	0.6	0.54	0.30
340°	Tandem o Dual	0.5	0.4	0.29	0.143
360°	Tandem o Dual	0.5	0.4	0.26	0.125
380°	Tandem o Dual	0.5	0.3	0.23	0.108
400°	Tandem o Dual	0.5	0.3	0.21	0.095
420°	Tandem o Dual	0.4	0.3	0.19	0.084
440°	Tandem o Dual	-	-	0.17	0.074
460°	Tandem o Dual	-	-	0.15	0.064
480°	Tandem o Dual	-	-	0.14	0.056

ANEXO XVI PROPIEDADES VARIADOR DE FRECUENCIA WEG

CFW-10

La línea de Convertidores de Frecuencia CFW-10 está diseñada para el control y para la variación de velocidad de motores eléctricos de inducción trifásicos. Los CFW-10 incorporan alta tecnología y se destacan por su pequeño tamaño y gran facilidad de programación.

Asimismo, los CFW-10 son compactos, simples de instalar y de operar a través de su interfaz hombre máquina (HMI) local incorporada como estándar.



Beneficios

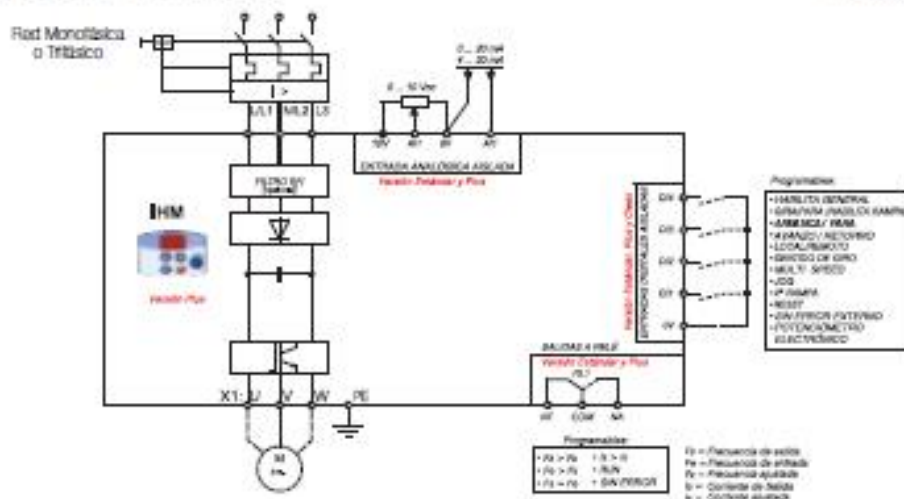
- » Control V/F
- » Grado de Protección IP20
- » Monofásico – tensión de entrada 110-127Vca hasta 0,75kw / 1 HP
- » Monofásico – tensión de entrada 200-240Vca hasta 2,2kw / 3 HP
- » Trifásico – tensión de entrada 200-240Vca hasta 4kW / 5 HP
- » 150% de capacidad de sobrecarga de corriente
- » Control D&P salida PWM
- » Frecuencia de conmutación ajustable 2,5 – 15Hz
- » 4 entradas digitales programables aisladas
- » Salida a rotó programable
- » Una entrada analógica programable aislada
- » Protecciones del Motor y del VSD: Sobrecorriente, sobrecarga del motor, sobretensión del convertidor, cortocircuito en la salida, sobretensión y subtensión del conductor CC y fallo externo.
- » Características de control: aceleración y desaceleración de rampa lineal y "B", control local/remoto, frenado CC, aceleración de par, compensación de deslizamiento del motor, velocidades pre ajustables, límites de frecuencia ajustables máximos y mínimos, límite de corriente de salida ajustable, JOG.
- » Lecturas en el display: velocidad del motor, frecuencia, tensión, corriente, último fallo, temperatura del disipador y estado del convertidor.
- » Condiciones Ambientales: 50°C (122°F), 1000m (3300ft) y 90% de humedad sin condensación.



Aplicaciones

- » Bombas centrífugas
- » Bombas dosificadoras de proceso
- » Ventiladores /
- » Extractores
- » Agitadores /
- » Mezcladores
- » Extrusoras
- » Mesas de rodillos
- » Secadores
- » Filtros rotativos

Diagrama de Bloques



CFW-10 - Especificación del Código



1 - Convertidor de Frecuencia WEG CFW-10

2 - Corriente Nominal de Salida:

110-127V		200-240V	
0016	1,6 A	0016	1,6A
0025	2,6 A	0025	2,6A
0040	4,0 A	0040	4,0A

3 - Numero de Fases

B = monofásico

T = trifásico

0073	7,3A
0100	10,0A

0152	15,2A	solamente para el modelo trifásico
------	-------	------------------------------------

4 - Tensión de Red

1112 = 110-127 Vca (Solamente Monofásico)

2024 = 200-240 Vca

5 - Idioma del Manual

P = Portugués

E = Inglés

S = Español

6 - Opcionales

B = Estándar (sin opcionales)

O = Con opcionales

7 - Tarjeta de Control

En blanco = Estándar

CL = Versión Clean (sin entrada analógica y sin salida a relé)

PL = Versión Plus (con potenciómetro incorporado)

8 - Filtro EMC Incorporado

En blanco = Estándar

FA = Con filtro EMC Clase A (solamente para los modelos monofásicos 200-240Vca)

9 - Hardware Especial

En blanco = Estándar (sin hardware especial)

Hx = hardware especial versión X

CP = Versión Especial de Disipador (Cold Plate)

10 - Software Especial

En blanco = Estándar (sin software especial)

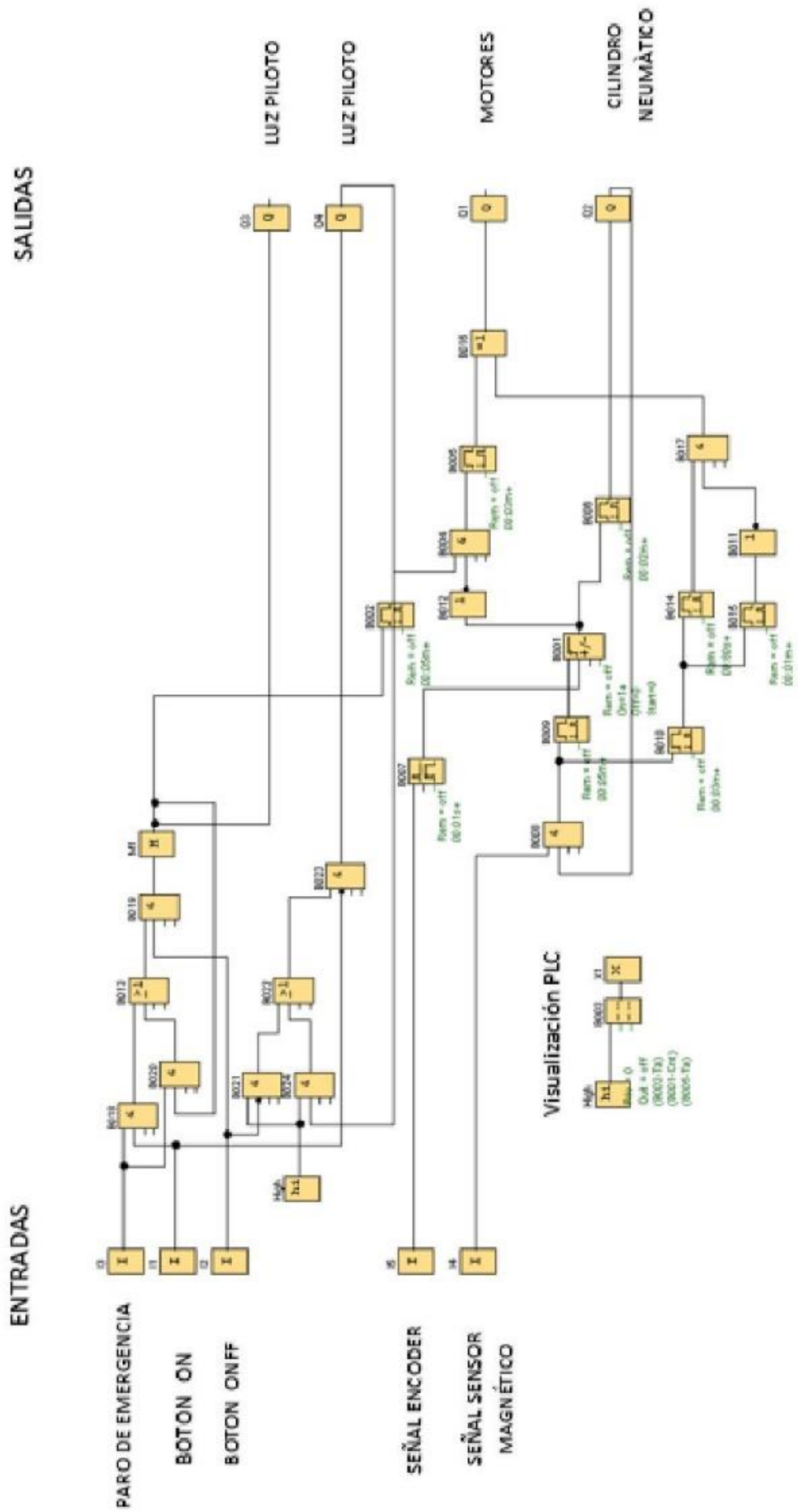
Sx = software especial versión X

11 - Fin del Código

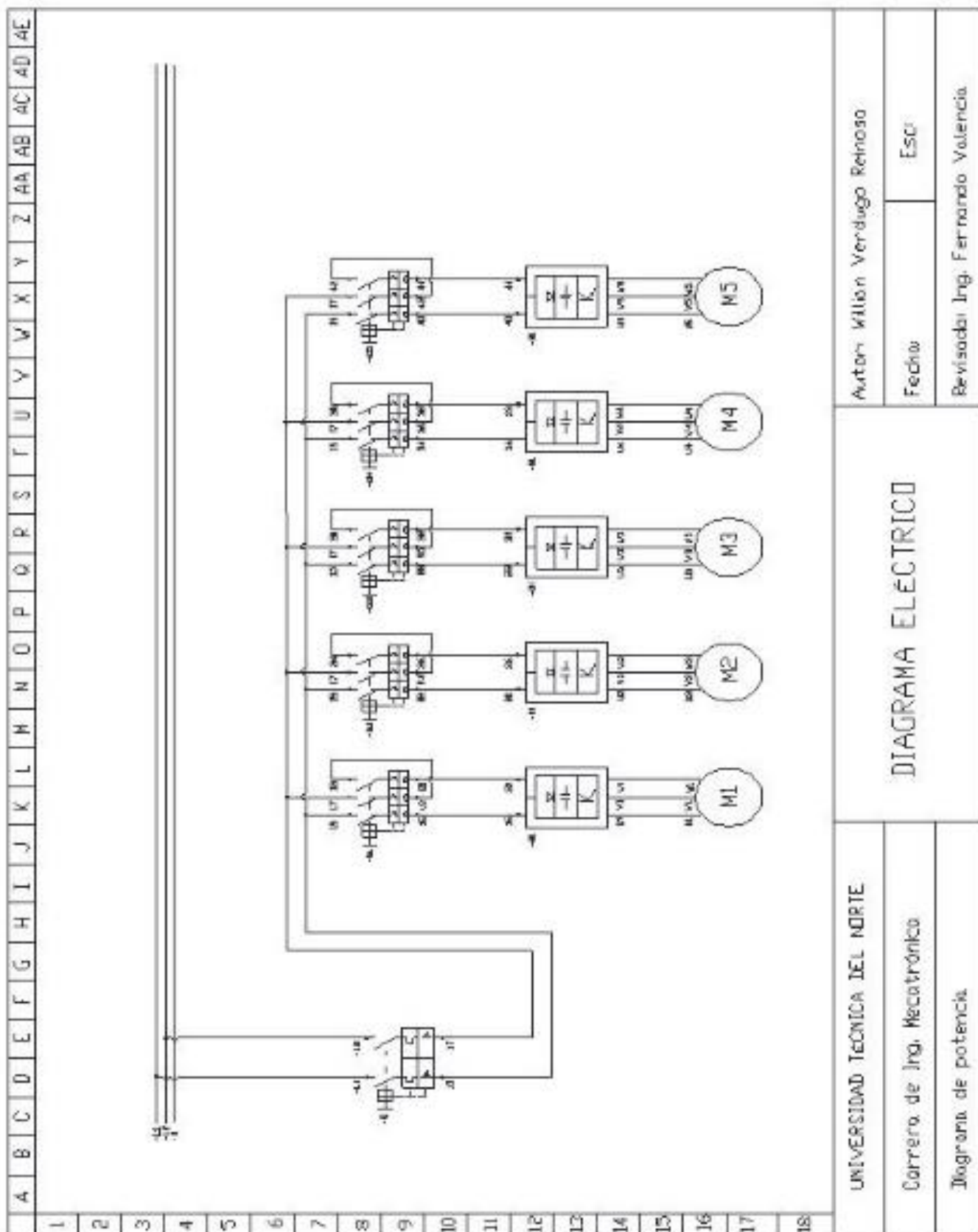
Ex.: CFW10004082024E8Z

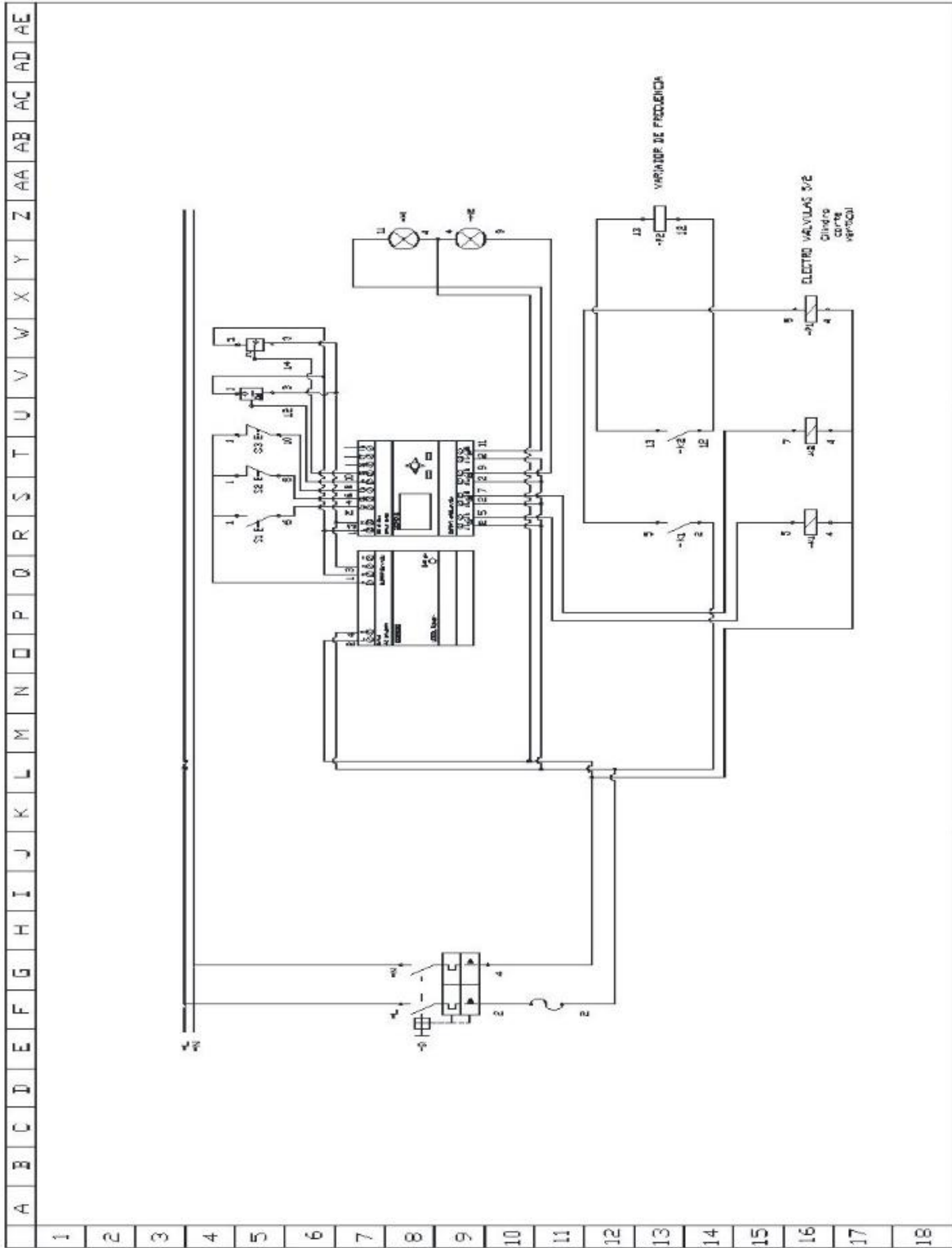
Convertidor de Frecuencia Serie CFW-10 de 4,0A,
monofásico en 200-240Vca, manual en español.

ANEXO XVII PROGRAMACION PLC'LOGO



ANEXO XVIII DIAGRAMA ELECTRICO Y DE CONTROL





<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</p>	<p>DIAGRAMA ELÉCTRICO GENERAL</p>		<p>Autor: William Verdugo Reinoso</p>
<p>Carrera de Ing. Mecatrónica</p>			<p>Fecha: Esc:</p>
<p>Diagrama de control</p>			

**ANEXO XIX MANUAL DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO**

**ANEXO XVIII MANUAL DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO**

Manual de operación y mantenimiento

**MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA
MAQUINA FORMADORA Y LAMINADORA DE MASA DE
GRANOLA.**

2014

CATHERIN BAYETERO

Contenido

Introducción.....86

Sección I

Información del producto.....86

Sección II

Avisos de seguridad.....86

Sección III

Encendido y apagado del sistema.....87

Parada de emergencia del sistema.....87

Sección IV

Mantenimiento de la máquina.....89

Introducción

Este manual contiene información sobre la máquina formadora y laminadora de masa de granola, la cual contiene, la seguridad del usuario, la operación del sistema, el mantenimiento de las partes de la máquina y la reparación de las mismas.

SECCION I

Información sobre el producto

El producto que usted ha adquirido es una máquina formadora y laminadora de masa de granola, cuya función es compactar la masa para que posteriormente se desarrolle el corte para la formación de barras de granola.

SECCIÓN II

Avisos de seguridad

Esta sección contiene información sobre distintas señales de advertencia y su ubicación exacta en la máquina. Familiarícese con todas las señales de advertencia.

Si las señales no son visibles por suciedad, limpie el área con un trapo ligeramente húmedo con agua, no utilice excesiva agua ni disolventes ya que puede despegar el adhesivo.

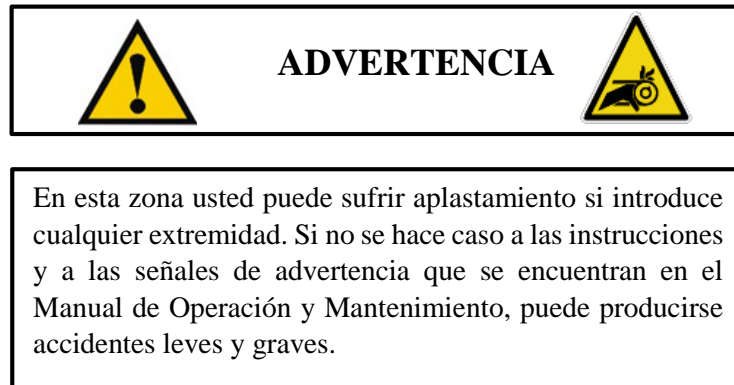
Aviso de Seguridad 1



No opere este producto ni trabaje en él hasta que haya leído y comprendido todas las instrucciones y señales de advertencias que se encuentran en el Manual de Operación y Mantenimiento. Si no se hace caso a las instrucciones y a las señales de advertencia, puede producirse accidentes leves y graves.

Esta etiqueta está ubicada en un costado de la máquina, lugar que es totalmente visible.

Aviso de Seguridad 2



Esta etiqueta está ubicada en el sistema de laminación y formado.

SECCIÓN III

Encendido y apagado del sistema

Para encender la máquina primero se verifica que esté completamente armada y que no haya ningún objeto en la zona de formado, laminado y cortado.

En el panel de control si se presiona el botón verde de encendido la máquina empieza a funcionar, y si se presiona el botón rojo de apagado la máquina deja de funcionar.

Parada de emergencia del sistema

Si se suscita una emergencia por un posible accidente de aplastamiento o corte, se presiona el botón de parada de emergencia, el cual se encuentra ubicado en zonas estratégicas además de contar con un general en el tablero de control.

SECCIÓN IV

Tabla 6 1 Mantenimiento de la maquina

PARTE	FRECUENCIA	PASOS	DETALLE
Estructura de la maquina	Mensual	<ul style="list-style-type: none"> - Observar que no exista oxido en las partes metálicas de la máquina. - Revisar que no exista de soldaduras ocasionadas por el uso. 	En caso de existir oxidación en la maquina proceder a lijar y pintar con pintura epóxica.
Sistema de formado y laminado	Diario	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que el sistema se encuentre posicionado correctamente. - Limpiar cadenas, piñones, catarinas y lubricar (la lubricación se puede realizar mensualmente). 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el funcionamiento de la catarina / piñón. Limpiar y lubricar. - Revisar que el motor no tenga temperatura y vibración excesiva. - Verificar que la cadena se encuentre tensionada correctamente.
Sistema de transportación	Después de cada uso	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que no exista pandeo de la banda. - Verificar que la banda se encuentre centrada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Templar la banda hasta observar que no existe pandeo. - Nivelar la banda.
Ajuste general	Mensual	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que todos los elementos se encuentren centrados y fijos a la estructura de la máquina. - Verificar posibles contaminantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - En caso de haber pernos y tuercas flojas, centrarlas y ajustar.

Se debe tener un mantenimiento continuo de la máquina ya que esta se encuentra en contacto con masa, la cual contiene líquidos los cuales pueden ocasionar daños a largo plazo a la estructura si no se lleva un mantenimiento continuo.

ANEXO XX FOTOS

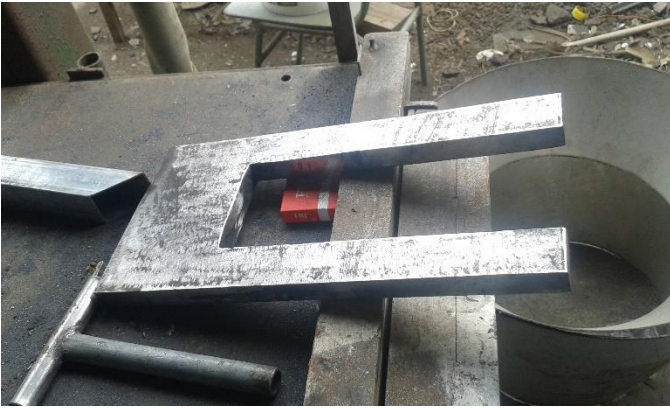
Ensamblaje del soporte base



Soporte

Rodillo





Soportes rodillos (Laterales)

Pintado de los componentes



Máquina ensamblada y terminada

ANEXO XXI OFICIO

La **empresa industrial productos el chinito S.C.C**, después de analizar las diferentes propuestas por parte de la señorita Catherin Victoria Bayetero Andrade acepta contribuir a la construcción de las tesis: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA LAMINADORA DE MASA DE GRANOLA PARA LA EMPRESA INDUSTRIAL PRODUCTOS EL CHINITO S.C.C.”**

Los datos obtenidos para la construcción de la maquina a partir del estudio del proyecto se describen en la tabla mostrada a continuación.

Componente de la máquina	Material / Descripción	Justificación
Soporte Base	Acero estructural A-36 (UPN 100)	La UPN 100 fue la más idónea ya que se apegaba a los cálculos realizados tomando en cuenta el factor de seguridad.
Rodillos	Acero inoxidable 304	Se utiliza este material debido que es el indicado para estar en contacto con alimentos.
Motor-reductor para el movimiento de cada rodillo	La potencia necesaria para el movimiento del rodillo fue de ¼ hp con una velocidad de 3,75 rpm	Este dato fue encontrado a través de cálculos.
Motor-reductor para el movimiento de la banda transportadora.	La potencia necesaria para el movimiento de la banda transportadora es de ¾ hp con una velocidad de 3,75 rpm.	Este dato fue encontrado a través de cálculos.

Una vez expuesta los materiales necesarios para la construcción de la máquina laminadora de masa de granola, la empresa Industrial Productos el Chinito S.C.C dio a conocer sus requerimientos para la construcción de la misma con los materiales que se describen a continuación puesto que esta máquina es un prototipo con el cual la empresa se encargara de construirla con los materiales adecuados de acuerdo a la norma.

Componente de la máquina	Material	Justificación
Soporte Base	Acero estructural A-36 (UPN 100)	La empresa dispone de este material.
Rodillos	Acero AISI 1018 con una capa de pintura epóxica para alimento.	Se utiliza el acero AISI 1018 porque la empresa cuenta con el mismo y la misma trata de minimizar costos por tratarse de un prototipo utilizando pintura epóxica apta para alimentos como recubrimiento.
Motor-reductor para el movimiento de cada rodillo.	Potencia del motor de $\frac{3}{4}$ hp con la utilización de un variador de frecuencia.	Se utiliza un motorreductor de tal potencia porque la empresa dispone del mismo además de contar con un variador de frecuencia para poder obtener la frecuencia requerida.
Motor-reductor para el movimiento de la banda transportadora.	Potencia del motor de $\frac{3}{4}$ hp con la utilización de un variador de frecuencia.	Se utiliza un motorreductor de tal potencia porque la empresa dispone del mismo además de contar con un variador de frecuencia para poder obtener la frecuencia requerida.

INDUSTRIAL PRODUCTOS
EL CHINITO S.C.C.
GERENTE

Ing. Juan Carlos Romo
Gerente

Catherin Bayetero

Catherin Bayetero