



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

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

**TEMA:**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA  
COCCIÓN DE OBLEAS DESTINADAS A LA ELBORACIÓN DE CONOS DE  
HELADOS**

**AUTOR: CHULDE CHULDE WILSON ROBERTO**

**DIRECTOR: ING. WASHINGTON MOSQUERA**

**IBARRA - ECUADOR**

**OCTUBRE 2017**



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

### 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:

<b>DATOS DEL CONTACTO</b>	
<b>Cédula de Identidad</b>	0401371497
<b>Apellidos y Nombres</b>	Chulde Chulde Wilson Roberto
<b>Email</b>	wrchuldec@utn.edu.ec
<b>Teléfono Fijo</b>	022110498
<b>Teléfono Móvil</b>	0989915219
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título</b>	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA COCCIÓN DE OBLEAS DESTINADAS A LA ELABORACION DE CONOS DE HELADOS
<b>Autor</b>	Chulde Chulde Wilson Roberto
<b>Fecha</b>	Octubre del 2017
<b>Programa</b>	Pregrado
<b>Título por el que aspira</b>	Ingeniero en Meca trónica
<b>Director</b>	Ing. Washington Mosquera

**AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Chulde Chulde Wilson Roberto, con cédula de identidad N° 0401371497, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma 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 de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

**CONSTANCIAS**

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

Ibarra, octubre del 2017



Chulde Chulde Wilson Roberto  
C.I: 0401371407



**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, Chulde Chulde Wilson Roberto, con cédula de identidad N° 0401371497, 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 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA COCCIÓN DE OBLEAS DESTINADAS A LA ELABORACIÓN DE CONOS DE HELADOS”, que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Mecánica, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor 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 el formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Chulde Chulde Wilson Roberto  
C.I: 0401371407



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecánica con el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA AUTOMATICO PARA LA COCCION DE OBLEAS DESTINADAS A LA ELABORACION DE CONOS DE HELADOS”, ha sido desarrollado en su totalidad por el Sr. Chulde Chulde Wilson Roberto, con cédula de identidad N° 0401371497, bajo mi supervisión para lo cual firmo en constancia.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Washington Mosquera", is written over a horizontal line.

Ing. Washington Mosquera

**DIRECTOR**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DECLARACIÓN**

Yo, Chulde Chulde Wilson Roberto, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature is stylized and appears to read 'Wilson Roberto'.

Chulde Chulde Wilson Roberto  
C.I: 0401371407



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación va con dedicatoria muy especial para esa mujer que día a día trabajo incansablemente con el único objetivo de obsequiarme el regalo más grande que una madre puede dar la educación.

A mi padre que junto a ella hombro a hombro lucharon y que con firmes y fundamentadas exhortaciones guio mis pasos a través de esos escabrosos senderos que a lo largo de la vida he tenido que sortear.

A Lilium la mujer que amo y que a más de recibir su apoyo puso en mi cabeza la idea general de este proyecto que luego de desarrollarlo emprenderé una pequeña microempresa en honor a ella.

A Megan mi pequeña hija que con su inocencia día tras día me recuerda que puedo ser invencible ante cualquier obstáculo.

A mis hermanos y hermanas que sacrificaron tiempo, esfuerzo para ayudarme con las responsabilidades de padre, y con el apoyo moral constante.

A mis tíos que me apoyaron moral y económicamente.

Al padre de mí amada Lilium que brindó su apoyo y el capital para el proyecto.

**Wilson R.**





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**AGRADECIMIENTO**

A agradezco a Dios Padre y a mi Madre Divina que me han dado fuerza y claridad mental para no decaer y seguir adelante en la culminación de este proyecto.

A todas y cada una de las personas a las culés he dedicado este trabajo, además agradecer a los ingenieros que me brindaron parte de su conocimiento y experiencia.

**Wilson R.**

## RESUMEN

El presente proyecto va encaminado a la producción de obleas artesanales, con una visión más tecnificada e intentando mitigar al máximo posibles problemas de contaminación a la hora de la manufacturación del producto así como también la reorganización del personal, que se dedica a esta actividad disminuyendo tiempos de producción e incrementando el volumen de unidades producidas en condiciones manuales, introducir al sector artesanal sistemas mecatrónicas eficientes y de bajo costo permitiendo el desarrollo y mejorando las condiciones de competitividad con las grandes industrias .

Para el desarrollo de este sistema de cocción se ha tomado en cuenta las distintas variables que intervienen en el proceso de cocción como la velocidad de giro del sistema así como también la temperatura variables que serán comandadas por un controlador lógico programable y que determinaran la calidad del producto.

Exhibiremos los cálculos y ecuaciones para cada una de los árboles de transmisión de potencia, así como también de la estructura mecánica.

De la misma manera se mostrara el diseño del sistema de control que constara del programa, cableado y montaje del tablero eléctrico.

Para terminar se presentara el montaje de todas las piezas mecánicas y eléctricas y de control, así como también las distintas tablas de las pruebas de cocción. Y para finalizar las respectivas conclusiones y recomendaciones.

## SUMMARY

The present project is aimed at the production of handmade wafers, with a more technical vision and trying to mitigate to the maximum possible problems of contamination at the time of the manufacture of the product as well as the reorganization of the personnel, that dedicates itself to this activity diminishing times Of production and increasing the volume of units produced under manual conditions, introduce to the craft sector efficient and low cost mechatronic systems allowing the development and improving the conditions of competitiveness with the large industries.

For the development of this cooking system has taken into account the various variables involved in the cooking process as the speed of rotation of the system as well as the temperature variables that will be commanded by a programmable logic controller and that determine the quality of the product.

We will show the calculations and equations for each of the power transmission shafts as well as the mechanical structure. In the same way will show the design of the control system that will consist of the program, wiring and assembly of the electrical board.

Finally, the assembly of all the mechanical and electrical parts and control, as well as the different tables of the cooking tests, will be presented. And to finalize the respective conclusions and recommendations.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA .....	II
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD .....	III
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	V
CONSTANCIAS .....	IV
CERTIFICACIÓN.....	VI
DECLARACIÓN .....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
AGRADECIMIENTO.....	IX
RESUMEN.....	X
SUMMARY .....	XI
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XVII
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXII
OBJETIVO GENERAL .....	XXII
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	XXII
JUSTIFICACIÓN.....	XXII
ALCANCE Y LIMITACIONES.....	XXIII
ANTECEDENTES.....	XXIV
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO .....	1
1.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DE CONOS DE HELADOS.....	1
1.1.1. PROCESO DE INGRESO DE LOS INGREDIENTES Y MESCLADO.....	2
1.1.2 PROCESO DE COCCIÓN.....	2
1.1.3 PROCESO DE ENROLLADO.....	2
1.1.4 TIPOS DE CONOS.....	3
1.1.5 FORMAS DE LOS CONOS .....	4
1.2 SISTEMAS DE COCCIÓN DE OBLEAS.....	4
1.2.1 POR MEDIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	5
1.2.2 POR MEDIO DE GLP.....	6
1.3 PROCESOS DE COCCIÓN.....	9

1.3.1 PROCESO MANUAL.....	9
1.3.2 PROCESO SEMIAUTOMÁTICO.....	10
1.3.3 PROCESO AUTOMÁTICO .....	10
1.3.4 DE FORMA MANUAL .....	10
1.3.5 DE FORMA SEMIAUTOMÁTICA. ....	12
1.3.6 DE FORMA AUTOMÁTICA.....	13
1.4 SISTEMAS DE APERTURA Y CIERRE DE LAS PLACAS DE COCCIÓN..	15
1.4.1 APERTURA Y CIERRE MANUAL .....	15
1.4.2 APERTURA Y CIERRE MECÁNICA.....	15
1.4.2 APERTURA Y CIERRE AUTOMATICO.....	16
CAPÍTULO II.....	17
SELECCIÓN DE LOS MATERIALES CONSTITUTIVOS DE LA MÁQUINA. ....	17
2. 1 FACTORES DE DISEÑO.....	17
2.2 RESISTENCIA.....	17
2.2.1 ESFUERZO ADMISIBLE .....	18
2.2.2 CARGAS ADMISIBLES .....	18
2.3 CONDICIONES TÉRMICAS.....	19
2.4 CORROSIÓN.....	20
2.4.1 CORROSIÓN QUÍMICA. ....	20
2.4.2 CORROSIÓN ELECTROQUÍMICA .....	21
2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA. ....	23
2.5.1 ACERO INOXIDABLE ASTM 304.....	23
2.5.2 BANDAS Y POLEAS.....	24
2.6 MOTOR ELÉCTRICO.....	25
2.6.1 GUARDA MOTOR.....	26
2.6.2 MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES .....	26
2.6.3 VARIADOR DE FRECUENCIA.....	27
2.6.4 CONTACTOR BIPOLAR.....	29
2.6.5 RACOR ROTATIVO .....	29
2.7 DISEÑO DE LA MÁQUINA.....	29
2.7.1 ESTRUCTURA.....	30
2.7.2 SISTEMA DE TRANSMISIÓN .....	30
2.7.3 SISTEMA DE GASIFICACIÓN .....	31
2.7.4 PLACAS DE COCCIÓN .....	33
2.7.5 CUBIERTA .....	35
2.7.6 SISTEMA DE CONTROL.....	36

CAPÍTULO III .....	41
ANÁLISIS Y CÁLCULOS DE LAS PARTES CONSTITUTIVAS DE LA MÁQUINA. .....	41
3. 1 DISEÑO DEL BRAZO PORTA PLACAS.....	41
3. 2 RESISTENCIA DEL EJE PRINCIPAL.....	45
3. 3 SELECCIÓN DEL MOTOR.....	48
3.4 DISEÑO DEL EJE TENSOR.....	49
3.4.1 ANÁLISIS ESTÁTICO.....	52
3.4.2 ANÁLISIS POR FATIGA .....	53
3.4.3 SELECCIÓN DE POLEAS.....	57
3.4.4 SELECCIÓN DE LA BANDA.....	59
3.5 ANÁLISIS ESTRUCTURAL .....	61
3.5.1 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.....	61
3.5.2 PERFIL ESTRUCTURAL.....	62
3.5.3 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE UN PROGRAMA CAD .....	62
3.5.4 COEFICIENTE DE SEGURIDAD.....	67
CAPÍTULO IV .....	69
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y ANÁLISIS DE COSTOS .....	69
4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	69
4.2 ANÁLISIS DEL COSTO DEL PROYECTO .....	71
4.2.1 COSTOS DIRECTOS .....	71
4.2.2 COSTOS INDIRECTOS .....	72
4.2.3 COSTOS TOTAL.....	72
4.2.4 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO .....	72
4.2.5 COSTOS EN EL SISTEMA MANUAL.....	72
4.2.6 COSTOS EN EL SISTEMA AUTOMÁTICO.....	74
4.3 PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL PROYECTO .....	75
4.3.1 SISTEMA MANUAL.....	75
4.3.2 SISTEMA AUTOMATICO .....	76
CAPÍTULO V .....	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
5.1 CONCLUSIONES.....	78
5.2 RECOMENDACIONES.....	79
Bibliografía.....	80
ANEXOS .....	83
ANEXO A: DATO PARA ENCONTRAR EL VALOR DE $K_a$ .....	84
ANEXO B: PROPIEDADES DEL MATERIAL ACERO INOXIDABLE.....	85

ANEXO C1: CARACTERÍSTICAS PLANCHA DE ACERO INOXIDABLE AISI 304 .....	86
ANEXO C2: VARILLAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 304 .....	87
ANEXO C3: TUBO CUADRADO DE ACERO INOXIDABLE AISI 304 .....	88
ANEXO D: TUBO VALORES NORMALIZADOS CABLES A.W.G.....	89
ANEXO E: DATOS DEL PLC LOGO 8 12/24RCE DATOS DEL PLC LOGO8 12/24RCE .....	90
ANEXO F: DATOS DEL PLC LOGO 8 12/24RCE .....	91
ANEXO G1: PROGRAMA DEL SISTEMA.....	92
ANEXO G2: PROGRAMA DEL SISTEMA RNROLLADO .....	93
ANEXO G3: PROGRAMAS DEL SISTEMA SENSORES .....	94
PLANOS MECÁNICOS .....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas y desventajas del acero inoxidable .....	24
Tabla 2: Datos técnicos del motor .....	25
Tabla 3: Datos técnicos del motor .....	49
Tabla 4: Factor de concentración de esfuerzos para chaveteros.....	53
Tabla 5: Fuerzas aplicadas.....	63
Tabla 6: Datos de eficiencia a 1 rpm y temperatura de cocción variable .....	69
Tabla 7: Datos de eficiencia a 1,5 rpm y temperatura de cocción variable.....	70
Tabla 8: Datos de eficiencia a 2 rpm y temperatura de cocción variable.....	70
Tabla 9: Costos directos de fabricación.....	71
Tabla 10: Costo Indirectos.....	72
Tabla 11: Costo total .....	72
Tabla 12: Costo mano de obra.....	72
Tabla 13: Costo de producción directo.....	73
Tabla 14: Costo de producción indirecto.....	73
Tabla 15: Costo total de producción manual .....	73
Tabla 16: Costo total de ingreso de producción .....	73
Tabla 17: Ganancia o utilidad.....	73
Tabla 18: Costo de mano de obra sistema auto mático .....	74
Tabla 19: Costo de producción directa sistema automático .....	74
Tabla 20: Costos de productos indirectos sistema automático .....	74
Tabla 21: Costo de producción sistema automático .....	74
Tabla 22: Costo de ingreso de producción sistema automático.....	75
Tabla 23: Ganancia o utilidad.....	75
Tabla 24: Diferencia entre los sistemas.....	76



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Barquillos .....	1
Figura 2: Formas de conos .....	4
Figura 3: Barquillera HB .....	5
Figura 4: Estufa a gas .....	6
Figura 5: Quemadores de cocina a gas .....	7
Figura 6: Transformador intermitente de ignición y bujías para el encendido de estufas	7
Figura 7: Perillas y válvulas para regulación de GLP .....	8
Figura 8: Termostato .....	8
Figura 9: Panel de control.....	9
Figura 10: Mesclado manual de los ingredientes para obleas .....	11
Figura 11: Dosificación de la mezcla en las placas de cocción.....	11
Figura 12: Cocción de obleas .....	11
Figura 13: Enrollado de conos.....	12
Figura 14: Batidora industrial eléctrica .....	12
Figura 15: Dosificación .....	13
Figura 16: Dosificadora .....	13
Figura 17: Dosificación automática.....	13
Figura 18: Dosificadora mezcladora.....	13
Figura 19: Máquina automática para la cocción de obleas.....	14
Figura 20: Enrollador de conos automática .....	14
Figura 21: Apertura manual.....	15
Figura 22: Sistema mecánico apertura de placas.....	16
Figura 23: Apertura con cilindros neumático .....	16
Figura 24: Procesos de protección anticorrosiva.....	22

Figura 25: Guarda motor .....	26
Figura 26: Características del módulo DM16 24R.....	27
Figura 27: Características de AM2RTD Y AM2AQ.....	27
Figura 28: Variador de frecuencia V20 .....	28
Figura 29: Contacto bipolar.....	29
Figura 30: Racor rotativo.....	29
Figura 31: Estructura soporte .....	30
Figura 32: Sistema de transmisión.....	31
Figura 33: Sistema de gasificación convencional.....	31
Figura 34: Sistema de gasificación .....	32
Figura 35 : Racor conector rápido .....	32
Figura 36: Servo válvula .....	33
Figura 37: Placas e cocción .....	33
Figura 38: Sistema de apertura de las placas de cocción.....	34
Figura 39: Distribución de las placas de cocción .....	35
Figura 40: Cubierta de la maquina .....	36
Figura 41: Construcción de la cubierta.....	36
Figura 42: Variado de frecuencia controlado desde PLC.....	37
Figura 43: Quemadores a gas .....	38
Figura 44: Servo válvula .....	38
Figura 45: Distribución de los componentes eléctricos.....	39
Figura 46: Tablero de control de la línea de producción de obleas.....	39
Figura 47: Máquina de cocción de obleas para conos sin cubierta. ....	40
Figura 48: Máquina de cocción de obleas para conos aspecto final.....	40
Figura 49: Diagrama de cuerpo libre.....	42

Figura 50: Diagramas de cortante y momento flector en el plano XY .....	42
Figura 51: Carga total ejercida por las placas.....	45
Figura 52: Análisis de eje principal .....	46
Figura 53: fuerzas resultantes en el punto B.....	50
Figura 54: Diagrama de fuerzas.....	50
Figura 55: Diagrama de cuerpo libre plano YX .....	50
Figura 56: Diagramas de cortantes y momento flector.....	51
Figura 57: D.C.L. del eje en el plano ZX .....	51
Figura 58: Diagramas de cortantes y momento flector.....	52
Figura 59: Diagrama de torques .....	52
Figura 60: Factor de modificación por el tamaño .....	56
Figura 61: Tren de poleas .....	58
Figura 62: Distancia entre centros .....	60
Figura 63: Características del ASTM 36 .....	62
Figura 64: Distribución de las fuerzas en la estructura .....	63
Figura 65: Desplazamiento .....	64
Figura 66: Tención de Von Mises .....	66
Figura 67: Coeficiente de seguridad .....	68
Figura 68: Eficiencia a 1 rpm y temperatura de cocción variable .....	69
Figura 69: Eficiencia a 1,5 rpm y temperatura de cocción variable .....	70
Figura 70: Eficiencia a 2 rpm y temperatura de cocción variable .....	70

**ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1: Factor de seguridad.....	17
Ecuación 2: Esfuerzo admisible .....	18
Ecuación 3: Esfuerzo admisible en función de los esfuerzos admisibles.....	18
Ecuación 4: Carga admisible .....	19
Ecuación 5: Carga admisible sin pandeo .....	19
Ecuación 6: Carga admisible para pasadores .....	19
Ecuación 7: Esfuerzo cortante .....	43
Ecuación 8: Calculo de la defección.....	27
Ecuación 9: Potencia mecánica .....	48
Ecuación 10: Tención de esfuerzo cortante por torsión .....	53
Ecuación 11: Tención debido a la flexión .....	54
Ecuación 12: Resistencia a la fatiga .....	54
Ecuación 13: Goodman modificado .....	55
Ecuación 14: Factor de modificación por el tamaño .....	56
Ecuación 15: Distancia entre centros.....	59
Ecuación 16: Longitud de la correa.....	61
Ecuación 17: Esfuerzo de Von mises .....	65

## **INTRODUCCIÓN.**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La elaboración de conos de helado de forma artesanal en nuestro país, resulta poco competitiva en comparación a grandes fábricas de las enormes urbes, las cuales cumplen con todos los requerimientos en cuanto a salubridad e higiene, exigidos dentro de la manufactura de productos alimenticios, sin contar que estas están en la capacidad de producir una enorme cantidad de este producto alimenticio. De ahí que nace la necesidad de diseñar y construir una maquinaria de bajo presupuesto accesible para el sector micro empresarial, consiguiendo así que estos sectores se encuentren en mejores condiciones de competitividad dentro de este mercado.

La situación actual presentada es que la mayoría de las fábricas de conos de helado que existen en nuestro país, realizan sus procesos con grandes y sofisticadas maquinarias. Estas representan una cuantiosa inversión para las microempresas y quienes desearían inicializar su negocio en este campo.

Al construir este sistema de cocción de obleas automático, se tiene previsto abaratar los costos en cuanto a la inversión por maquinarias se refiere, además se incrementará la producción en cantidad y se mejorará las condiciones de calidad pues se evitará que el producto entre en contacto directo con el personal que labora dentro de estos procesos.

Este proyecto de titulación contiene la finalidad de implementar maquinaria de bajo costo y de gran rendimiento productivo, pues la presente contiene sistemas mecánicos automatizados, los cuales resultan fáciles de manipular y son muy amigables con los operarios.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Mejorar el sistema de cocción y las condiciones higiénicas dentro de la manufactura de los conos de helados.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar cada una de las partes constitutivas de la máquina haciendo uso de un programa computacional para diseño.
- Seleccionar el material adecuado para la construcción de las partes constitutivas de la máquina.
- Realizar todos los procesos requeridos para la construcción de la estructura mecánica.
- Seleccionar el motor y el sistema de transmisión que dará movimiento a todo el mecanismo
- Implementar actuadores, sensores y elementos electromecánicos que sean necesarios para el proceso de cocción de las obleas.
- Elaborar manual de usuario y mantenimiento de la máquina

### **JUSTIFICACIÓN.**

En la actualidad las normativas gubernamentales son muy exigentes en cuanto controles sanitarios de salubridad e higiene se refiere, esto ha conllevado a que algunas microempresas se vean forzadas a parar sus procesos, por no cumplir con los estándares de calidad requeridos dentro de la línea de producción alimenticia.

Los procesos artesanales que las microempresas emplean en la elaboración de obleas, contienen muchos recursos que fácilmente podrán ser remplazados con la

implementación de nuestro sistema de cocción automático. Además cabe señalar que el costo para la adquisición de estas máquinas es accesible para los microempresarios y de esta forma se encuentren en mejores condiciones de competir con las grandes fábricas que usan sistemas complejos y costosos para el sector artesanal.

Las técnicas manuales usadas en la manufactura de estas obleas son muy propensas a la introducción de agentes contaminantes, por lo que conlleva a la producción de un producto no muy confiable y por ende riesgoso para la salud de los consumidores.

### **ALCANCE Y LIMITACIONES.**

El presente trabajo de grado va encaminado a incrementar el nivel de producción de obleas optimizando recursos materiales, humanos y económicos.

El medio de cocción que se implementará es un sistema en serie, el cual garantiza que el producto tenga una cocción a la misma temperatura, de esta forma se evita desperdicios y la presencia de texturas diferentes lográndose la homogenización del producto.

Las placas de cocción se las ubicarán en una forma circular y equidistantes entre si cuidando de que no exista interferencias ni colisiones entre ellas.

La máquina poseerá un sensor de temperatura, el cual nos permitirá obtener las condiciones térmicas ideales para el cocido de las obleas, además contendrá un serbo válvula cuya función será regular el flujo del combustible. Para la movilización de toda la estructura en forma circular se acoplará un motor y un sistema de transmisión de movimiento por cadenas.

Los sistemas de apertura cierre de las placas, se realizarán de forma mecánica.

En cuanto a los distintos sensores y actuadores se refiere estarán conectados a un PLC, el cual va a responder según las necesidades se requiera.

Tomando en cuenta las normas de seguridad, el sistema de cocción contendrá una protección mecánica la cual permitirá un aislamiento total entre los dispositivos que estarán trabajando a altas temperaturas y el personal que labore dentro de estas instalaciones, esta protección esta provista de una compuerta cuyo objetivo será la de permitir una fácil vía para el correspondiente cambio de bandas un adecuado acceso a las personas encargadas del proceso de mantenimiento. Cabe mencionar que la lubricación y limpieza de los distintos mecanismos de la máquina, se usaran lubricantes de grado alimenticio H1 y H2 conforme lo indica la Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos (FDA) y National Sanitation Fundation (NSF).

#### **ANTECEDENTES.**

Las obleas delgadas y frágiles son un producto artesanal muy antiguo de los fabricantes de oblea. En el siglo XV, en Europa, los fabricantes de oblea solían preparar delicados panes dulces en base a agua, harina, azúcar y huevos, y los cocinaban sobre el fuego con tenazas especiales. (OBLEAS ARTESANAS, s.f.).

Este producto comenzó siendo un dulce que se consumía en las calles y luego se convirtió en una especialidad "ancestral". Al parecer, la evolución se debió a la escuela Vienesa que empezó a usarlo en la confitería moderna, primero como un ingrediente y luego como una decoración (Extra, 2017 ).

El origen del cono es más reciente, e incierto ya que hasta principios del siglo pasado, el helado se comía exclusivamente en tazas y copas. Según cuentan ciertas historias, los conos aparecieron recién durante los primeros años del siglo XX gracias a Vittorio



Marchionni, un italiano de Cadore que emigró a los Estados Unidos. Este inmigrante estaba buscando una manera de vender helado a los niños en edad escolar (exquisito, 2017 ).

Otras fuentes atribuyen la invención ingeniosa al americano, Charles Menches. Otros al sirio, Ernest Hamwi que, en 1904 observando a los visitantes de la Feria de muestras de St. Louis, vio que la gente compraba sus obleas y las comía con el helado. Entonces intentó enrollar la oblea, cuando todavía estaba caliente del horno, en forma de bolsa pequeña para que pudiera llenarse de helado. (WordPress.com. B. d., 2014)

Recién en 1910 el cono aparecía oficialmente por primera vez en Italia en una Exhibición en Turín, gracias a Giovanni Torre de Liguria, el inventor del cono de la oblea dulce. Desde entonces, su popularidad creció en todo el mundo. (NUTRICION, 2010 )

.

## **CAPÍTULO I.**

### **MARCO TEÓRICO**

Los conos de galleta para helados se han convertido ya en el principal ingrediente en la comercialización de los helados artesanales, es así pues como debido al auge y la popularidad de este delicioso postre ha permitido que pequeños emprendedores se dediquen a la elaboración totalmente artesanal de dichos productos pero con el paso del tiempo, las nuevas exigencias sanitarias y la competencia de las grandes empresas dedicadas a la elaboración de conos de helados deja en notable desventaja al pequeño y mediano productor de barquillos.

En este capítulo se describirá los distintos procesos que se requieren para obtener los conos de helados conocidos también como barquillos, pero en especial nos enfocaremos en la fase de cocción de las obleas que es el motivo principal de este proyecto

#### **1.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DE CONOS DE HELADOS**

El barquillo de galleta, es de los productos más populares a la hora de pensar en tomar un buen helado artesano, y es que el barquillo es uno de los puntales del concepto de helado de bolas. (Sirvent, 2017)



Figura 1: Barquillos

Fuente: (Sirvent, 2017)

Los barquillos pueden tener decenas y centenares de formas y gustos distintos, de chocolate, con ingredientes incrustados en su superficie, de distintas formas, etcétera. Pero lo que tienen en común todos los barquillos del mundo, es que un buen barquillo de helado estará hecho de galleta, una galleta que será lo último que te comas de ese rico y deseado helado artesano. (Sirvent, 2017)

### **1.1.1. PROCESO DE INGRESO DE LOS INGREDIENTES Y MESCLADO.**

Los ingredientes vienen a ser una parte fundamental para la elaboración de los conos, se debe pesar la materia prima de acuerdo a la cantidad a ser elaborada.

El mesclado se mezcla todos los ingredientes hasta obtener una mezcla homogénea la cual permitirá obtener una oblea uniforme al momento de realizar la cocción. (WordPress.com. B. d., 2014)

### **1.1.2 PROCESO DE COCCIÓN.**

Una vez que se ha realizado la mezcla y este homogéneamente se procede a la cocción en unas planchas que previamente están calientes, una vez que las planchas están calientes se coloca la cantidad de masa para que realice la cocción de la oblea, aproximadamente un minuto se demora en estar lista para así tener la oblea lista para el proceso final que es el enrollamiento. (WordPress.com. B. d., 2014)

### **1.1.3 PROCESO DE ENROLLADO.**

Este es el último proceso para la obtención de los conos para luego ser consumidos con los helados. Una vez que esté lista la oblea se procede retirar de la plancha de cocción para dar la forma cónica a la oblea rápidamente evitando que la oblea se enfríe. Una vez realizado todos los procesos deja enfriar los conos por completo para luego ser empacados y entregar a los comerciantes que necesitan de este producto como parte importante para la venta de los helados. (WordPress.com. B. d., 2014)

#### **1.1.4 TIPOS DE CONOS.**

Hay varios tipos de conos de helado, pero la harina de trigo, harina de tapioca y el azúcar son tres ingredientes utilizados para crear cada cono. Otros ingredientes usados para hacer diferentes tipos de conos son de levadura en polvo, el agua y la manteca. (Stguitars.com, 2017)

##### ***1.1.4.1 Conos de torta***

A pesar de los conos de torta de sabor ligeramente dulce, que sólo se hacen con un 5 por ciento de azúcar. Conos de la torta son crujientes y firmes, lo que hace que los conos sabroso y funcional. Conos de la torta se diseñan con un fondo plano para que puedan permanecer en su lugar sin que las tiene. Un labio alrededor de la parte superior del cono es otra característica de un cono de la torta; esto ayuda a mantener el helado gotee por los lados. (Stguitars.com, 2017)

##### ***1.1.4.2 Los conos de galleta***

Conos de galleta tienen un crujido distintivo y color marrón porque se hacen con el 33 por ciento de azúcar al igual que el cono de azúcar. Estos son el tipo más popular de los conos y se forman con una plancha de waffles, el cono de galleta difiere del cono de azúcar debido a que tienen un borde superior sin terminar. A veces otros aromas, como el chocolate, se añaden a la masa. (Stguitars.com, 2017)

##### ***1.1.4.3 Los conos de azúcar***

Conos de azúcar se les dio su nombre debido a que consisten de 33 por ciento de azúcar. Incluso con el alto contenido de azúcar, el sabor de helado es la verdadera estrella. Conos de azúcar se hacen con los mismos ingredientes que los conos de galletas, pero los bordes acabados lisos y diseño son las características distintivas de un cono de azúcar. (Stguitars.com, 2017)

#### 1.1.4.4 Conos de pasta

Son de texturas muy delgadas y frágiles, la calidad no es muy buena, pero dentro del mercado tiene una aceptación debido a que su precio es bajo. (Stguitars.com, 2017)

#### 1.1.5 FORMAS DE LOS CONOS

El cono clásico: tienen forma geométrica regular y son lisos.

La taza: Son grandes y bordes de distintos diseños.

El vaso: Es cortado el tallo

El cesto: Tiene la forma de una canasta. (Comodingelat.com, 2014)



Figura 2: Formas de conos

Fuente: (Comodingelat.com, 2014)

### 1.2 SISTEMAS DE COCCIÓN DE OBLEAS.

#### Introducción

En esta parte nos enfocaremos en dos tipos de energía usados para la cocción de alimentos como es el G.L.P. y la energía eléctrica además que nos introduciremos a las formas como se realizan las tareas de procesamiento de obleas teniendo en cuenta los procesos manuales semiautomático y automáticos.

Dependiendo del tipo de maquinaria que se esté utilizando encontraremos algunos tipos de mecanismos usados para la apertura y cierre de las planchas que nos permitirán introducir la materia prima para su cocción y sacar el producto cuando este ya este cocido.

### **1.2.1 POR MEDIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Esta máquina está diseñada para calentar pasta para barquillos u obleas y evaporar el agua que contiene, obteniendo galletas para la fabricación de cucuruchos o unas hojas de oblea.

#### ***1.2.1.1 Construcción***

La estructura principal está construida de acero al carbono pintado de color crema. Las planchas están hechas de hierro fundido, bronce o aluminio y van recubiertas con una capa de cromo duro. Estas podrán llevar el rallado, el grabado o las formas deseadas, dependiendo del producto que el cliente quiera obtener. El diámetro de la máquina dependerá del número de planchas. La máquina se suministra con una bomba para el dosificado de la pasta. (MCS M. , 2010)

#### ***1.2.1.2 Funcionamiento***

En la máquina, cada juego de planchas está regulado por dos termostatos, uno para la plancha superior y otro para la inferior. El motor que acciona el giro de la plataforma lleva un variador de frecuencia instalado, el cual nos permite regular dicha velocidad de giro. (Mejisa mectufry)



Figura 3: Barquillera HB

Fuente: (Mejisa mectufry)

### 1.2.2 POR MEDIO DE GLP.

Estas funcionan basada en los principios básicos de la cocina o estufa a gas usados en el hogar para la preparación o cocción de los alimentos. Y por lo general contienen cuatro puestos lo que permite cocinar varias cosas al tiempo para no perder tiempo en una preparación, cada puesto tiene su perilla de encendido y funciona a gas el cual es tomado por una manguera del tubo de gas domiciliario; consta de parrillas que permiten poner ollas u objetos parecidos para cocinar. Aquí se puede hacer varias cosas que necesiten fuego ya sea cocinar, freír o asar. (LinkedIn SlideShare, 2013, pág. 3).

Las estufas de gas permiten al usuario controlar el calor inmediatamente después de encender una hornilla o el horno. Puedes activar la llama tan alta o tan baja según lo requieras. Las estufas de gas detienen la cocción cuando el calor está apagado. Algunas estufas de gas más nuevas también tienen quemadores especialmente diseñados para mantener un fuego lento para cocinar líquidos y salsas. Las estufas de gas, ya sea para uso doméstico o para las cocinas comerciales, suelen estar diseñadas de la misma manera. (Burhoe, s.f., pág. 1).

En la figura 4 se puede apreciar el modelo más común de una estufa a gas.



Figura 4: Estufa a gas

Fuente: (Los Sabios De La Tecnologia, 2012).

En función del tipo de estufa que tengamos podemos ver que consta de los elementos siguientes:

### 1.2.2.1 Quemadores

Las estufas de gas generalmente tienen cuatro quemadores de la estufa y una en el horno. El quemador del horno está por debajo de la base del horno. Muchos hornos son hornos de convección que tienen un ventilador eléctrico interno para distribuir el aire calentado. (QUEMADOR, 2012)



Figura 5: Quemadores de cocina a gas

Fuente: (QUEMADOR, 2012)

### 1.2.2.2 Piloto

El piloto es una llama que arde continuamente y emite gas cuando un control es encendido. Algunas estufas tienen igniciones eléctricas que crean una chispa para encender el quemador. (components, 2016)



Figura 6: Transformador intermitente de ignición y bujías para el encendido de estufas

Fuente: (components, 2016)



### 1.2.2.3 Válvulas

Una válvula de accionamiento manual controla cada quemador. Un botón de plástico de alta resistencia, con ajustes de calor claramente marcados, se puede girar hacia la derecha para encender y controlar la llama. Cuando se activa una válvula, el gas fluye a través de la válvula en un tubo de Venturi, mezclando el gas con el aire para la combustión. El gas se enciende al accionar la bujía. (Los Sabios De La Tecnología, 2012)



Figura 7: Perillas y válvulas para regulación de GLP

Fuente: (components, 2016)

### 1.2.2.4 Termostato

Aunque está oculta, la válvula del horno tiene un termostato para ajustar el horno para hornear o asar. Un tubo de cobre conduce desde el control de la válvula hacia el horno. Éste detecta la temperatura en el interior del horno y controla el flujo de gas. (S.p.a., 1961 - 2017 )



Figura 8: Termostato

Fuente: (S.p.a., 1961 - 2017 )

### 1.2.2.5 Panel de control

El panel de control puede ser tan simple desde la línea de mandos de control de la válvula a lo largo de la parte frontal hasta un teclado electrónico en la parte posterior. El panel de control puede incluir un reloj, un interruptor de la luz interna del horno, un interruptor de auto-limpieza y un reloj para el horno automático. (Burhoe, s.f., pág. 1)



Figura 9: Panel de control

Fuente: (Thinkstock, 2017)

## 1.3 PROCESOS DE COCCIÓN

Dentro de los procesos de cocción describiremos los manuales semiautomáticos y automáticos para lo cual partiremos de unas breves definiciones de estos tres tipos de procesos:

### 1.3.1 PROCESO MANUAL

Se llama manual a todo aquello que se efectúa mediante el uso de las manos. Así se llama trabajo manual al trabajo artesanal, que no utiliza maquinarias en el proceso de elaboración de productos. En la edad media era el trabajo manual o artesanal el modo de producción, donde los trabajadores manuales trabajaban agrupados en gremios. Esta

manera de trabajar fue reemplazada por el trabajo fabril, a partir de la Revolución Industrial, ocurrida en Inglaterra a partir del año 1750. (DeConceptos.com, 2017)

### **1.3.2 PROCESO SEMIAUTOMÁTICO**

Este proceso sucede cuando su ejecución es compartida entre la mano del hombre y la de las máquinas. (ClubEnsayos., 2015 )

### **1.3.3 PROCESO AUTOMÁTICO**

“Conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir, sin intervención de agentes exteriores, corrigiendo además los posibles errores que se presenten en su funcionamiento.” (URIARTE, 2010-201)

A continuación se detallara cada uno de los sistemas de cocción:

### **1.3.4 DE FORMA MANUAL**

En primera instancia se procede a poner los ingredientes que darán lugar a la oblea para su posterior enrollado y estos constan de:

Una parte y media de Harina una parte

Una parte de Azúcar

Una cuarta parte de mantequilla

Una cucharada de esencia de vainilla

Agua

Esta es una de las tantas recetas que se puede encontrar en libros y revistas de cocina.

Estos ingredientes se mezclan hasta lograr una consistencia homogénea este proceso de mezcla se lo realiza de forma manual. (NUTRICION, 2010 )



Figura 10: Mesclado manual de los ingredientes para obleas

Fuente: (Dreamstime, 2017)

Luego esta mezcla se la coloca en las placas que se encuentran calientes como se muestra en la figura 11.



Figura 11: Dosificación de la mezcla en las placas de cocción

Fuente: (Hernandez, 2015)

Luego de poner la mezcla en las placas se procede a cerrarla manualmente juntándolas una contra otra para q se produzca la respectiva cocción se espera un momento para luego retirarlas. (Lumaran, 2014)



Figura 12: Cocción de obleas

Fuente: (Lumaran, 2014)

Y de forma inmediata aprovechando que el calor mantiene a la oblea blanda y moldeable se la enrolla para darle la forma particular cónica. (Lumaran, 2014)



Figura 13: Enrollado de conos

Fuente: (CarbonsGoldenMalted, 2009)

### **1.3.5 DE FORMA SEMIAUTOMÁTICA.**

De forma parecida al manual procedemos a mezclar los ingredientes pero en esta ocasión utilizamos una batidora o mezcladora eléctrica. (WordPress.com., 2012).



Figura 14: Batidora industrial eléctrica

Fuente: (WordPress.com., 2012)

Una vez mesclado los ingredientes y que tengan la consistencia adecuada se vierte la mezcla a las planchas de cocción este proceso se lo realiza con dosificadores de accionamiento manual. (MCS M. , 2010)



Figura 15: Dosificación

Fuente: (MCS M. , 2010)



Figura 16: Dosificadora

Fuente: (Ecuapack, 2017)

### 1.3.6 DE FORMA AUTOMÁTICA

Los procesos automatizados utilizan mezcladoras que solo requieren del ingreso de los ingredientes y estos en función de la programación que se les asigne realizan el mezclado por un determinado lapso de tiempo y a velocidades variables en sus aspas internas esto para conseguir una mezcla homogénea y libre de posibles grumos que es uno de los factores a tomar en cuenta al momento de mezclar los ingrediente. (Unifiller, 2017)

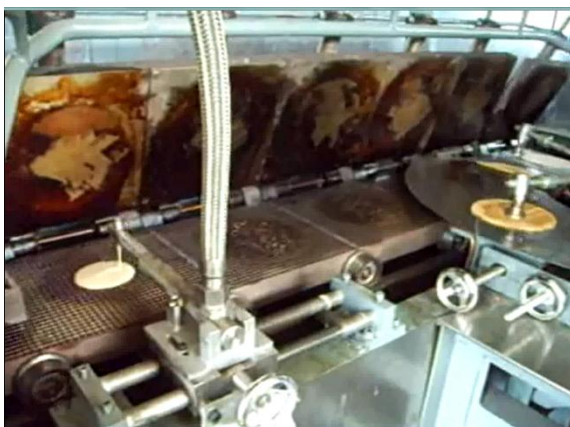


Figura 17: Dosificación automática



Figura 18: Dosificadora mezcladora

Fuente: (Unifiller, 2017)

Por la dosificadora de accionamiento autónomo, esta empezará a depositar una cantidad regulada de mezcla en cada una de las planchas las cuales se encuentran muy calientes para su respectiva cocción. (MCS M. , 2010)



Figura 19: Máquina automática para la cocción de obleas

Fuente: (MCS M. , 2010)

Una vez cocidas las obleas son retiradas de inmediato de las placas y aprovechando su textura moldeable se la procede a poner al enrollado si esto no se lo hace así al momento de enfriarse la oblea esta se endurece haciendo imposible su enrollado. (Zeng, 2015)



Figura 20: Enrollador de conos automática

Fuente: (Zeng, 2015)

## **1.4 SISTEMAS DE APERTURA Y CIERRE DE LAS PLACAS DE COCCIÓN.**

A la hora de extraer la oblea de las distintas maquina existentes esta pueden presentarlos siguientes sistemas para la apertura de sus placas luego de la cocci3n.

### **1.4.1 APERTURA Y CIERRE MANUAL**

Esta es una de las formas m1s b1sicas de apertura y cierre del mecanismo pues directamente con la mano sujetando las manillas de la placa abrir1 y cerrar1 a voluntad seg1n lo requiera el operario. (MCS M. , 2010)



Figura 21: Apertura manual

Fuente: (MCS M. , 2010)

### **1.4.2 APERTURA Y CIERRE MEC1NICA**

Dentro de este tipo de sistemas encontramos el m1s usado el de tipo carrusel y consiste en poner una varilla de acero inoxidable con dobleces redondeados y colocada parcialmente inclinada de tal forma que al momento de que las placas de cocci3n que est1n provistas de un rodamiento en los bores extremos se montaran sobre la varilla a cual har1 la beses de riel ocasionando un levantamiento progresivo de la placa superior dejando la placa inferior totalmente liberada y lista para a extracci3n de la oblea y posteriormente colocar m1s mezcla y continuar con la producci3n. (Engineers, 2014).

A continuaci3n en a figura 22 se puede apreciar el sistema antes descrito.





Figura 22: Sistema mecánico apertura de placas

Fuente: (Engineers, 2014)

#### 1.4.2 APERTURA Y CIERRE AUTOMÁTICO.

General mente este tipo de mecanismos se los usa en las máquinas de obleas estáticas lineales donde las placas de cocción se encuentran predisuestas horizontalmente y no tienen el desplazamiento circular como presentan las maquinas giratorias.

El cierre y apertura de estas se las realiza usando cilindros neumáticos los cuales en función de un determinado periodo de tiempo estos se abren para la extracción de las obleas y se cierran a la hora de la cocción. A continuación en la figura 23 se puede apreciar este tipo de mecanismos. (maquinasanka321, 2012)



Figura 23: Apertura con cilindros neumático

Fuente: (maquinasanka321, 2012)

## CAPÍTULO II.

### SELECCIÓN DE LOS MATERIALES CONSTITUTIVOS DE LA MÁQUINA.

#### 2.1 FACTORES DE DISEÑO.

Si se tiene que evitar una falla estructural, las cargas que una estructura es capaz de soportar deben ser mayores que las cargas a las que se va a someter cuando este en servicio. Como la resistencia es la capacidad de una estructura para resistir cargas, el criterio anterior se puede replantear como sigue: la resistencia real de una estructura debe ser mayor que la resistencia requerida. La relación de la resistencia real entre la resistencia requerida se llama factor de seguridad  $n$ : (Academia, 2014)

$$\text{Factor de seguridad } \eta = \frac{\text{Resistencia real}}{\text{resistencia requerida}}$$

Ecuación 1: Factor de seguridad

Fuente: (Academia, 2014)

Naturalmente, el factor de seguridad debe ser mayor que 1.0 para evitar falla. Dependiendo de las circunstancias, está podrían variar desde 1.0 hasta 10. (Academia, 2014)

#### 2.2 RESISTENCIA

Es, la capacidad del objeto para soportar o transmitir cargas. Los objetos que deben resistir cargas son, entre otros, construcciones, máquinas, recipientes, camiones, aviones, barcos y cosas parecidas. Por simplicidad a esos objetos los llamaremos estructuras; así, una estructura es cualquier objeto que debe soportar o transmitir cargas. (Academia, 2014)

### 2.2.1 ESFUERZO ADMISIBLE

Los factores de seguridad se definen e implantan de diversa formas. Para muchas estructuras es importante que el material permanezca dentro del intervalo linealmente elástico, para evitar deformaciones permanentes cuando se quiten las cargas. En estas condiciones se establece el factor de seguridad con respecto al esfuerzo de fluencia (o la resistencia de fluencia) se obtienen un esfuerzo admisible (o esfuerzo de trabajo) que no se debe rebasar en lugar alguno de la estructura. De este modo, (Academia, 2014)

$$\text{Esfuerzo admisible } n = \frac{\text{Resistencia de fluencia}}{\text{Factor de seguridad}}$$

Ecuación 2: Esfuerzo admisible

Fuente: (Academia, 2014)

O bien, para tensión y corte respectivamente:

$$a) \quad \sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{\eta_1} \quad y \quad b) \quad \sigma_{adm} = \frac{\tau_y}{\eta_2}$$

Ecuación 3: Esfuerzo admisible en función de los esfuerzos admisibles

### 2.2.2 CARGAS ADMISIBLES

En estas estructuras los esfuerzos están uniformemente distribuidos sobre un área. Por ejemplo, en el caso de una barra en tensión el esfuerzo está uniformemente distribuido sobre el área transversal, siempre que la fuerza axial resultante actúe pasando por el centroide del área transversal. Lo mismo sucede con una barra en compresión, siempre que no se pandee. En el caso de un pasador sometido a corte, solo tendremos en cuenta el esfuerzo cortante promedio sobre el área transversal, lo que equivale a suponer que el esfuerzo cortante está uniformemente distribuido. De igual modo solo consideremos un valor promedio del esfuerzo de apoyo que actúa sobre el área proyectada del pasador. (Academia, 2014)

Por lo anterior, en los cuatro casos procedentes la carga admisible (llamada también carga permisible o carga segura) es igual al esfuerzo admisible por el área sobre la que actúa:

$$arga\ admisible = (esfuerzo\ admisible) * (area)$$

Ecuación 4: Carga admisible

Para barras de tensión y compresión directas (sin pandeo), esta ecuación se transforma en:

$$P_{adm} = \sigma_{adm}A$$

Ecuación 5: Carga admisible sin pandeo

Siendo  $\sigma_{adm}$  el esfuerzo normal admisible y  $A$  la sección transversal de la barra. Si la barra tiene un orificio que la atraviese, el área neta se usa en el caso normal, cuando la barra esta en tensión. El área neta es el área transversal bruta o total, menos el área eliminada por el orificio. Para la compresión se puede usar el área bruta si el orificio se ocupa con un tornillo o pasador que pueda transmitir los esfuerzos de compresión. (Academia, 2014)

Para pasadores o pernos en corte directo, la ecuación (5) se transforma en:

$$P_{adm} = \tau_{adm}A$$

Ecuación 6: Carga admisible para pasadores

Donde  $\tau_{adm}$  es el esfuerzo admisible en el apoyo y  $A_b$  es el área proyectada del pasador, u otra superficie sobre la cual actué los esfuerzos de apoyo. (Academia, 2014, págs. 2,4)

### 2.3 CONDICIONES TÉRMICAS.

En función de la aplicación a la que destinado el material en este caso para trabajar a temperaturas medias por largos periodos de tiempo se recurrirá a los aceros inoxidable como por ejemplos los 302, 309, 310, 316, 321, 327 los cuales son usados para servicios continuos y temperaturas entre 1700 y 1200 °F . algunos aceros inoxidable martensíticos y ferríticos como 405 410 418 430, 446 pueden ser usados también para exposición continua de temperatura entre 1300 y 3000°F sin embargo son muy bajas la resistencia al deslizamiento aun a 1000°F y casi nada a temperaturas elevadas. Por lo tanto, estos no

pueden ser usados donde la resistencia sea un factor importante de diseño. El acero inoxidable tiene buena resistencia a la formación de cascarillas. (Aron D. Deutschman, 1987).

## **2.4 CORROSIÓN.**

Se denomina corrosión al proceso de destrucción de los metales y sus aleaciones, provocado por la acción química o electroquímica.

La corrosión causa un enorme daño a la economía de los países. Esto se manifiesta en la pérdida irreversible anualmente de millones de toneladas de metales. Por ejemplo, a causa de la corrosión se pierde cerca del 10% de todo el metal ferroso producido.

En una serie de industrias, aparte de las pérdidas, los óxidos de los metales formados como resultado de la corrosión, impurifican los productos. Para evitarlo se generan gastos adicionales, especialmente en la industria alimenticia y en la fabricación de reactivos químicamente puros etc. (Aron D. Deutschman, 1987).

### **2.4.1 CORROSIÓN QUÍMICA.**

Por corrosión química se entiende la destrucción del metal u otro material por la acción de gases o líquidos no electrolíticos (gasolina, aceites etc.).

Un ejemplo típico de corrosión química es la oxidación química de metales a altas temperaturas. (Aron D. Deutschman, 1987)

En la corrosión química, sobre la superficie del metal se forma una película de óxidos. La solidez de esta película es diferente para los diferentes metales y aleaciones. En las aleaciones de hierro con carbono, la película de óxidos es débil, se destruye con facilidad y la oxidación continua realizándose hacia el interior de la pieza. (sabelotodo. org, s.f.)

En otros metales y aleaciones las películas de óxido son muy resistentes. Por ejemplo, al oxidarse el aluminio, sobre su superficie se origina una película firme de óxidos que protege el metal contra la oxidación ulterior. (sabelotodo. org, s.f.)

## **2.4.2 CORROSIÓN ELECTROQUÍMICA**

Se denominan así a los procesos que se desarrollan por acción de electrolitos sobre el metal.

Para q se produzca corrosión electrolítica tiene que existir un líquido conductor de la electricidad, un electrolito, entre 2 metales distintos. Son electrolitos por ejemplo el agua, la humedad de la atmosfera o el sudor de las manos. (Leyensetter, 1984)

En el caso de la corrosión electroquímica se producen idénticos procesos que los que tienen lugar en un elemento galvánico. (Leyensetter, 1984)

En la corrosión electroquímica se distinguen la corrosión al contacto, inter cristalina, trans-cristalina y la corrosión con tención mecánica y formación de grietas superficiales. (Leyensetter, 1984)

### ***2.4.2.1 Corrosión al contacto***

Si distintos metales, sin capa aislante intermedia, se ponen en contacto con un electrolito queda constituido un elemento de corrosión (elemento galvánico).

Este tipo de corrosión se llama corrosión de contacto. (Leyensetter, 1984)

### ***2.4.2.2 Corrosión inter cristalina***

Los cristales de un material metálico pueden ser muy distintos en cuanto a substancia. Si se añade humedad se forma corrientes entre los cristales, como ocurre en un elemento galvánico. Los cristales de polaridad negativa son corroídos con que se destruye la estructura. (Leyensetter, 1984)

### ***2.4.2.3 Corrosión Trans cristalina***

Corrosión dentro de lo cristas si hay grietas que pasan por dentro de los cristales de un material, pueden producirse en caso de sollicitaciones alternadas tenciones eléctricas, entre la partes de cada crista. Esto conduce a l corrosión dentro de los cristales afectado. A este tipo de corrosión pueden presentarse en los aceros auténticos.

Corrosión con formación de grietas existiendo tensión mecánica la corrosión puede conducir a la formación de pequeñas grietas superficiales. Si se presenta simultáneamente una sollicitación mecánica, estas grietas superficiales actúan como entalladuras con elevado peligro de rotura. (Leyensetter, 1984, págs. 188,187)

Protección anticorrosiva de los materiales la vida y la seguridad de funcionamiento de las piezas y elementos constructivos dependen frecuentemente del grado en que se pueden evitar los procesos de corrosión. Todos los procedimientos de protección anticorrosiva tienen con finalidad de evitar la formación de elementos galvánicos o bien evitar el ataque de sustancias que descompongan químicamente los materiales de construcción. (Leyensetter, 1984, pág. 189)

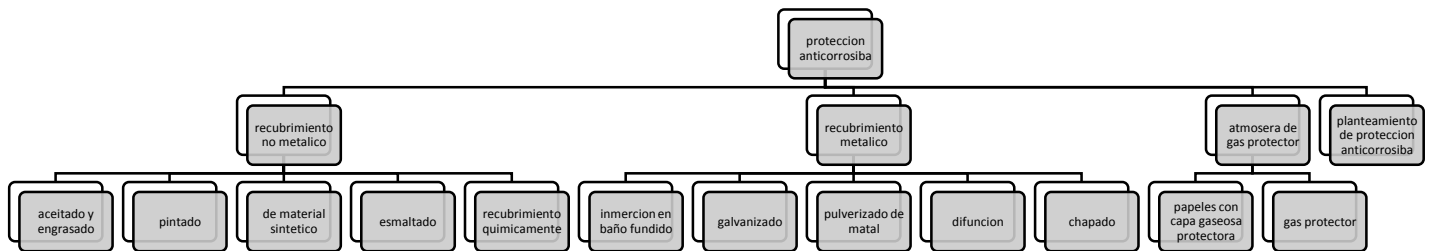


Figura 24: Procesos de protección anticorrosiva

Fuente: (Leyensetter, 1984)

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA.

### 2.5.1 ACERO INOXIDABLE ASTM 304

Es un austenítico uno de los más utilizados en la industria alimenticia, farmacéutica por su resistencia a la corrosión, dureza, higiene.

Contiene 18% cromo,-8% níquel son las aleaciones más conocidas y de uso más frecuente en la familia de aceros inoxidables, estas aleaciones pueden ser consideradas para una amplia variedad de aplicaciones en donde las siguientes propiedades sean importantes: (Company, 2016)

- Resistencia a la corrosión
- Prevención de la contaminación del producto
- Resistencia a la oxidación
- Facilidad de fabricación
- Excelente capacidad de conformación
- Facilidad de limpieza
- Alta resistencia y bajo peso

Fuente: (Company, 2016)

En el ANEXO B Y ANEXO C podemos encontrar las propiedad y características que tiene el acero inoxidable 304, es el material que se utilizara para realizar las distintas piezas que constituyen la máquina.

#### *2.5.1.1 Aplicaciones*

Industria alimenticia

Electrodomésticos

Industria farmacéutica

Industria petrolera

Intercambiadores de calor

Aplicaciones mari



### 2.5.1.2 Ventajas y Desventajas

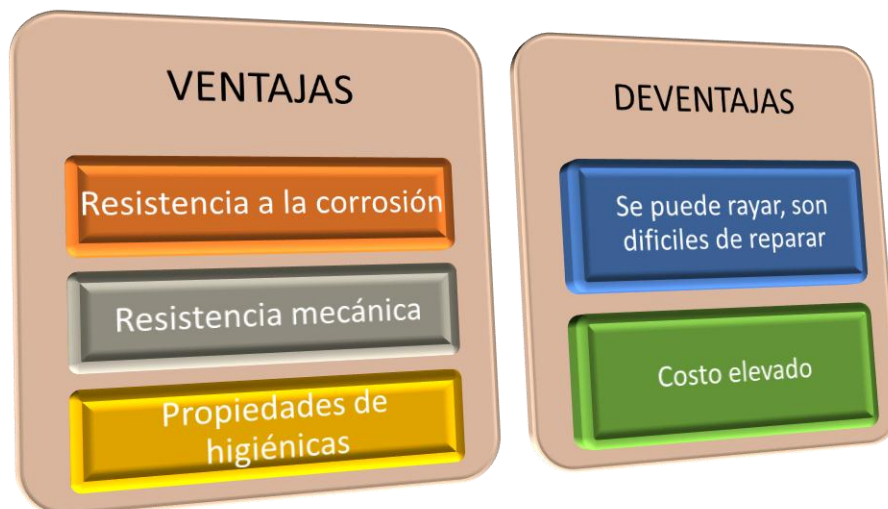


Tabla 1: Ventajas y desventajas del acero inoxidable

Fuente: (PEREIRA, 2012 )

## 2.5.2 BANDAS Y POLEAS

### 2.5.2.1 Poleas

Es un dispositivo mecánico de tracción o elevación, formado por una rueda que se encuentra montada en un eje. Tanto la polea como la rueda y el eje pueden considerarse máquinas simples que constituyen casos especiales de la palanca. Una polea fija no proporciona ninguna ventaja mecánica, es decir, ninguna ganancia en la transmisión de la fuerza: sólo cambia la dirección o el sentido de la fuerza aplicada a través de la cuerda. Sin embargo, con un sistema de poleas móviles así es posible obtener una ventaja o ganancia mecánica, que matemáticamente se define como el cociente entre la fuerza de salida (carga) y la fuerza de entrada (esfuerzo). (Vago, 2014)

### 2.5.2.1 Bandas

Es un elemento mecánico muy flexible utilizado para transmitir potencia cuando existen poleas unidas a flechas o ejes. Su apariencia es la de una línea unida extremo con extremo, con una sección transversal que varía según sea su tipo. (Vago, 2014)

Al principio eran elaboradas con fibras naturales o con cuero de animales y se utilizaban en máquinas en donde la exactitud de la transmisión no fuera determinante. La duración depende de su uso, mantenimiento y trato que se le dé, pero las de cuero o las de fibras naturales se fueron haciendo obsoletas por desgastarse rápidamente. Las que actualmente se utilizan están elaboradas de alambres con caucho a su alrededor, son más resistentes, durables y permiten tener una transmisión poco ruidosa y libre de patinajes, a estas se les puede añadir una capa de fibras sintéticas bañadas en caucho para protegerlas. En el sistema se utiliza la Banda en V, la cual es menos propensa al patinaje que la banda plana. Se utiliza con poleas acanaladas y ajustables en donde la transmisión debe ser por lo menos continua. Las que se encuentran en los automóviles son de caucho con alambres y protección de fibra. Además de ser ampliamente utilizada en la industria mecánica. (Vago, 2014)

## 2.6 MOTOR ELÉCTRICO.

Motor eléctrico trifásico es el que se va utilizar tiene las siguientes características.

Tabla 2: Datos técnicos del motor

Propiedades del motor eléctrico del sistema de alimentación	
Marca	Siemens
Modelo	1LA7073-4YA60
Carcasa	IP 55
Frecuencia	60Hz
Potencia	0,75 HP
Fase	Trifásico
Rpm	1650
Voltaje	220v
Corriente nominal en 220v (amp)	2.9Am
Par nominal Pmax (Nm)	3.24Nm
Par máximo (Pmax/Pnominal)	6.1Nm
Peso (kg)	6.0 kg
Factor de servicio	64.0
Factor de seguridad	64.0
Factor de potencia	0.79

### 2.6.1 GUARDA MOTOR

El guarda motor es un interruptor especialmente está diseñado para la protección de motores eléctricos.



Figura 25: Guarda motor

Fuente: (Siemens, Siemens data sheet 3RV2011- 1FA10, 2016)

#### Características Técnicas

- Nombre del producto: SIRIUS
- Corriente: 3.5...5 A
- Potencia: 6W
- Frecuencia: 50...60Hz
- Alimentación: 220v
- Torque: 0.8...1.2Nm
- Numero de polos: 3
- Temperatura en operación: -20°C  
+60°C
- Protección IP: IP20

### 2.6.2 MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES

Para la automatización del sistema también se utilizara módulos de expansión de entradas salidas digitales /analógicas.

Los módulos digitales permiten incrementar el número de entradas y salidas digitales del controlador al sistema, sin necesidad de una inversión mayor o un cambio significativo en el programa de usuario. (Siemens A. , 2011)

Los módulos analógicos permiten incrementar entradas y salidas analógicas

Módulos digitales	LOGO! DM8 24R DM16 24R	LOGO! DM8 230R DM16 230R	
Entradas	4/8	4/8	R: salidas de relé, C: clock/programador horario, o: sin display
Tensión de entrada/alimentación	24 V AC/DC* 24 V DC**	115/240 V AC/DC	E: Interfaz Ethernet
Rango admisible	20,4 ... 28,8 V DC, 20,4 ... 26,4 V AC*	85 ... 265 V AC, 100 ... 253 V DC	* Para módulo DM8. ** Para módulo DM16
con señal "0" con señal "1"	máx. 5 V AC/DC mín. 12 V AC/DC*	máx. 40 V AC mín. 79 V AC	1) Como componente SiPLUS también para rango de temperatura ampliado -25... +70 °C y atmósfera agresiva- valcondensación (www.siemens.de/siplus)
Intensidad de entrada	2,5 mA*, 2,0 mA**	0,08 mA	2) Como componente SiPLUS también para rango de temperatura ampliado -40... +70 °C y atmósfera agresiva- valcondensación (www.siemens.de/siplus)
Salidas	4/8 relés	4/8 relés	
Intensidad permanente Ith (por borne)	5 A con carga óhmica; 3 A con carga inductiva	5 A con carga óhmica; 3 A con carga inductiva	
Protección contra cortocircuito	Protección externa necesaria	Protección externa necesaria	
Frecuencia de conmutación	2 Hz con carga óhmica; 0,5 Hz con carga inductiva	2 Hz con carga óhmica; 0,5 Hz con carga inductiva	
Pérdidas	0,4 ... 1,8 W a 24 V DC* 0,9 ... 2,7 W a 24 V AC * 0,7 ... 2,5 W a 24 V DC **	1,1 ... 3,5 W (115 V AC) ... 4,5 ** 2,4 ... 4,8 W (240 V AC) ... 5,5 ** 0,5 ... 1,8 W (115 V DC) ... 2,9 ** 1,2 ... 2,4 W (240 V DC) ... 4,8 **	
Dimensiones (ancho x alto x prof.)	36 (2 módulos) x 90 x 53 mm 72 (4 módulos) x 90 x 53 mm	36 (2 módulos) x 90 x 53 mm 72 (4 módulos) x 90 x 53 mm	21

Figura 26: Características del módulo DM16 24R

Fuente: (Siemens A. , 2011)

## LOGO! modular: datos técnicos

Módulos analógicos	LOGO! AM2 <sup>2)</sup>	LOGO! AM2 RTD	LOGO! AM2 AQ <sup>2)</sup>
Tensión de alimentación	12/24 V DC	12/24 V DC	24 V DC
Rango admisible	10,8 ... 28,8 V DC	10,8 ... 28,8 V DC	20,4 ... 28,8 V DC
Entradas analógicas	2	2 x PT100 o PT1000 Conexión a 2 ó 3 hilos Detección automática de sensor	2
Rango de medida		-50 °C ... +200 °C	0 ... 10 V
Rango de entrada	0 ... 10 V o 0/4 ... 20 mA	-	0 ... 10 V o 0/4 ... 20 mA
Resolución	10 bits a 0-1000 normalizado	0,25 °C	10 bits a 0-1000 normalizado
Longitud del cable (apantallado y trenzado)	10 m	10 m	10 m
Alimentación de sensores	Sin	1,1 mA	-
Pérdidas a 12 V DC a 24 V DC	0,3 ... 0,6 W 0,6 ... 1,2 W	0,3 ... 0,6 W 0,6 ... 1,2 W	- 0,6 ... 1,2 W
Dimensiones (ancho x alto x prof.)	36 (2 módulos) x 90 x 53 mm	36 (2 módulos) x 90 x 53 mm	36 (2 módulos) x 90 x 53 mm

2) Como componente SiPLUS también para el rango de temperatura ampliado -40... +70 °C y atmósfera agresiva/valcondensación (www.siemens.de/siplus)

Figura 27: Características de AM2RTD Y AM2AQ

Fuente: (Siemens A. , 2011)

### 2.6.3 VARIADOR DE FRECUENCIA

El variador de frecuencia es la solución eficaz para mejorar la eficiencia energética, reducir el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono. En esta página

hablaremos de las características, las ventajas y el funcionamiento de los variadores de frecuencia. (ABB, 2017).

El variador de frecuencia Sinamics V20 es una gama de convertidores diseñados para regular la velocidad de motores eléctricos.

De tamaño compacto, este convertidor ofrece la máxima resistencia y fiabilidad. (Siemens, Convertidor Sinamics V20, 2013).



Figura 28: Variador de frecuencia V20

Fuente: (Siemens, Convertidor Sinamics V20, 2013)

### ***2.6.3.1 Características técnicas***

Entradas digitales: 4

Salidas digitales: 2

Entradas analógicas: 2

Salida analógica: 1

Panel de operación.

Frecuencia: 50/60 Hz

Voltaje: AC200-240V

Corriente: 10 A para motor de 1Hp y 14.7 A para motor 1.5Hp

Potencia: 10.75 KW para motor de 1Hp y 1KW para motor 1.5Hp

Factor de potencia:  $\geq 0,95/0,98\%$

### 2.6.4 CONTACTOR BIPOLAR

Es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de la corriente, se tiene dos opciones de funcionamiento el apagado y encendido. (LIGHT, 2016).



Figura 29: Contacto bipolar

Fuente: (LIGHT, 2016)

### 2.6.5 RACOR ROTATIVO

Las uniones rotatorias son herramientas electrónicas permitiendo los líquidos solos o múltiples que se transportarán de un inmóvil a una parte rotatoria que garantiza una cerradura totalmente productiva entre los dos pedazos. Hay una amplia gama de la unión rotatoria para satisfacer los requisitos de clientes y pueden manejar los líquidos múltiples de lado a lado en las varias presiones y temperaturas. (Duff-Norton, 2017)



Figura 30: Racor rotativo

Fuente: (Duff-Norton, 2017)

## 2.7 DISEÑO DE LA MÁQUINA.

El diseño de la máquina de cocción se la dividió en 6 partes principales:

Estructura, sistema de transmisión, sistema de gasificación, planchas de cocción, cubierta y sistema de control.

### 2.7.1 ESTRUCTURA

Es la encargada de soportar todas las partes constitutivas de a máquina, posee una forma cuadrada de 900 x 900 mm con una altura de 760 mm el material que se usó para la estructura es un tubo estructural cuadrado ASTM A-500 de 1in. Por 2 mm. De espesor el análisis de resistencia se lo realizó con la ayude de un programa de diseño mecánico el cual se mostrara más adelante.



Figura 31: Estructura soporte

### 2.7.2 SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Para el sistema de transmisión se tenía previsto tres posibles tipos de sistemas. Por medio de engranes, cadenas y por poleas. Elegimos el sistema de bandas y poleas por su relativo bajo costo fácil mantenimiento ya que es muy comercial y por ende encontrar y adquirir sus repuestos no representa inconveniente alguno.

A continuación en la fig. 32 podemos apreciar el sistema de transmisión que se instaló y consta de 2 pares de poleas un motor y un variador de frecuencia para poder alcanzar la velocidad que necesitamos la cual es de 1rpm.



Figura 32: Sistema de transmisión

### 2.7.3 SISTEMA DE GASIFICACIÓN

Para esta parte proponemos un sistema diferente de los comunes que se suele colocar quemadores estáticos bajo las planchas de cocción y estos permanecen encendidos sin variación de intensidad de flama a menos que se la varié con la válvula de forma manual.



Figura 33: Sistema de gasificación convencional

Fuente: (Gonzalez, 2013)

El sistema de gasificación que se implementó consta de un tubo central que se encarga de distribuir el combustible a través de 9 dispensadores de combustible a los 9 quemadores que estos a su vez se encuentran girando constantemente y transmitiendo



calor directo a cada una de las placas de cocción, permitiendo que la oblea se cocine uniforme y constantemente sin interrupción por cambio de posición al girar.

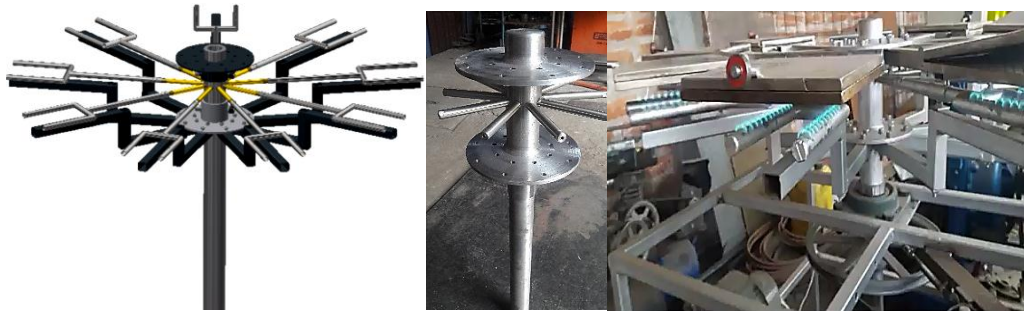


Figura 34: Sistema de gasificación

El sistema de gasificación giratorio es posible gracias a la ayuda de un racor de GLP de 400 RPM que se instaló en la parte inferior del tubo.

Este dispositivo nos permite dejar fluir libremente el combustible sin interrupciones o cortes por torcedura de la manguera aun cuando todo el sistema de gasificación se encuentre girando permanentemente.



Figura 35 : Racor conector rápido

Fuente: (Duff-Norton, 2017)

Este sistema de gasificación consta también de un sistema de regulación de flama que se regula automáticamente en función de la temperatura requerida en el controlador de temperatura que está gobernada por el PLC esta señal es posible gracias al sensor de temperatura pt 100 que se instaló en la parte lateral de la máquina de cocción, como se puede mirar la figura 36.

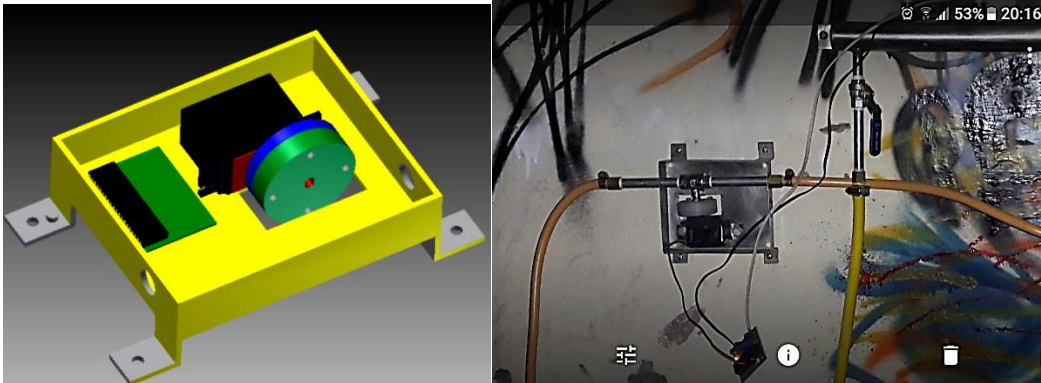


Figura 366: Servo válvula

#### 2.7.4 PLACAS DE COCCIÓN

Para las placas de cocción se escogió el acero inoxidable por sus propiedades anticorrosivas alta resistencia a la abrasividad, su coeficiente de transmisión de calor bajo. Además se tomó en cuenta el tamaño del cono que se desea producir cuyas medidas son: 50mm de base por 110mm de altura y para que esto se dé el diámetro de la oblea debe ser de entre 120 a 140 mm entonces las placas de cocción serán de 200 por 200 mm.

Para su sujeción se le ha soldado un brazo del mismo material y cuyo extremo se fijara al eje central, y la ubicación será en forma circular con un ángulo de  $40^\circ$  entre placa y placa las que son 9 en total.

En la figura 37 se aprecia las placas de cocción que formaran parte de la máquina.



Figura 37: Placas e cocción

También se tomó en cuenta el espesor de la placa que será de 10 mm esto nos ayudara a que la mezcla de la oblea se distribuya en forma uniforme, además que con esto evitaremos posibles pandeos de la placa por la temperatura a la que estará sometida.

El acero inoxidable por tener el coeficiente de transmisión de calor bajo hace que el calor que gana la placa se retenga permitiendo la cocción por el calor retenido de las placas permitiéndome así trabajar con una intensidad de flama relativamente baja y por ende reducir el consumo de combustible.

Para la apertura de las placas se colocó una varilla de acero inoxidable con una forma semicircular que le llamaremos carrusel, este mecanismo al permitirnos la apertura de las placas deja que fácilmente tengamos acceso a la oblea para poderla retirar y así posteriormente pasar a la fase de enrollado.

Con forme van avanzando las placas de cocción dejan de traslaparse en el carrusel para posteriormente cerrarse y continuar con su ciclo de trabajo como se muestra en la fig.38.



Figura 38: Sistema de apertura de las placas de cocción

La inserción de los brazos a las placas se lo realizo de una forma circular y equidistante entre sí con la finalidad de que ninguno de los mecanismos entren en conflicto de colisión u obstrucción entre sí, cada una de las medidas y cotas de las piezas constitutivas de la máquina se encuentran bien detalladas en los planos de construcción ubicados al final de este documento.

En la fig. 39 podemos apreciar la distribución de las placas en forma circular.

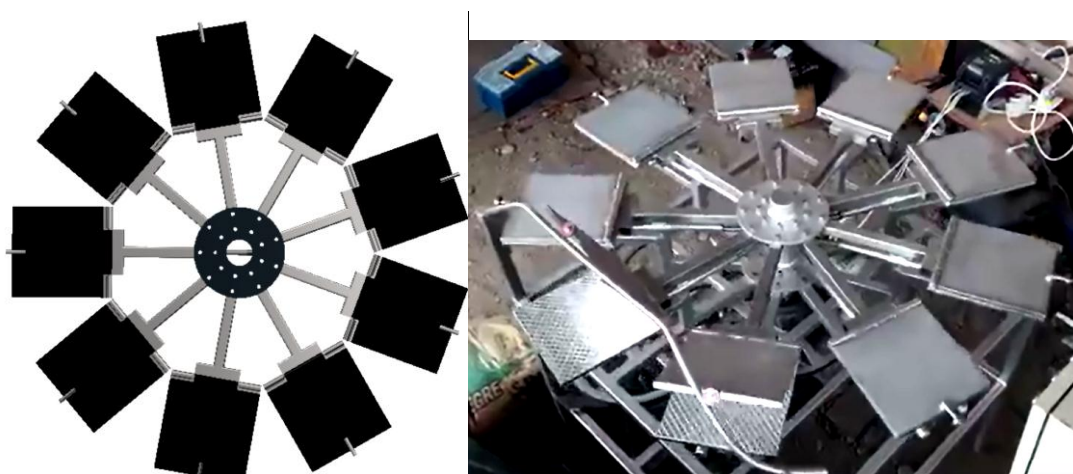


Figura 39: Distribución de las placas de cocción

### 2.7.5 CUBIERTA

Para la parte de la cubierta se la diseño de tal forma que ayude a la retención del calor liberado por los quemadores y esto se consiguió colocando un aislante térmico conocido como lana de roca volcánica la cual nos brinda prestaciones aislantes, alta resistencia al calor no es inflamable y no sufre deterioro como el que presenta la fibra de vidrio

La tapa de la máquina contiene una cámara donde ira alojada la lana de roca volcánica la parte que va hacia las obleas se lo soldó de tal forma que no pase residuos del aislante en caso se llegara a desgastar impidiendo así una posible contaminación de nuestro producto.

A continuación podemos apreciar la construcción de la cubierta.



Figura 40: Cubierta de la maquina

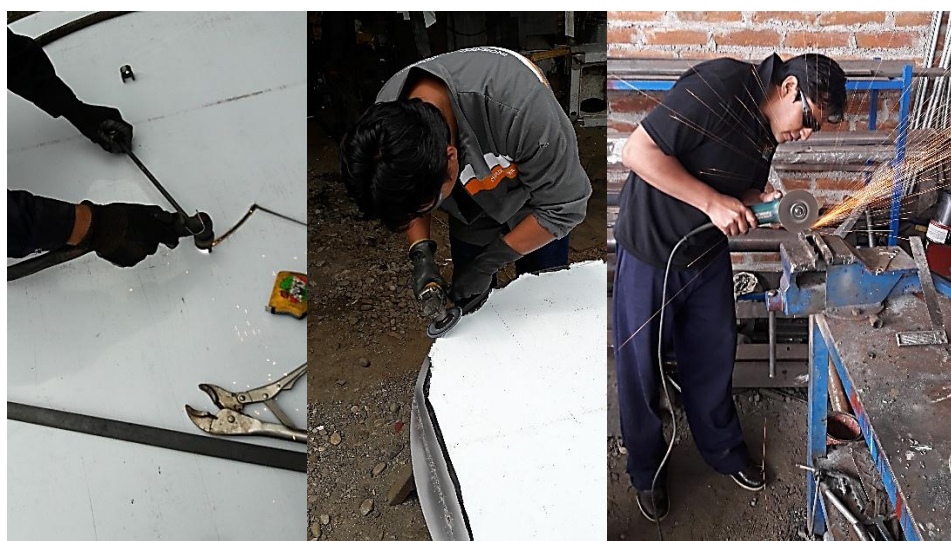


Figura 41: Construcción de la cubierta

## 2.7.6 SISTEMA DE CONTROL

Para esta parte se consideró dos variables a controlar estas son la velocidad de trabajo de la máquina y la temperatura de cocción de las obleas.

### 2.7.6.1 Velocidad de trabajo

Esta variable es muy importante pues de esto depende la calidad de la cocción de las obleas y por ende la del producto. La velocidad de trabajo a la que se trabaja en este tipo de maquinarias es a 1rpm, para conseguir esta velocidad se trabajó sobre la parte mecánica con la instalación de 2 pares de poleas de 14 y 2,5 in luego de esto se instaló un motor reductor con una relación de transmisión  $i = 20$  y de aquí con las poleas de los diámetros

antes mencionados se logró alcanzar una velocidad de 2.8 rpm, con esta velocidad alcanzada mecánicamente se procedió a trabajar sobre la parte eléctrica del motor instalando así un variador de frecuencia, este nos permitirá variar la velocidad del sistema desde 1 a 2,8 rpm y así nos da la posibilidad de una producción pues si aumentamos la velocidad de trabajo y aumentamos la temperatura el volumen de producción por unidad de tiempo, también tendremos como resultado una máquina más productiva.

A continuación podemos apreciar las conexiones entre el PLC y el variador de frecuencia.

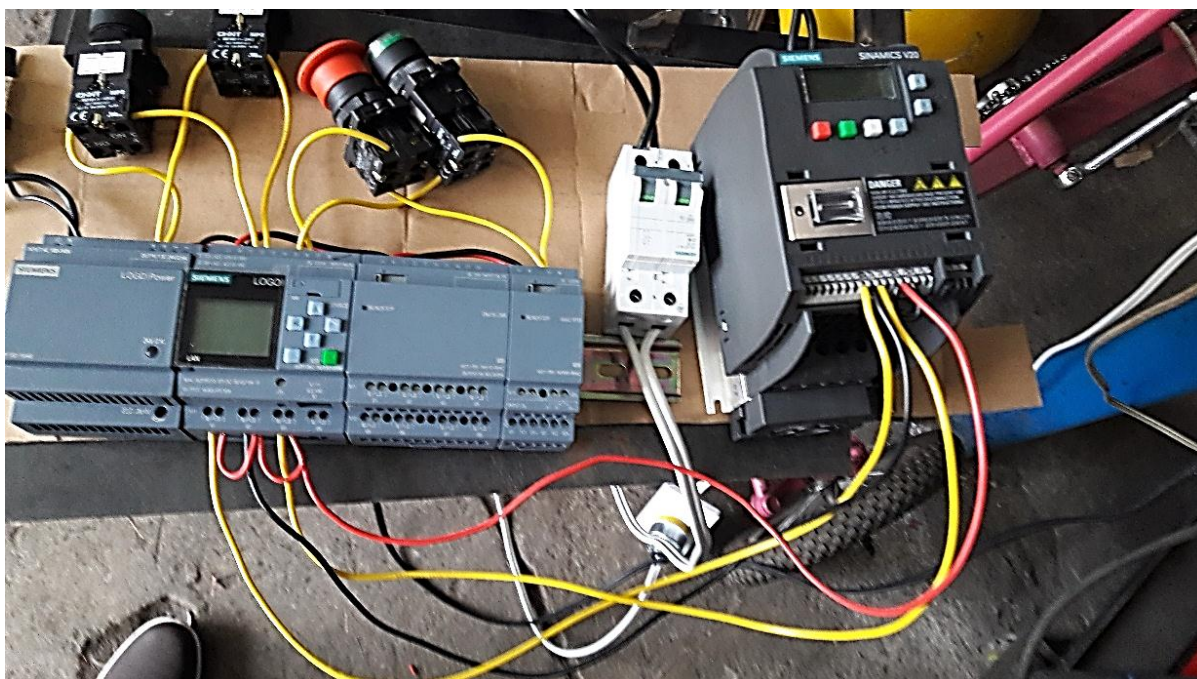


Figura 42: Variado de frecuencia controlado desde PLC

#### ***2.7.6.2 Temperatura de cocción***

Esta es una de las variables físicas más difíciles de controlar pues dependiendo de la máquina que se encuentra trabajando descubierta o cubierta los parámetros marcados presentaran variaciones, provocando que la cocción de las obleas se altere.



Figura 43: Quemadores a gas

La temperatura será controlada con el módulo AM2 RTD este recibe la señal que envía la Pt 100 esta información la procesa el PLC y envía una señal a una placa que hemos diseñado esta actúa sobre una servo válvula fig. 44 que la creamos usando un servo motor y una válvula de bola común y corriente misma que se ensambló con piezas fabricadas en el taller mecánico con la ayuda del torno.

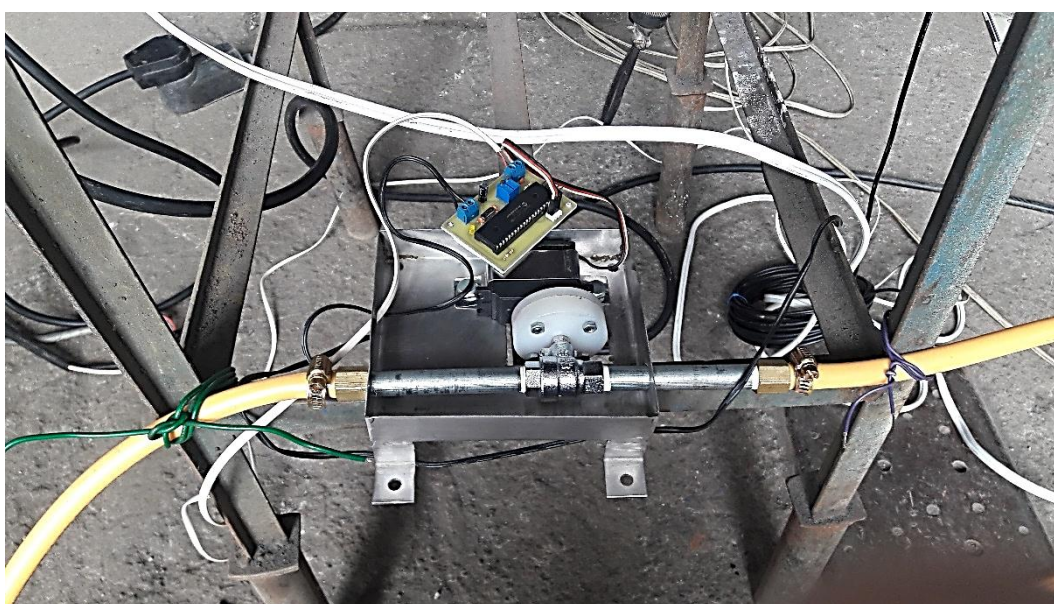


Figura 44: Servo válvula

Este tipo de control con retroalimentación permite a nuestro sistema de cocción una mejor eficiencia por el tipo de administración de combustible al incrementar y decrementar la flama de forma gradual en función del valor de temperatura fijado en el controlador.

Nuestro tablero de control de esta máquina junto con la enrolladora y la dosificadora mezcladora queda como se lo muestra en la figura siguiente.

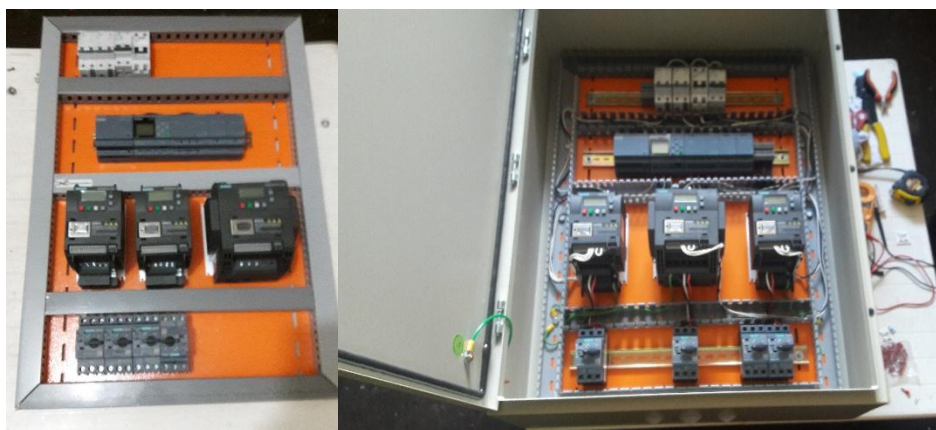


Figura 45: Distribución de los componentes eléctricos



Figura 46: Tablero de control de la línea de producción de obleas

A continuación en la fig. 47 y 48 podemos apreciar la máquina terminada sin cubierta y con cubierta.



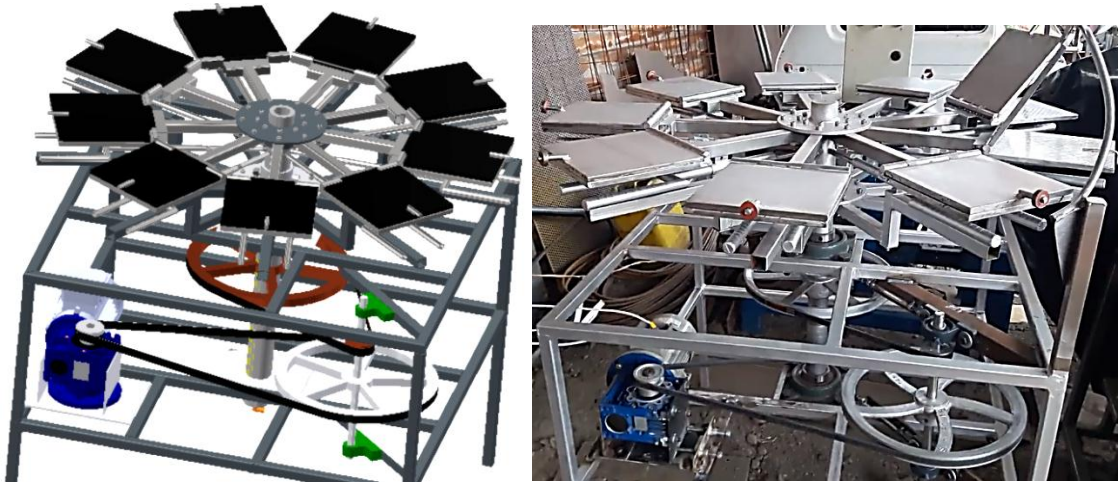


Figura 47: Máquina de cocción de obleas para conos sin cubierta.

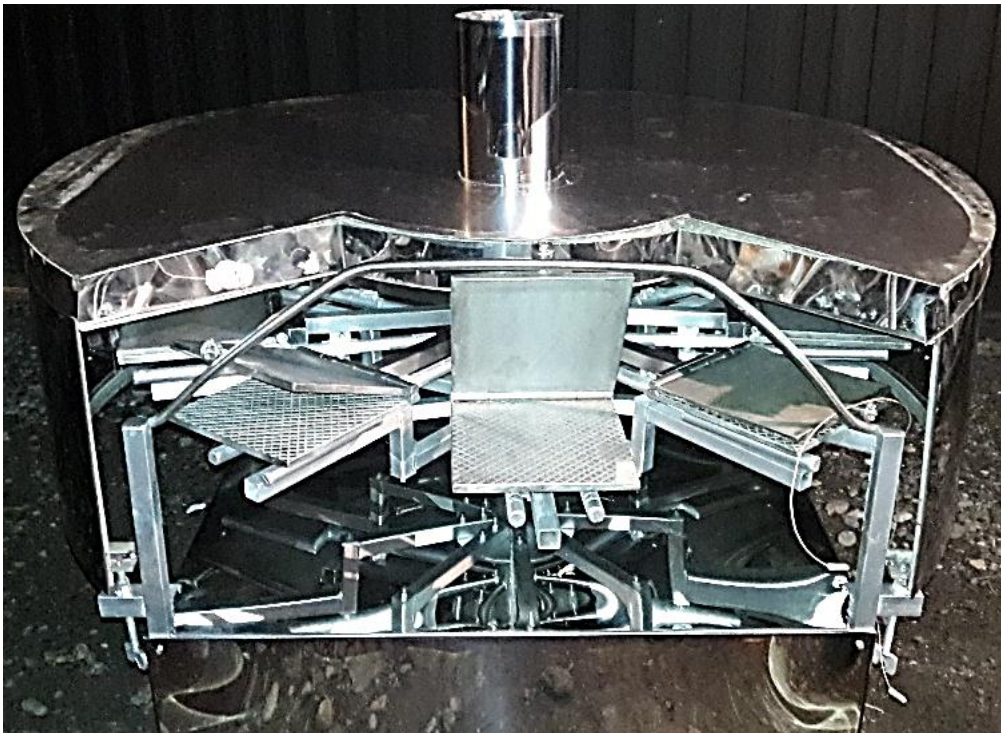


Figura 48: Máquina de cocción de obleas para conos aspecto final.

### CAPÍTULO III.

#### ANÁLISIS Y CÁLCULOS DE LAS PARTES CONSTITUTIVAS DE LA MÁQUINA.

En este capítulo veremos los cálculos de cada una de las partes constitutivas de la máquina.

##### 3. 1 DISEÑO DEL BRAZO PORTA PLACAS.

Para la implementación de este brazo se eligió un tubo cuadrado de acero inoxidable por sus propiedades antioxidantes que me brinda higiene en el sector alimenticio las propiedades físicas y mecánicas de este material se encuentran en el anexo C3. Las dimensiones de tubo son 25x 25 mm de lado y un espesor de 0,2 mm. Con los datos de las propiedades mecánicas del material y calculando el esfuerzo cortante máximo determinaremos el esfuerzo máximo permisible para luego compararlo con el esfuerzo último del material y verificar si nuestra sección de tubo estructural cuadrado presentara falla o no.

$$A_1 = bXh$$

$$A_1 = 25x25$$

$$A_1 = 625mm^2$$

$$A_2 = BXH$$

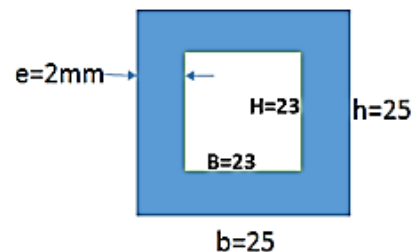
$$A_2 = 23x23$$

$$A_2 = 529mm^2$$

$$A_T = A_1 - A_2$$

$$A_T = (625 - 529)mm^2$$

$$A_T = 96mm^2$$



A continuación tenemos el diagrama de cuerpo libre del brazo porta placa don de colocaremos todas las fuerzas que están actuando en nuestra brazo y así poder realizar el respectivo análisis

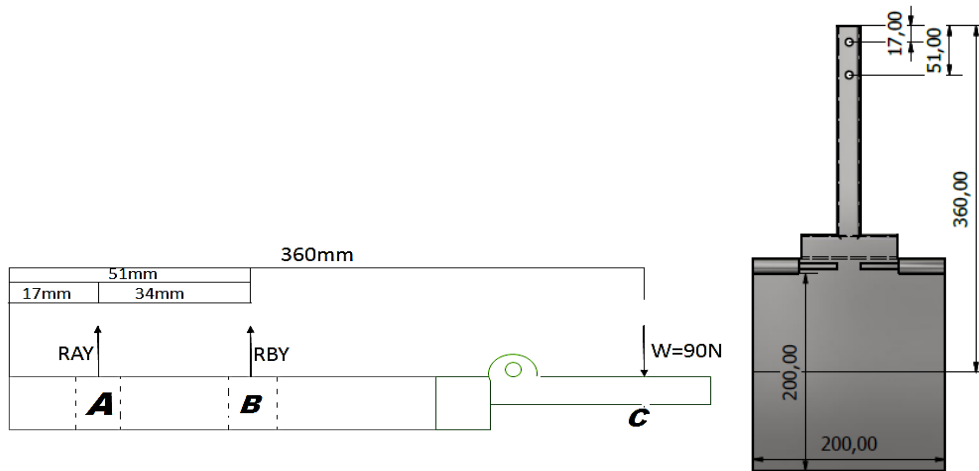


Figura 49: Diagrama de cuerpo libre

$$\sum M_A = 0$$

$$R_{BY}(0,034M) - 90(0,343M) = 0$$

$$R_{BY} = \frac{38,87}{0,043}$$

$$R_{BY} = 907,9 \text{ N}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$R_{AY} + R_{BY} - W = 0$$

$$R_{AY} = 90 - R_{BY}$$

$$R_{AY} = 90 - 907,9$$

$$R_{AY} = 817,9 \text{ N}$$

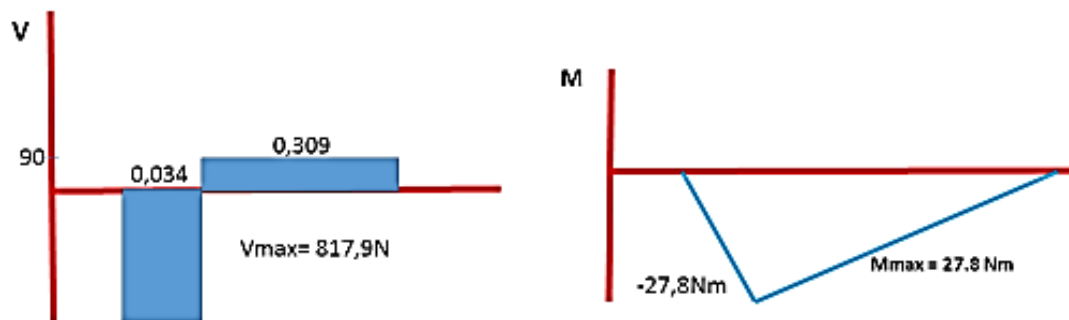


Figura 50: Diagramas de cortante y momento flector en el plano XY

Con el esfuerzo cortante máximo hallado calcularemos el esfuerzo permisible del tubo cuadrado y este resultado lo compararemos con el esfuerzo último del material si este valor es mayor que el resultante de nuestros cálculo nuestro diseño no fallara pero si es menor entonces nuestro diseño tendrá fallas y se seleccionara un tubo cuadrado de mayores dimensiones.

$$S_Y = 276 \text{MPa}$$

Barra hueca = 206MPa

$$S_u = 568 \text{MPa}$$

Cortante Max = 510MPa

$$S_x = S_Y = 1.186 \text{cm}^3$$

$$A = b \cdot h$$

$$A = 0,309 \times 90$$

$$A = 27,8$$

$$\tau_{max} = \frac{V}{A}$$

$$\tau_{max} = \frac{817,9 \text{N}}{9,6 \times 10^{-5} \text{m}^2}$$

$$\tau_{max} = 8519791,667 \text{N/m}^2$$

$$\tau_{max} = 8,52 \text{MPa}$$

8,51MPa < 568MPa el elemento  
seleccionado no presentara falla alguna

El mismo procedimiento se lo realizara para los esfuerzos admisibles

Esfuerzo admisible

$$\sigma = \frac{MC}{I}$$

$$\sigma = \frac{M}{S}$$

$$S = \frac{I}{c} \quad \therefore C = \frac{I}{S}$$

$$\sigma = \frac{27,8}{1 \times 10^{-6} \text{m}^3}$$

S = Módulo de la sección

$$\sigma = 27,8 \text{MPa}$$

$$\sigma = \frac{M \frac{I}{S}}{I}$$

$$\sigma = 27,8 \text{MPa} < 276 \text{MPa}$$

Ahora calcularemos el tipo de sección y de espesor que necesitaremos para este tipo de cargas sobre nuestro tubo estructural.

$$\tau_d = \frac{0,5 S_y}{N}$$

Ecuación 7: Esfuerzo cortante

(Mott R. L., 1992)

Donde:

$\tau_d$  : Esfuerzo cortante

$S_y$  : Resistencia máxima a la cadencia

N: Factor de seguridad

$$\tau_d = \frac{0,5(276)}{2}$$

Calcularemos el torque equivalente

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$$

$$M = M_{max}$$

$$T = W(0,343)$$

$$\tau_d = 69MPa$$

$$T = 30,87N - m$$

$$T_e = \sqrt{27,8^2 + 30,87^2}$$

$$T_e = 41,54Nm$$

$$\tau = \frac{V}{A}$$

$$A = \frac{V}{\tau}$$

$$\sigma = \frac{M}{S}$$

$$S = \frac{27,9}{276 \times 10^6}$$

$$S = 1 \times 10^{-7} m^3$$

$$S = \frac{1}{6} b x h^2 \text{ Formula de la sección de un}$$

cuadrado

$$S = \frac{c^3}{6}$$

$$A = \frac{817,9 N}{569 \times 10^6}$$

$$A = 1,44 mm^2$$

$$1 \times 10^{-7} m^3 = \frac{c^3}{6}$$

$$C^3 = 6(1 \times 10^{-7} m^3)$$

$$C^3 = (6 \times 10^{-7} m^3)$$

$$C = 0,008$$

$$C = 8mm$$

La sección que obtenemos es 8mm y la nuestra es de 25mm por lo que no habría fallas

Cálculo de la deflexión máxima en el producido por la carga P

$$Y_{max} = \frac{-PL^3}{3EI}$$

Ecuación 8: Cálculo de la defeción

(Mott R. L., 1992)

$$I = \frac{1}{12} b \cdot C^3$$

$$I = \frac{1}{12} C^4$$

$$Y_{max} = \frac{(90N(0,343)^3)}{3(200 \times 10^9) \left( \frac{1}{12} (0,025 - 0,023)^4 \right)}$$

$$Y_{max} = \frac{3,63}{199800}$$

$$Y_{max} = 0,018mm$$

Esta sería la máxima deflexión que se tendría a causa de la carga P aplicada

### 3. 2 RESISTENCIA DEL EJE PRINCIPAL.

Determinación de los esfuerzos del eje:

Para sacar la carga resultante de todos los brazos se tomó como referencia uno de ellos y se multiplico por el número de brazos que es 9 por lo que tendremos que  $W_T = 810N$ .

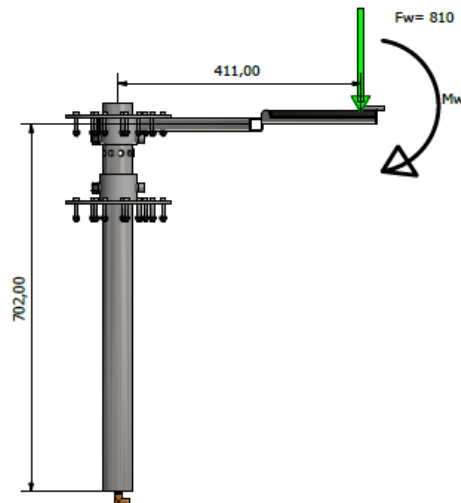


Figura 51: Carga total ejercida por las placas

$$W=90$$

$$W_T = 810N + 90n$$

$$W_T = 900 N$$

$N=2$  Factor de Seguridad

$$M_w = 90(9)(2)(0,411)$$

$$M_w = 665,82 Nm$$

Ahora para determinar que nuestro eje central resistirá asumiremos que esa carga esta aplicada de forma como se mira en la fig. 52 y el otro extremo fijo para así realizar el análisis de esfuerzos internos en el punto H.

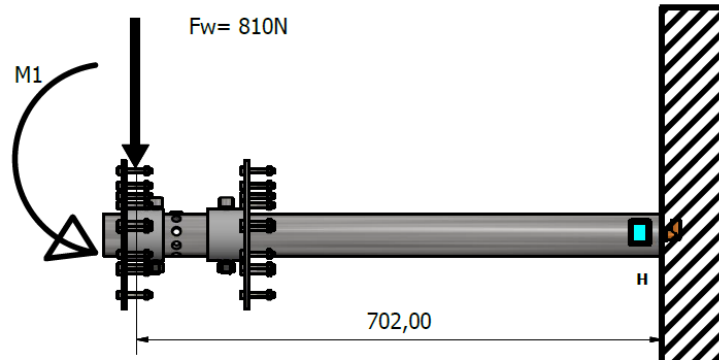


Figura 52: Análisis de eje principal

$$\sigma_{12} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

$$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

$$M_T = M_1 + M_w$$

$$M_T = 568,6 + 665,82$$

$$M_T = 1234,4Nm$$

$$r = 0,025m$$

$$t = 6 \times 10^{-3}m$$

$$\sigma_y = \frac{MC}{I} + \sigma_y$$

$$\sigma_y = \frac{(1234,4Nm)(0,025m)}{\frac{1}{4}\pi[(0,0255)^4 - (0,0255 - 6 \times 10^{-3})^4]} + \frac{2(568,6Nm)}{\pi[(0,0255)^2 - (0,0255 - 6 \times 10^{-3})^2]}$$

$$\sigma_y = \frac{31,48}{\frac{1}{4}\pi[4,2 \times 10^{-7} - 1,44 \times 10^{-7}]} + \frac{1137,2}{\pi[6,5 \times 10^{-4} - 3,8 \times 10^{-4}]}$$

$$\sigma_y = \frac{125,92}{\pi[2,76 \times 10^{-7}]} + \frac{1137,2}{\pi[2,7 \times 10^{-4}]}$$

$$\sigma_y = \mathbf{146,56MPa}$$

$$\sigma_{max} \sigma_{min} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_{max} \sigma_{min} = \frac{146,56}{2} \pm \sqrt{(73,28)^2 + 19,58^2}$$

$$\sigma_{max} \sigma_{min} = 73,28 \pm \sqrt{5369,96 + 388,38}$$

$$\sigma_{max} = 73,28 + 75,85$$

$$\sigma_{max} = 149,13MPa$$

$$\sigma_{min} = 73,28 - 75,85$$

$$\sigma_{min} = -2,57MPa$$

$$\sigma_{max}^2 - \sigma_{max} \sigma_{min} + \sigma_{min}^2 = \left(\frac{\sigma_y}{N}\right)^2$$

$$22239,8 + 383,3 + 6,6 = \frac{355}{2}$$

$$22629,7 < 31506,25 Mpa$$

Calculo del esfuerzo cortante provocado por torsión

$$\tau_{xy} = \frac{TC}{J}$$

$$\tau_{xy} = \frac{665,82(0,0255)}{\pi(2,76 \times 10^{-7})}$$

$$\tau_{xy} = 19,58MPa$$

### DEFORMACIÓN DEL EJE

$$Y_{max} = \frac{PL^3}{3EI}$$

Donde:

$$P = M_1$$

I= momento de inercia

$$L = 0,702m$$

E= módulo de elasticidad datos en tabla

$$Y_{max} = \frac{(568,6)(0,702)^3}{3(200 \times 10^9) \frac{\pi}{4} (2,76 \times 10^{-7})}$$

$$Y_{max} = \frac{796,04}{520248,96}$$



$$Y_{max} = 0,0015m$$

$$Y_{max} = 1,5mm$$

### 3. 3 SELECCIÓN DEL MOTOR.

Para la selección del motor tomaremos n cuenta el torque calcula do en la sección 3.2

$M_w = 665,82 Nm$  Y con la velocidad a la que trabajaremos que es de 2,7 rpm podemos

calcular la potencia del motor

$$P = \frac{T(\eta)}{63000}$$

Ecuación 9: Potencia mecánica

Fuente: (Mott R. L., 1992)

Donde:

$P_m$ : Potencia requerida (Hp)       $T$ : Torque requerido (lb.in)       $\eta$ : Velocidad(rpm)

Entonces:

$$T = 665,82 Nm = 5885.75 lb.in$$

$$P_m = \frac{5885.75 lb. in (2,7 rpm)}{63000}$$

$$P_m = 0,25 Hp \text{ Potencia eléctrica}$$

Ahora con una eficiencia del 80% calcularemos la potencia eléctrica  $P_e$

$$Eficiencia = \frac{P_m}{P_e}$$

$$P_e = \frac{P_m}{eficiencia}$$

$$P_e = \frac{0,25 Hp}{0,8}$$

$$P_e = 0,31Hp$$

El motor que se seleccionó se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 3: Datos técnicos del motor

<b>Propiedades del motor eléctrico del sistema de alimentación</b>	
Marca	SIEMENS
Modelo	073 – 4YA60
Carcaza	IP 55
Potencia (Hp)	0,75
Fase	trifásico
Rpm	1650
Corriente nominal en 220v (amp)	2,9
Par nominal Pmax (Nm)	3,24
Peso (kg)	6
Eficiencia nominal	65,9

### 3.4 DISEÑO DEL EJE TENSOR

$$P = 0,75HP = 559 W$$

$$W = 1650rpm = 172,8 \text{ rad/s}$$

$$P = T \cdot \omega$$

$$T = \frac{P}{\omega} \qquad T = \frac{559,3}{172,8} \qquad T = 3,23 Nm$$

El torque del motor  $T_m$  será igual a:

$$T_m = T_C = T_B = F_C R_C = F_B \gamma_B$$

$$F_C = \frac{T}{R_C}$$

$$F_C = \frac{3236,7}{177,8}$$

$$F_C = 18,2N$$

$$F_B = \frac{T}{\gamma_B}$$

$$F_B = \frac{3236,7}{31,8}$$

$$F_B = 101,8N$$

## FUERZAS RESULTANTES DE LA POLEA EN B

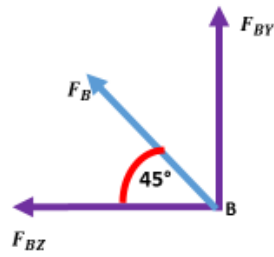


Figura 53: fuerzas resultantes en el punto B

$$F_{BZ} = F_B \cos 45^\circ$$

$$F_{BZ} = 101,8 \cos 45^\circ$$

$$F_{BZ} = 71,3$$

$$F_{BY} = F_B \sin 45^\circ$$

$$F_{BY} = 101,8 \sin 45^\circ$$

$$F_{BY} = 71,3$$

Unas ves encontradas todas las cargas las ubicamos en nuestro diagrama de fuerzas

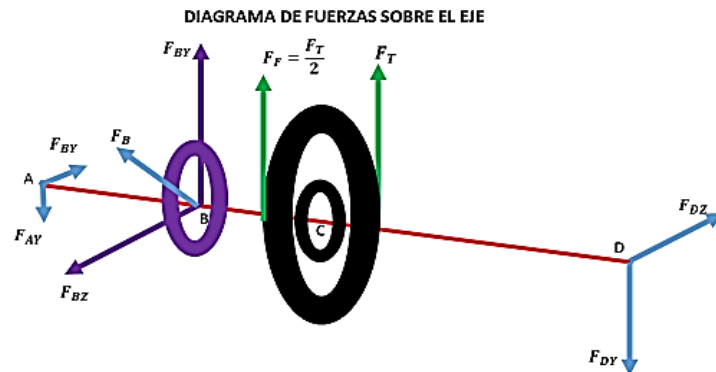


Figura 54: Diagrama de fuerzas.

Con el diagrama de fuerzas graficamos nuestro D.C.L para realizar el análisis del eje.

## D.C.L PARA EL PLANO YX

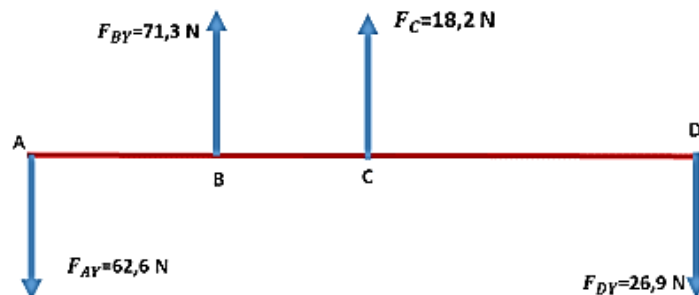


Figura 55: Diagrama de cuerpo libre plano YX

$$\sum MA = 0$$

$$F_{BY}(0,1) + F_C(0,2) - (0,4)D_Y = 0$$

$$71,3(0,1) + 18,2(0,2) - (0,4)D_Y = 0$$

$$\frac{7,13 + 3,64}{0,4} = D_Y$$

$$D_Y = 6,9N$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$-A_Y + F_{BY} + F_C - D_Y = 0$$

$$71,3 + 18,2 - 26,9 = A_Y$$

$$A_Y = 62,6N$$

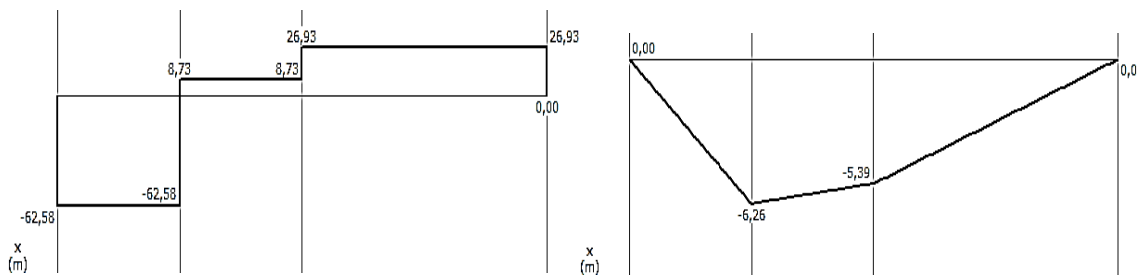


Figura 56: Diagramas de cortantes y momento flector

$$M_{Ymax} = 6,26 N$$

D.C.L PARA EL PLANO ZX

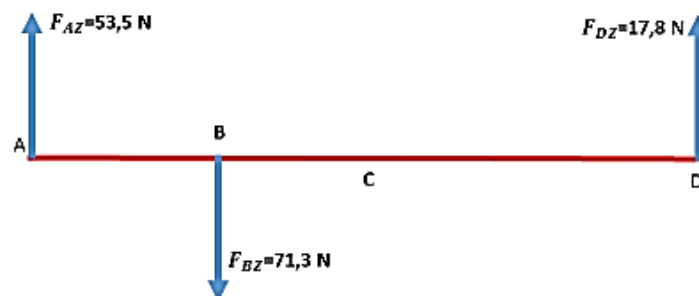


Figura 57: D.C.L. del eje en el plano ZX

$$\sum MA = 0$$

$$-F_{Bz}(0,1) + (0,4)D_z = 0$$

$$71,3(0,1) = D_z$$

$$17,8 = D_z$$

$$D_z = 17,8N$$

$$\sum F_z = 0$$

$$-A_z + F_{Bz} + D_z = 0$$

$$71,3 - 17,8 = A_z$$

$$A_z = 53,5$$

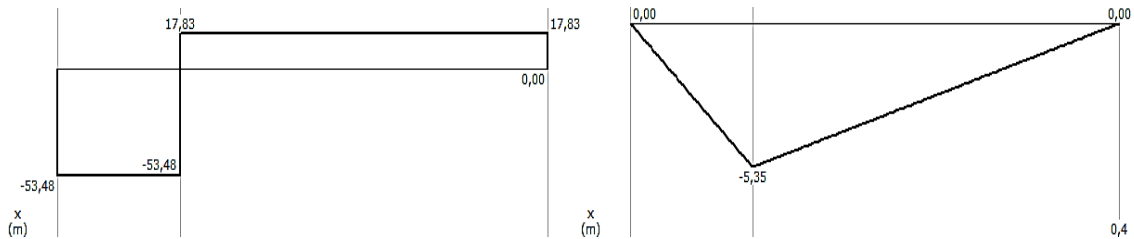


Figura 58: Diagramas de cortantes y momento flector

$$M_{Zmax} = 5,4 \text{ N}$$

Diagrama de torque:

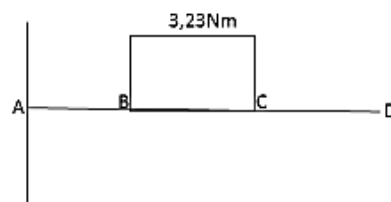


Figura 59: Diagrama de torques

Con los gráficos anteriormente encontrados calcularemos los momentos críticos y el torque crítico sale del diagrama de torques Fig. 59

$$M_C = \sqrt{Mz^2 + My^2} \qquad M_C = 8,27 \text{ Nm}$$

$$M_C = \sqrt{29,16^2 + 39,19^2} \qquad T_C = 3,23 \text{ Nm}$$

Ahora calcularemos el diámetro el eje para lo cual aremos un análisis estático y por fatiga.

### 3.4.1 ANÁLISIS ESTÁTICO

Para esto calcularemos las cargas pico las cuales son:

$$M_p = 1.8 (M_c) \qquad T_p = 1.8 (T_c)$$

$$M_p = 1.8 (8,27) \qquad T_p = 1.8 (3,23)$$

$$M_p = 14,9 \qquad T_p = 5,8$$

Con estos datos y reemplazando en la formula siguiente hallaremos el diámetro

$$d = \left[ \frac{16N}{\pi S_y} (4(M_p)^2 + 3(T_p)^2)^{1/2} \right]^{1/3}$$

$$d = \left[ \frac{100,5}{220 \times 10^6} \sqrt{888,04 + 100,92} \right]^{1/3}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{3160,5}{220 \times 10^6}}$$

$d = 0,024m = 24mm$  Este es el diámetro que deberá tener nuestro eje para soportar el torque que entrega el motor.

### 3.4.2 ANÁLISIS POR FATIGA

Ahora calcularemos el eje tomando en cuenta los esfuerzos por fatiga

Para calcular el momento medio por ser un motor eléctrico tenemos que:

$$\sigma_m = 0 \text{ Esfuerzo medio}$$

$$\sigma_a \neq 0 \text{ Esfuerzo alternante}$$

Por el torque

$$\tau_m \neq 0 \text{ Torque medio}$$

$$\tau_a = 0 \text{ Torque alternante}$$

Partimos de la siguiente tabla: factor de concentración de esfuerzos (K.f.) para chaveteros.

Tabla 4: Factor de concentración de esfuerzos para chaveteros

Kf				
Tipo de Chaveteros	Recocido rudeza menor que 200HB		Recocido dureza Mayor que 200HB	
	Flexión	Torsión	Flexión	Torsión
Perfil	<b>1,6</b>	<b>1,3</b>	<b>2</b>	<b>1,6</b>
Patín	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>

Fuente: (Faires, 1995) Y (Norton, 1995)

$$Sm[T] = \frac{T \cdot C}{J}$$

Ecuación 10: Tensión de esfuerzo cortante por torsión

Fuente: (Mott R. L., 1995)

Donde:

$Sm[T]$ : Esfuerzo medio cortante del torque       $C$ : Radio

$T$ : Torque

$J$ : segundo Momento de inercia

$$Sm[T] = \frac{5,8.16}{\pi d^3}$$

$$Sm[T] = \frac{29,5}{\pi d^3}$$

$$Kf[T] = 1,3$$

$$Kfm[T] = 1,3$$

Esfuerzo alternante de momento flector

$$Sa[m] = \frac{M \cdot C}{I}$$

Ecuación 11: Tención debido a la flexión

Fuente: (Nisbett, 2012)

Donde

$Sa[m]$ : *tención debida al felxión*       $C$ : *Radio*

$M$ : *magnitud del momento de la flexión*       $I$ : *Momento de inercia*

$$Sa[m] = \frac{14,9.32}{\pi d^3}$$

$$Sa[m] = \frac{151,8}{\pi d^3}$$

$$Kf[M] = 1,6$$

$$Kfm[M] = 1,6 = Kff[M]$$

**Cálculo del límite de resistencia a la fatiga**

$$Sn = K \cdot S'e$$

Ecuación 12: Resistencia a la fatiga

Fuente: (Nisbett, 2012)

$$K = K_a \times K_b \times K_c \times K_d \times K_e \times K_f$$

Donde:

ka Factor de modificación por la condición superficial (apéndice A)

kb Factor de modificación por el tamaño

kc Factor de modificación por la carga

kd Factor de modificación por la temperatura

ke Factor de confiabilidad

kf Factor de modificación por efectos varios

S'e Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

Se: Límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

Cuando no se dispone de ensayos de resistencia a la fatiga de

$$S'e = 0,5S_u \quad \text{donde } S_u: 568\text{Mpa Resistencia del material dato de apéndice B}$$

$$S'e = 0,5(520) = 260\text{MPa}$$

Reemplazando todos los valores en la ecuación 12

$$S_n = 0,79(0,8)(0,753)(1)(1)(1)(260\text{MPa})$$

$$S_n = 124,8\text{MPa}$$

Aplicando la ecuación de Goodman Modificado tendremos:

$$\frac{1}{N} = \frac{\sqrt{3\tau m^2}}{S_u} + \frac{\sqrt{\sigma a^2}}{S_n}$$

Ecuación 13: Goodman modificado

Fuente: (Faires, 1995)

Donde:

*N*: Factor de Seguridad



$\sigma$ : Factor de esfuerzo en funcion del momento

$\tau_m$ : Factor de tención en funcion de la torsión

$S_n$ : Resistencia ala fatiga

$S_u$ : 568Mpa Resistencia del material dato de tabla

$$\frac{1}{N} = \frac{\sqrt{3\left(\frac{38,35}{d^3}\right)^2}}{520 \times 10^6} + \frac{\sqrt{\left(\frac{242,9}{d^3}\right)^2}}{124,8 \times 10^6}$$

$$\frac{1}{N} = \frac{\frac{66,42}{d^3}}{520 \times 10^6} + \frac{\frac{242,9}{d^3}}{124,8 \times 10^6}$$

$$d^3 = 2(1,28 \times 10^{-7} + 1,94 \times 10^{-6})$$

$$d = 0,016m$$

$d = 16mm$  Diámetro del eje por fatiga como asumimos el factor  $K_b$  y con el diámetro encontrado recalcularemos  $K_b$  con la ecuación 14 tendremos.

$$K_b = \begin{cases} 1 & \text{Carga axial} \\ K_b = 1, \quad \text{si } d_e \leq 8 \text{ mm (0.3 in)} \\ K_b = 1.189d_e^{-0.097}, \quad \text{si } 8 \text{ mm} < d_e \leq 250 \text{ mm} \\ (K_b = 0.869d_e^{-0.097}, \quad \text{si } 0.3 \text{ in} < d_e \leq 10 \text{ in}) \\ K_b = 0.6, \quad \text{si } d_e > 250 \text{ mm (10 in)} \end{cases} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{ Aceros en flexión y torsión}$$

Figura 60: Factor de modificación por el tamaño

Fuente: (Faires, 1995)

$$K_b = 1,189d^{-0,097}$$

Ecuación 14: Factor de modificación por el tamaño

Fuente: (Faires, 1995)

$$K_b = 1,189(16)^{-0,097}$$

$K_b = 0,9$  Con este nuevo  $K_b$  recalcularemos  $K$ .

$$K = 0,79(0,9)(0,753)(1)(1)(1)$$

$K = 0,54$  Con el nuevo  $K$  recalculamos  $S_n$

$$S_n = K \cdot S'e$$

$$S_n = 0,54(260)$$

$S_n = 140,4MPa$  Y ahora con el nuevo  $S_n$  y usando la ecuación 13 recalcularemos nuestro eje y así podremos elegir el diámetro adecuado.

$$\frac{1}{N} = \frac{\sqrt{3\tau m^2}}{S_u} + \frac{\sqrt{\sigma a^2}}{S_n}$$

$$\frac{1}{N} = \frac{\sqrt{3\left(\frac{38,35}{d^3}\right)^2}}{520 \times 10^6} + \frac{\sqrt{\left(\frac{242,9}{d^3}\right)^2}}{140,4 \times 10^6}$$

$$\frac{1}{N} = \frac{\frac{66,42}{d^3}}{520 \times 10^6} + \frac{\frac{242,9}{d^3}}{124,8 \times 10^6}$$

$$d^3 = 2(1,28 \times 10^{-7} + 1,73 \times 10^{-6})$$

$$d = 0,015m$$

$$d = 15mm$$

### 3.4.3 SELECCIÓN DE POLEAS

En función de la velocidad que necesitamos vamos a realizar los distintos análisis par estables los diámetros delas poleas que se requiere si como la distancia de la banda para un funcionamiento adecuado.

La velocidad de trabajo que se requiere es de 1rpm la instalación de un moto reductor con relación  $i = 20$  nos proporciona la velocidad de 82,5 rpm.

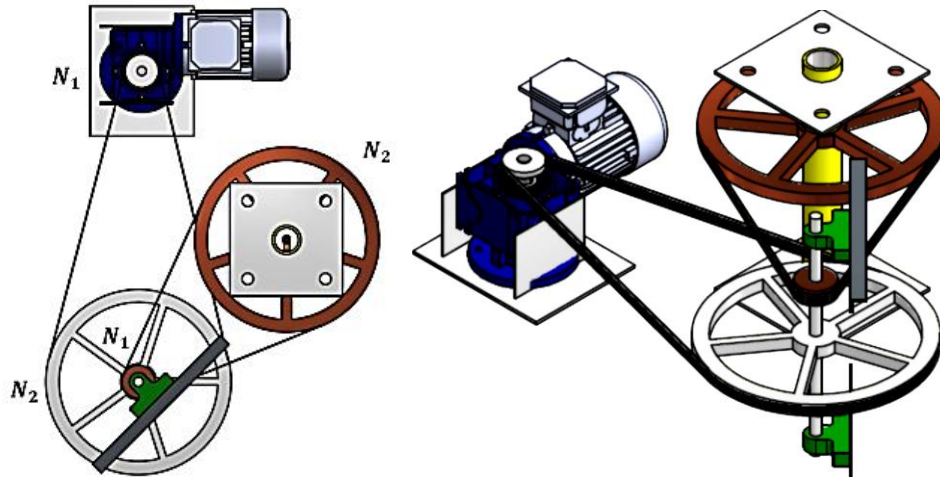


Figura 61: Tren de poleas

Usando la fórmula siguiente y con un par de poleas de diámetros 2,5 y 14 in calcularemos las velocidades

$$N_1 d_1 = N_2 d_2 = i \quad \text{INTERMEC S.A}$$

Donde:

$N_1$  = velocidad de la polea de accionamiento en rpm

$N_2$  = Velocidad de la polea de conducida en rpm

$d_1$  = Diámetro de la polea de conducción

$d_2$  = Diámetro de la polea impulsada

$I$  = Relación de transmisión

$$82,5\text{rpm} (2,5\text{in}) = N_2 (14\text{in})$$

$$N_2 = \frac{82,5\text{rpm} (2,5\text{in})}{(14\text{in})}$$

$N_2 = 14,7\text{rpm}$  Con esta velocidad procederemos a realizar el mismo procedimiento que el anterior con otro par de poleas de las mismas dimensiones de 14 y 2,5 in entonces tendremos.

$$14,7rpm (2,5in) = N_2 (14in)$$

$$N_2 = \frac{14,7rpm (2,5in)}{(14in)}$$

$N_2 = 2,6rpm$  Entonces concluimos que los diámetros de las poleas elegidas nos permiten obtener la velocidad requerida y con esta es la velocidad alcanzada mecánicamente a partir de aquí para obtener la velocidad de 1rpm usando el variador de frecuencia el cual nos permite variar la velocidad del motor.

### 3.4.4 SELECCIÓN DE LA BANDA

En primera instancia habremos de calcular la distancia entre centros entre la polea de accionamiento y la comandada para lo cual usaremos el manual de transmisión de potencia de INTERMEC S.A:

#### 3.4.4.1 Distancia entre centros

**C= 1,5 (D + d) distancia ideal**

**C= 2 (D + d) distancia Max.**

**C= 0,7 (D + d) distancia Min.**

Ecuación 15: Distancia entre centros

Fuente: (S.A., Copyright 2013, pág. 24)

Donde

**C**= Distancia entre centros.

**D**= Diámetro polea mayor o conducida.

**d**= Diámetro polea menor o conducción.

Fuente: (S.A., Copyright 2013, pág. 24)

$$C_1 = 1,5 (14 + 2,5)$$

$$C_1 = 24,75in = 62,865 \text{ cm}$$

Es la distancia más adecuada que tenemos entre la polea impulsora y la impulsada para que el mecanismo trabaje de buena manera

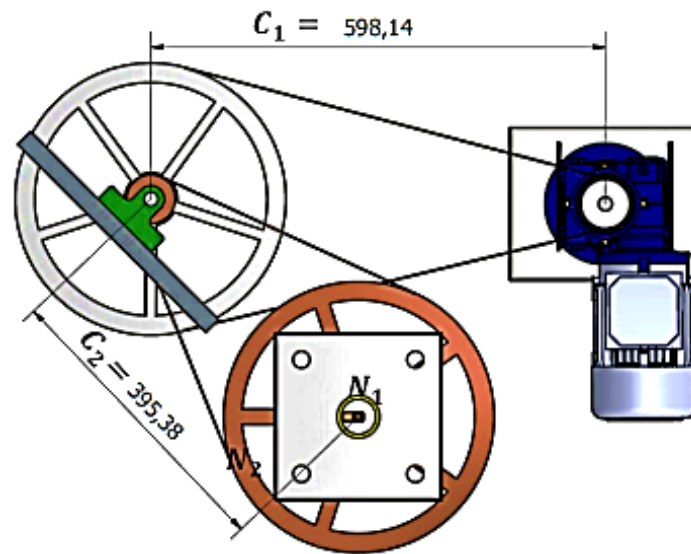


Figura 62: Distancia entre centros

Como podemos apreciar en la fig. 62 tenemos una distancia de 59,81 cm que comparado con el límite ideal. Estamos dentro del rango de trabajo. Por lo tanto  $C_1 = 59,81$  cm, 23,54in.

Ahora para  $C_2$  con el segundo par de poleas tenemos una distancia de 39,54cm o 15,57 in muy por debajo de los 24,75in que es la distancia adecuada por lo que pasaremos a comprobar si la distancia está dentro del rango mínimo de aceptación para este par de poleas con la fórmula de las ecuaciones 15 distancia mínima.

**$C = 0,7 (D + d)$  distancia Min.**

$$C_2 = 0,7 (14 + 2,5)$$

$C_2 = 11,55$ in = 29,34 cm podemos concluir que nuestro Sistema de transmisión no tendrá problemas de que la polea patine pues se encuentra entre el rango min y el ideal

$$29,34 \text{ cm} < 39,54 \text{ cm} < 62,865 \text{ cm.}$$

### 3.1.3.2 Cálculo de la longitud de la correa

Para calcular la longitud de las correas ampliaremos la siguiente fórmula:

$$L_p = 2C + 1,57[D + d] \frac{[C + d]^2}{4C}$$

Ecuación 16: Longitud de la correa

Fuente: (S.A., Copyright 2013, pág. 27)

**Donde:**

**L<sub>p</sub>:** Largo de la correa.

**D:** Diámetro de la polea mayor.

**d:** Diámetro de la polea menor.

**C:** Distancia entre centros.

$$L_{p_1} = 2(23,54) + 1,57[14 + 2,5] \frac{[23,54 + 2,5]^2}{4(23,54)}$$

$L_{p_1} = 74,4 \text{ in}$  Por lo que nuestra banda sería una A75

Para  $L_{p_2}$  tendremos:

$$L_{p_2} = 2(15,57) + 1,57[14 + 2,5] \frac{[15,57 + 2,5]^2}{4(15,57)}$$

$L_{p_2} = 59,2 \text{ in}$  Por lo que nuestra banda sería una A60

## 3.5 ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

### 3.5.1 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.

En esta sección expondremos el análisis de la estructural de la máquina que será la encargada de soportar todo el peso de cada uno de los componentes que la conforman para lo cual se realizara un análisis de la misma y la selección del respectivo material, esto nos permitirá garantizar la funcionalidad del sistema y la seguridad de la misma.

### 3.5.2 PERFIL ESTRUCTURAL.

Cuando se requiere una cierta rigidez, o cuando las inversiones de carga pueden someter al miembro diseñado para tensión a ciertas compresiones, los cables varillas y barras no cumplirán con las necesidades del caso; en tal situación deben emplearse perfiles estructurales sencillos o armados.

Para nuestro caso usaremos acero al carbono ASTM A36, que son los más comerciales y se los encuentran en diversos tamaños y medidas. (ARQHYS, 2012)

### 3.5.3 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE UN PROGRAMA CAD

Para este proceso hemos usado el software de diseño mecánico Inventor, el cual es un paquete de modelado paramétrico de sólidos en 3D producido por la empresa de software Autodesk.

A continuación tenemos las características mecánicas del perfil usado el cual es un tubo estructural cuadrado ASTM A36 de 1in x 1in x 2mm. (S.A.S, 2016)

ASTM	Composición Química					Propiedades Mecánicas					
	%C	%Mn	%P	%S	%Si	Límite Elástico		Resistencia Tracción		% Alarga.	
	x 100	x 100	x 100	x 100	x 100						
A-36	mín.	-	60	-	-	15	23kg/mm <sup>2</sup>	-	41kg/mm <sup>2</sup>	400MPa	20
	máx.	26	120	5	4	40	25kg/mm <sup>2</sup>	250MPa	56kg/mm <sup>2</sup>	550MPa	21
A-572 GR 50	mín.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
	máx.	23	135	5	4	40	35kg/mm <sup>2</sup>	345MPa	46kg/mm <sup>2</sup>	450MPa	21

Figura 63: Características del ASTM 36

Fuente: (S.A.S, 2016)

Límite elástico  $S_y = 250 \text{ MPa}$

Resistencia tracción  $S_u = 400 \text{ MPa}$

Con estos datos y considerando las proporciones dimensionales que tendrá la estructura (largo 1400,80mm, ancho 500mm, alto 854mm) procederemos a realizar el análisis estático de esta estructura.

La estructura deberá ser capaz de soportar todas las cargas generadas por cada uno de los componentes que irán empotrados sobre ella. Y están representadas por las fuerzas que se muestran a continuación:

Tabla 5: Fuerzas aplicadas

F1	150N	F4	150N
F2	150N	F5	150N
F3	150N	F6	150N

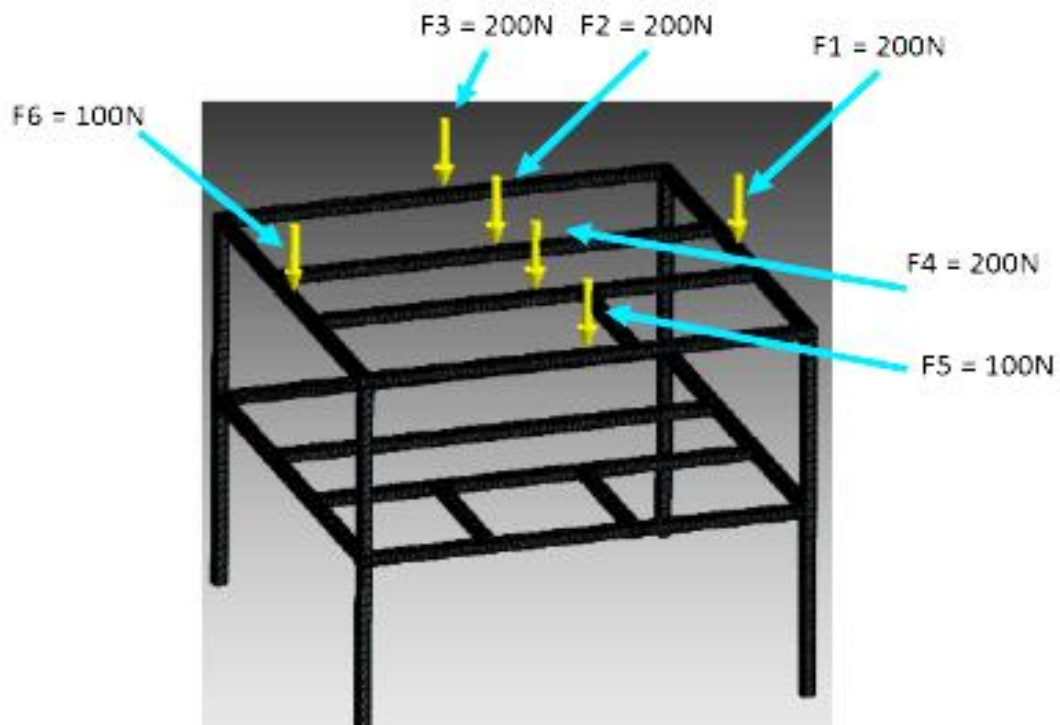


Figura 64: Distribución de las fuerzas en la estructura



### 3.5.3.1 Desplazamiento:

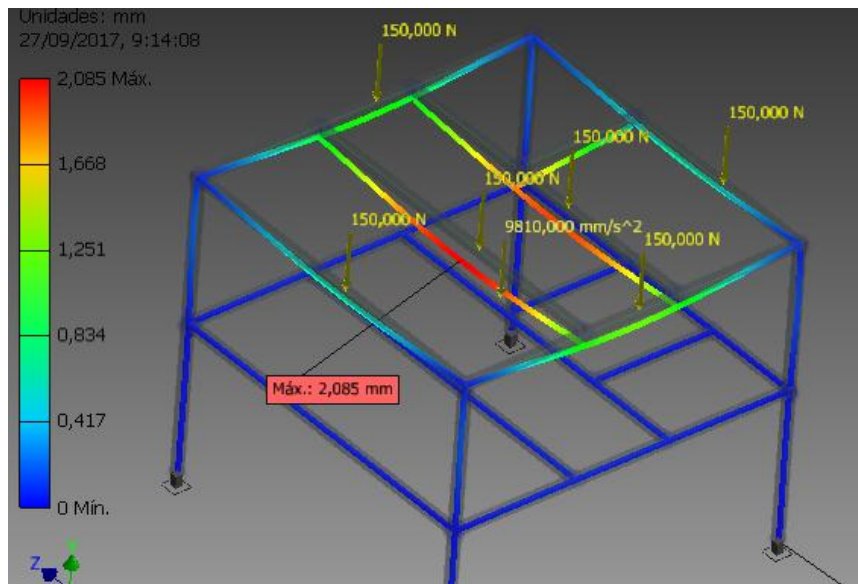


Figura 65: Desplazamiento

El desplazamiento máximo que se registra en la figura 65 producido por las cargas aplicadas es de 2 mm que es un índice muy bajo lo que nos indica que la estructura soportara sin problema las cargas que actúan sobre ella.

### 3.5.3.2 Resultados del análisis del desplazamiento

Tabla 6: Resultado del análisis del desplazamiento

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componentes (Fx, Fy, Fz)	Magnitud	Componentes (Mx, My, Mz)
Restricción fija:3	323,003 N	-24,034 N	3716,859 N mm	-1944,152 N mm
		321,812 N		-17,062 N mm
		-13,801 N		3167,810 N mm
Restricción fija:4	228,658 N	-21,123 N	3351,624 N mm	1638,941 N mm
		227,234 N		-29,889 N mm
		14,242 N		2923,416 N mm
Restricción fija:1	242,541 N	20,763 N	2998,085 N mm	1741,499 N mm
		241,199 N		0,067 N mm
		14,765 N		-2440,429 N mm
Restricción fija:2	284,981 N	24,393 N	3687,327 N mm	-2096,239 N mm
		283,528 N		-24,218 N mm
		-15,206 N		-3033,411 N mm

### 3.5.3.3 Resumen de resultados estáticos

Tabla 7: Resumen de los resultados de la simulación estática.

Nombre		Mínimo	Máximo
Desplazamiento		0,000 mm	2,085 mm
Fuerzas	Fx	-104,161 N	24,034 N
	Fy	-161,056 N	170,445 N
	Fz	-127,762 N	321,812 N
Momentos	Mx	-29429,465 N mm	33386,753 N mm
	My	-24339,959 N mm	28415,748 N mm
	Mz	-5483,771 N mm	5587,255 N mm
Tensiones normales	Smax	-1,695 MPa	38,766 MPa
	Smin	-42,164 MPa	0,453 MPa
	Smax(Mx)	0,000 MPa	28,132 MPa
	Smin(Mx)	-28,132 MPa	-0,000 MPa
	Smax(My)	0,000 MPa	23,943 MPa
	Smin(My)	-23,943 MPa	0,000 MPa
	Saxial	-1,853 MPa	0,736 MPa
Tensión de corte	Tx	-0,297 MPa	1,287 MPa
	Ty	-2,106 MPa	1,990 MPa
Tensiones de torsión	T	-3,104 MPa	3,047 MPa

### 3.5.3.4 Esfuerzo de Von Mises de la estructura.

Para determinar si se produce la fluencia del material se emplea la teoría de energía de distorsión o esfuerzo de Von Mises, la cual establece que la fluencia ocurre cuando el esfuerzo máximo de Von Mises es mayor que la resistencia a la fluencia, lo cual queda expresado en la siguiente ecuación. Budynas R (2008)

$$\sigma \geq S_y$$

Ecuación 17: Esfuerzo de Von mises

Fuente: (Mott R. L., 1992)

Donde:

$\sigma$ : Esfuerzo de Von Mises [MPa]

$S_y$ : Resistencia a la fluencia del material [MPa]

Este valor de von mises lo podemos apreciar en el resultado de la simulación que el programa nos mostró.

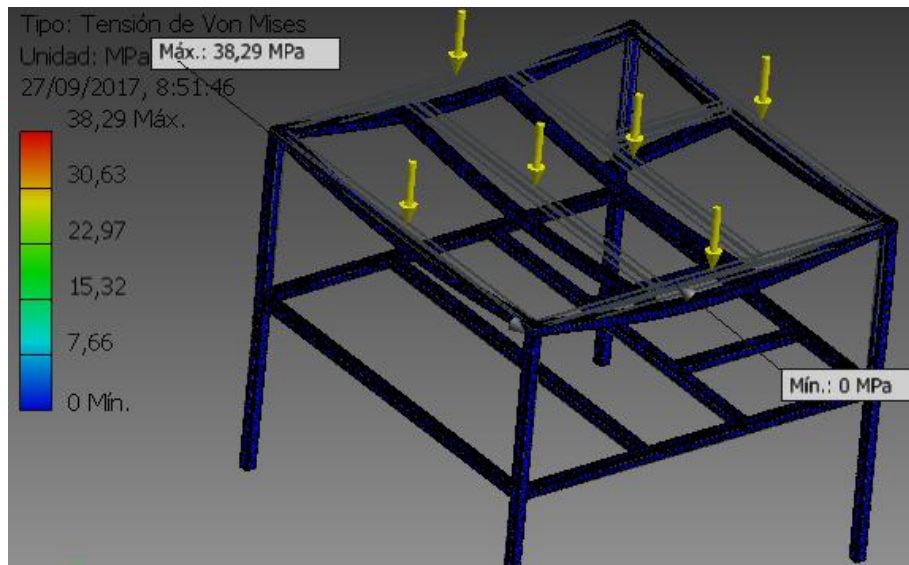


Figura 66: Tención de Von Mises

En la figura 66 indica que el esfuerzo máximo que se produce en la estructura es de 38,29 MPa, al comparar este resultado con el valor de la resistencia a la fluencia que tiene el material, se observa que el esfuerzo de trabajo de la estructura es menor que la resistencia a la fluencia del material, por lo que concluiremos que no existe fluencia en la estructura.

$$\sigma \geq S_y$$

$$38,29 \text{ MPa} \geq 250 \text{ MPa}$$

Esta relación nos proporciona la información de que l estructura presentara estabilidad ante la presencia de las cargas que actúan sobre ella.

### 3.5.3.5 Resumen de resultados de esfuerzo de Von Mises

Tabla 8: Resultados de la simulación de esfuerzo de Von Mises

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	2481810 mm <sup>3</sup>	
Masa	17,745 kg	
Tensión de Von Mises	0,0000462719 MPa	38,2897 MPa
Primera tensión principal	-7,98242 MPa	41,1034 MPa
Tercera tensión principal	-42,1127 MPa	9,93322 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,772797 mm
Coefficiente de seguridad	3,10789 su	15 su
Tensión XX	-29,4586 MPa	34,4113 MPa
Tensión XY	-15,3752 MPa	14,4815 MPa
Tensión XZ	-11,7844 MPa	10,6284 MPa
Tensión YY	-30,8984 MPa	20,7187 MPa
Tensión YZ	-15,5945 MPa	13,8991 MPa
Tensión ZZ	-25,8752 MPa	28,6129 MPa
Desplazamiento X	-0,0363964 mm	0,0354894 mm
Desplazamiento Y	-0,772793 mm	0,0315388 mm
Desplazamiento Z	-0,0196471 mm	0,0173904 mm
Deformación equivalente	0,00000000447112 su	0,000373955 su
Primera deformación principal	-0,0000115881 su	0,000415998 su
Tercera deformación principal	-0,000378975 su	0,0000100697 su
Deformación XX	-0,000269273 su	0,000311124 su
Deformación XY	-0,000222087 su	0,000209178 su
Deformación XZ	-0,000170218 su	0,000153522 su
Deformación YY	-0,000260711 su	0,000188329 su
Deformación YZ	-0,000225254 su	0,000200765 su
Deformación ZZ	-0,000158049 su	0,000248945 su
Presión de contacto	0 MPa	202,672 MPa
Presión de contacto X	-32,6104 MPa	44,5216 MPa
Presión de contacto Y	-187,14 MPa	94,9182 MPa
Presión de contacto Z	-63,6879 MPa	75,5087 MPa

Fuente: Inventor 2012.

### 3.5.4 COEFICIENTE DE SEGURIDAD.

Se llama así a la relación entre la carga límite que puede soportar un elemento y la carga máxima admisible.

El coeficiente de seguridad nos permite resguardar los elementos proyectados de eventuales roturas, debidas a imprecisiones del cálculo de las solicitaciones, por la

inevitable discrepancia existente entre las estructuras reales y las esquematizadas para facilitar los cálculos, así como por eventuales defectos de los materiales.

Generalmente se adoptan valores comprendidos entre 1,2 y 1,6.

Para nuestro caso el coeficiente de seguridad es de 3,11ul esto garantiza la resistencia de la estructura. En la fig.67 se muestra el factor de seguridad.

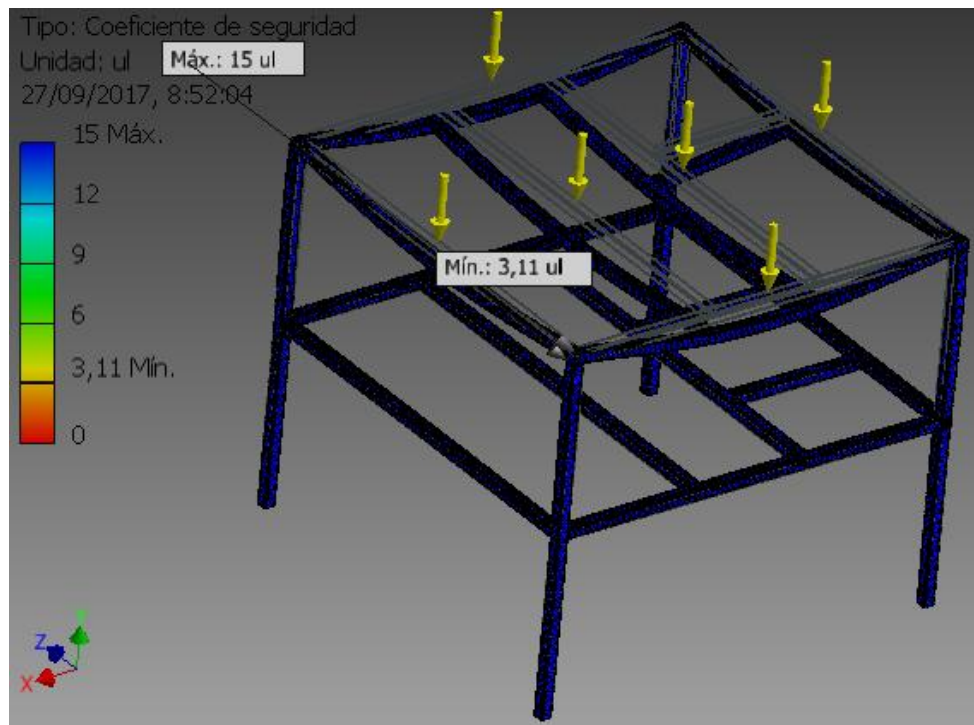


Figura 67: Coeficiente de seguridad

## CAPÍTULO IV

### PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y ANÁLISIS DE COSTOS

#### 4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Al finalizar el proceso de construcción y ensamble de la máquina se realizó las respectivas pruebas de funcionamiento, calibración de velocidades y temperaturas adecuadas para su funcionamiento, para esto se procedió a tomar varias medidas en función de las rpm a las que trabajara nuestra máquina los porcentajes de la eficiencia se los fijo tomando en cuenta las características de la oblea las cuales tienen que ser moldeable de color amarillento uniforme espesor constante crocante y resistente.

A continuación exponemos las tablas y las gráficas de las eficiencias de las obleas teniendo una velocidad de trabajo de 1 rpm y la temperatura la fuimos variando entre los valores expuestos en la tabla 9.

Tabla 9: Datos de eficiencia a 1 rpm y temperatura de cocción variable

TEMPERATURA	VELOCIDAD	EFICIENCIA
°C	RPM	%
220	1	70
210	1	85
200	1	90
190	1	95
180	1	85
170	1	75
160	1	60

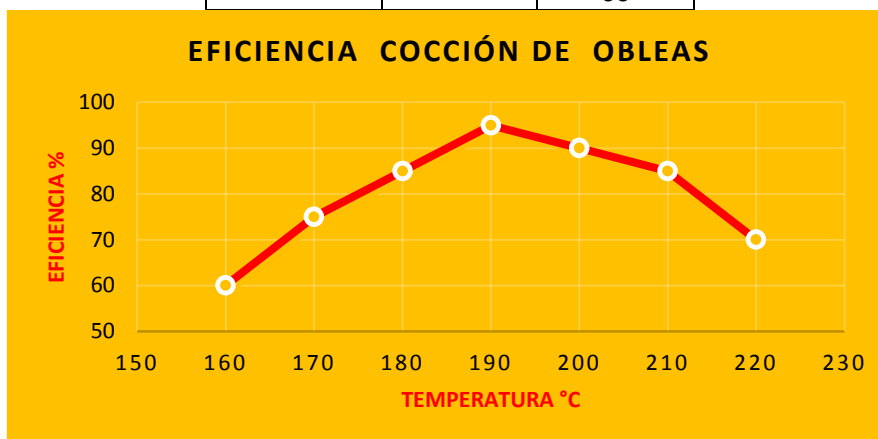


Figura 68: Eficiencia a 1 rpm y temperatura de cocción variable

Tabla 10: Datos de eficiencia a 1,5 rpm y temperatura de cocción variable

TEMPRATURA	VELOCIDAD	EFICIENCIA
°C	RPM	%
220	1,5	80
210	1,5	90
200	1,5	95
190	1,5	85
180	1,5	75
170	1,5	65
160	1,5	40

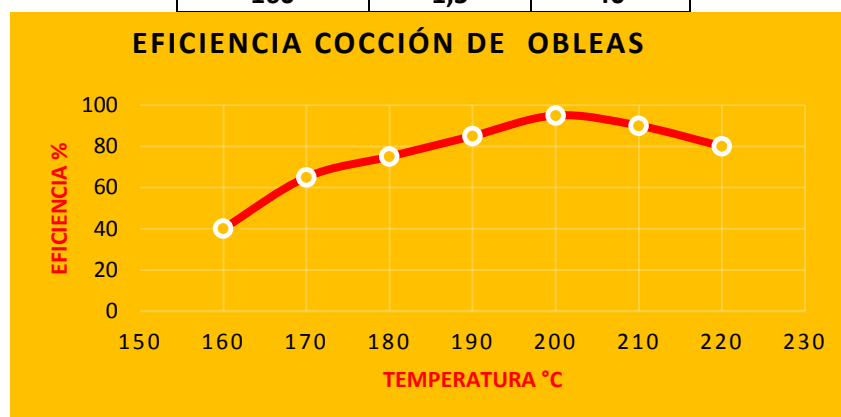


Figura 69: Eficiencia a 1,5 rpm y temperatura de cocción variable

Tabla 11: Datos de eficiencia a 2 rpm y temperatura de cocción variable

TEMPRATURA	VELOCIDAD	EFICIENCIA
°C	RPM	%
220	2	90
210	2	85
200	2	80
190	2	75
180	2	65
170	2	40
160	2	20

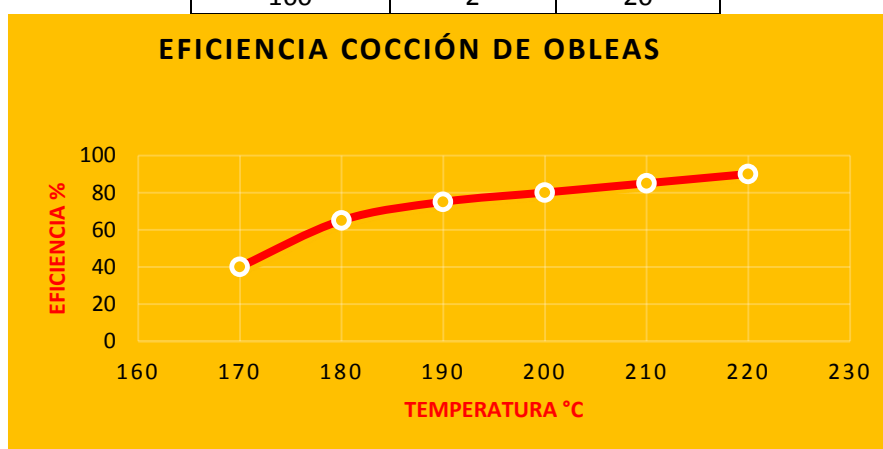


Figura 70: Eficiencia a 2 rpm y temperatura de cocción variable

## 4.2 ANÁLISIS DEL COSTO DEL PROYECTO

Es muy importante realizar un análisis de costos que van a intervenir en el proyecto, donde se podrá diferenciar los costos del sistema manual y automático se tendrán sus beneficios a corto, mediano o largo plazo.

### 4.2.1 COSTOS DIRECTOS

Son todos los materiales que directamente intervienen en el proceso de fabricación.

Tabla 12: Costos directos de fabricación

DETALLE	C/U. (USD)	Cantidad	Valor Total (USD)
PLC SIEMENS S7-1200 CPU 1214C	470	1	470
MODULO SALIDAS DIGITALES SM1222	160	2	320
FUENTE DE PODER LOGO	112	1	112
CAJA O TABLERO ELÉCTRICO 80x60	100	1	100
RIEL STANDARD 1M X 35MM	3,5	2	7
PULSADOR LUZ PILOTO 22MM 24V	4	6	24
TERMINAL PIN ROJO FUNDA	11	1	11
AGARRADERA PIE FUNDA	6	1	6
MANGUERA PARA G.L.P.	1	6	6
TORNILLO TACO FHISER	0,08	4	0,32
TACOS FISHER #10	0,05	4	0,2
BROCA CONCRETO	0,18	2	0,36
PERNOS INOXCIDABLE	0,3	36	10,8
LAMINA DE ACERO INOXIDABLE 304	250	1	250
EJE DE ACERO INOX DE 19in	34	1	34
TUBO CUADRADOS DE HIERRO GRIS(1in)	10	2	20
VARIDOR DE VELOCIDAD	180	1	180
POLEAS 14in	16	2	32
POLEAS DE 2,5in	6	2	12
BANDAS TIPO V A63, A65	13	2	26
CABLE SUCRE(12X4)	2,5	10	25
SOLDADO Y MAQUINADO	2500	1	2500
CHUMACERAS	34	2	68
RODAMIENTOS	2,5	9	22,5
		<b>TOTAL</b>	<b>4237,18</b>



#### 4.2.2 COSTOS INDIRECTOS

Son los que no pueden estar dentro de la producción pero contribuye un costo.

Tabla 13: Costo Indirectos

Detalle	Val. unitario	Cantidad	Val. total
Impresiones	0,05	500	25
Internet	0,6	100	60
Materiales de oficina	10	1	10
Gastos varios	200	1	200
<b>Total</b>			<b>\$ 295</b>

#### 4.2.3 COSTOS TOTAL

Es la sumatoria de los costos indirectos y directos de fabricación

Tabla 14: Costo total

Detalle	Valor total
Costos directos de fabricación	\$ 4237,18
Costo indirectos de fabricación	\$ 295
<b>Total</b>	<b>\$ 4.532,18</b>

#### 4.2.4 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Este nos permitirá determinar la factibilidad del proyecto mediante la valorización de los costos que están interviniendo dentro del proceso.

#### 4.2.5 COSTOS EN EL SISTEMA MANUAL

En la producción manual que se cuenta con una jornada de 8 horas para obtener 20000 conos aproximadamente al mes. Pero se tiene un 10% de pérdida de producto entonces tendremos 18000 conos al mes.

Tabla 15: Costo mano de obra

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN MANO DE OBRA</b>			
DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
<b>Trabajadores</b>	2	370	740
<b>Total</b>			<b>\$ 740</b>

Tabla 16: Costo de producción directo

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DIRECTO</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Materia prima al mes	\$ 450
Materiales directos al mes	\$ 50
<b>Total</b>	<b>\$ 500</b>

Tabla 17: Costo de producción indirecto

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN INDIRECTO</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Materia prima indirecta al mes	\$ 50
Materiales indirectos al mes	\$ 50
<b>Total</b>	<b>\$ 100</b>

En la tabla 18 se muestra el costo de producción en el sistema manual.

Tabla 18: Costo total de producción manual

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA MANUAL</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Mano de obra	\$ 740
Costo de producción directa	\$ 500
Costo de producción indirecta	\$ 100
<b>Total Egresos</b>	<b>\$ 1.340</b>

Tabla 19: Costo total de ingreso de producción

<b>COSTO TOTAL DE INGRESO DEPRODUCCIÓN</b>			
<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
Conos al mes	<b>18000</b>	<b>0,10ctv</b>	<b>1800</b>
<b>Total</b>			<b>1800</b>

Tabla 20: Ganancia o utilidad

<b>UTILIDAD</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Valor total</b>
Costo total ingreso	<b>\$ 1.800</b>
Costo de producción	<b>\$ 1.340</b>
<b>Ganancia o Utilidad</b>	<b>\$ 460</b>

#### 4.2.6 COSTOS EN EL SISTEMA AUTOMÁTICO

La máquina produce 1 cono en 7seg, entonces en producirá aproximadamente 540 conos en una hora. Si la máquina trabajara la 8 horas tendremos 4320 conos al mes se tendrá una producción de 86400 conos aproximadamente a la cantidad producida se le resta un 10% por mala formación, triza miento donde la producción neta se tendrá que es de **77760** conos al mes.

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN MANO DE OBRA</b>			
<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Trabajadores</b>	2	370	\$ 740
<b>Total</b>			<b>\$ 740</b>

Tabla 21: Costo de mano de obra sistema auto mático

Tabla 22: Costo de producción directa sistema automático

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DIRECTO SISTEMA AUTOMATICO</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
MATERIA PRIMA AL MES	\$ 1.000
MATERIALES DIRECTOS AL MES	\$ 50
<b>Total</b>	<b>\$ 1.050</b>

Tabla 23: Costos de productos indirectos sistema automático

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN INDIRECTO SISTEMA AUTOMATICO</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
MATERIA PRIMA INDIRECTA AL MES	\$ 150
MATERIALES INDIRECTOS AL MES	\$ 50
<b>Total</b>	<b>\$ 200</b>

Con los datos de las tablas 21, 22, 23 tendremos costo de producción del sistema automático.

Tabla 24: Costo de producción sistema automático

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN SISTEMA AUTOMÁTICO</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Mano de obra	\$ 740
Costo de producción directa	\$ 1.500
Costo de producción indirecta	\$ 200
<b>Total</b>	<b>\$ 2.440</b>

Tabla 25: Costo de ingreso de producción sistema automático

<b>INGRESO DEL SISTEMA AUTOMATICO</b>			
Detalle	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Conos al mes	77760	0,08	\$ 6.220,80
<b>Total</b>			<b>\$ 6.220,80</b>

Tabla 26: Ganancia o utilidad

<b>UTILIDAD</b>	
Detalle	Valor total
Costos total de ingreso	\$ 6.220,80
Costo de producción	\$ 2.440
<b>Utilidad</b>	<b>\$ 3.780,80</b>

La ganancia obtenida al mes es de \$3780,80 (tres mil setecientos ochenta con ochenta centavos).

### 4.3 PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL PROYECTO

Se determina el tiempo que se tardará en recuperar la inversión del proyecto.

#### 4.3.1 SISTEMA MANUAL

Se tiene un gasto de producción de \$1340, donde también se tiene un índice de pérdida de 10% esto quiere decir que si se produce 20000 conos al mes tendremos 18000 conos

Entonces tendremos:

Total de ingreso conos = 20000

Perdida de producto 10% = 2000

Total de conos producido al mes = total de ingreso – perdida de producción

Total de conos producidos = 20000-2000

Total de conos producidos = 18000.

Ahora cada cono cuesta 0,10ctv. Lo multiplicamos por el total de conos producidos y tendremos:

Total venta= \$1800

Total gasto= \$1340

Ganancia o utilidad = total ventas – total gastos

Ganancia = 1800-1340 luego **GANANCIA = 460**

#### 4.3.2 SISTEMA AUTOMATICO

La máquina produce 1 cono en 7seg, entonces en producirá aproximadamente

86400 conos al mes

Entonces tendremos:

Total de ingreso conos = 86400

Perdida de producto 10% = 8640

Total de conos producido al mes= total de ingreso – perdida de producción

Total de conos producidos= 86400-8640

Total de conos producidos = 77760

Ahora cada cono cuesta 0,08ctv Lo multiplicamos por el total de conos producidos y tendremos

Total venta= \$6220,8

Total gasto= \$ 2440

Ganancia o utilidad = total ventas – total gastos

Ganancia = 6220,80- 2440

**GANANCIA = \$3780,8**

Tabla 27: Diferencia entre los sistemas

<b>DIFERENCIA ENTRE LOS SISTEMAS</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Valor total USD</b>
Sistema manual	\$ 460
Sistema automático	\$ 3.780,80
<b>Diferencia</b>	<b>\$ 3.320,80</b>

Al realizar el análisis de los dos sistemas se tiene una diferencia de \$3320.8 dólares que viene a ser un ingreso favorable.

Podemos decir que es factible implementar el sistema automático se obtiene una ganancia favorable para los productores, dedicados a la fabricación de los conos para helado. A su vez disminuye el riesgo de tener alguna enfermedad, se recuperara la inversión realizada en un periodo de tiempo muy corto.

En 1mes se tiene una ganancia de \$3320.0 y la inversión es de \$ **4.532,18** entonces el tiempo que se recupera la inversión será:

$$X = \frac{4.532,18}{3320} = 1,36$$

El tiempo en recuperar la inversión realizada para la máquina enrolladora de obleas para conos de helados es de dos meses

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1 CONCLUSIONES.

- ❖ La construcción de esta máquina mejoró el proceso de producción de obleas reduciendo el índice de conos defectuosos en un 90 % con respecto al sistema manual.
- ❖ Todas las partes que conforman la máquina cumplen satisfactoriamente las funciones para las cuales fueron diseñadas permitiéndonos tener un producto de mejor calidad y una mejor organización del sistema productivo de la microempresa.
- ❖ Cada una de las piezas construidas se las realizo con la selección de materiales adecuados para el sector alimenticio teniendo así que el 100% de las partes que están en contacto directo con los alimentos son de acero inoxidable.
- ❖ El proceso de fabricación de la máquina se lo realizo siguiendo los paradigmas del diseño mecánico y la experiencia de las personas dedicadas a esta actividad.
- ❖ El sistema motriz de nuestra máquina de obleas cumple con los requerimientos de funcionamiento permitiéndonos un trabajo sin inconvenientes.
- ❖ Se ha logrado alcanzar un incremento del 80 % en la producción permitiéndonos beneficios económicos y laborales.

## 5.2 RECOMENDACIONES.

- ❖ Para obtener un mayor aprovechamiento de calor se recomienda colocar aislante térmico en toda la cubierta de la máquina.
- ❖ Dentro del sistema de gasificación se recomienda usar un racor rotativo de al menos 10 rpm de velocidad.
- ❖ Con la finalidad de mejorar y aprovechar en mejor forma la combustión del G.L.P. se recomienda calibrar adecuadamente los orificios de los aspersores con una sonda estándar.
- ❖ Para la ejecución de estas máquinas se recomienda trabajar con materiales resistente a la oxidación y para las placas de cocción se recomienda trabajar con un espesor mínimo de 10mm para evitar posibles deformaciones por el calor y para aprovechar el almacenamiento térmico que se producen en estas placas.



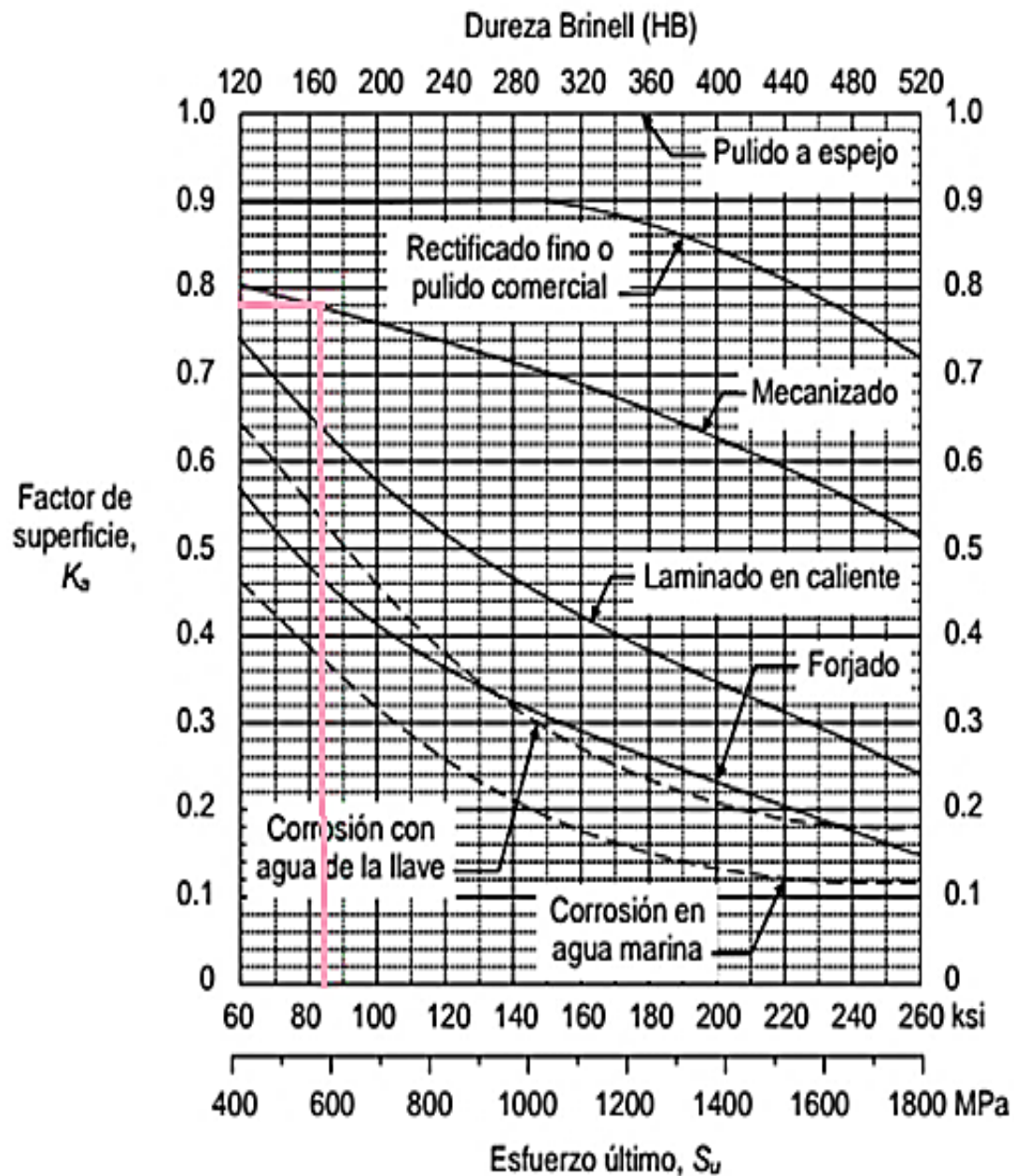
## Bibliografía

- ABB. (2017). *Qué es un variador de frecuencia*. Obtenido de Qué es un variador de frecuencia: <http://new.abb.com/drives/es/que-es-un-variador>
- Academia. (2014). *FACTOR DE SEGURIDAD Y ESFUERZO DE DISEÑO PERMISIBLE (ESFUERZO DE TRABAJO)*. Obtenido de FACTOR DE SEGURIDAD Y ESFUERZO DE DISEÑO PERMISIBLE (ESFUERZO DE TRABAJO): [https://www.academia.edu/23012894/FACTOR\\_DE\\_SEGURIDAD\\_Y\\_ESFUERZO\\_DE\\_DISEÑO\\_PERMISIBLE\\_ESFUERZO\\_DE\\_TRABAJO](https://www.academia.edu/23012894/FACTOR_DE_SEGURIDAD_Y_ESFUERZO_DE_DISEÑO_PERMISIBLE_ESFUERZO_DE_TRABAJO)
- Aprende a preparar tus propios conos para helado, caseros y deliciosos. (07 de 08 de 2015). *Conos caseros para helado (Receta en sartén) | Que Fácil!* Obtenido de Conos caseros para helado (Receta en sartén) | Que Fácil: <https://www.youtube.com/watch?v=xKmtbzjLA5Y>
- Aron D. Deutschman, W. J. (1987). *Diseño de Maquinas*. Mexico: Continental S.A.
- ARQHYS. (2012). Perfiles estructurales. *ARQHYS arquitectura*, 12. Obtenido de <http://www.arqhys.com/construccion/estructurales-perfiles.html>
- Autor. (s.f.).
- Burhoe, B. (s.f.). *Partes de una estufa de gas y sus funciones*. Obtenido de eHow : [http://www.ehow.com/list\\_7570192\\_parts-gas-stove-functions.html](http://www.ehow.com/list_7570192_parts-gas-stove-functions.html)
- CarbonsGoldenMalted. (22 de diciembre de 2009). *How to Make Waffle Cones and Bowls*. Obtenido de How to Make Waffle Cones and Bowls: [https://www.youtube.com/watch?v=aCMm4ZzB\\_cQ](https://www.youtube.com/watch?v=aCMm4ZzB_cQ)
- ClubEnsayos. (16 de Abril de 2015 ). *Proceso Manual, Semiautomatizado Y Automatizado*. Obtenido de Proceso Manual, Semiautomatizado Y Automatizado.: <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Proceso-Manual-Semiautomatizado-Y-Automatizado/2455739.html>
- Comodingelat.com. (2014). *Conos de galleta*. Obtenido de Conos de galleta: <http://comodingelat.com/#>
- Company, S. S. (2016). *Placa de Acero Inoxidable*. Obtenido de Aleación 304H: <https://www.sandmeyersteel.com/spanish/304h.html>
- components, P. (2016). *Componentes eléctricos, mecánicos y electrónicos*. Obtenido de Generadores de chispa: <http://www.piris.com/productos/elementos-de-encendido-para-gas/generadores-de-chispa>
- DeConceptos.com. ( 2017). *Concepto de manual*. Obtenido de Concepto de manual: <https://deconceptos.com/general/manual>
- Dreamstime. (2017). *Huevo y leche de mezcla de la harina para las crepes*. Obtenido de Huevo y leche de mezcla de la harina para las crepes: <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-huevo-y-leche-de-mezcla-de-la-harina-para-las-crepes-image56243261>
- Duff-Norton. (2017). *Série 1600*. Obtenido de Racor giratorio : <http://www.duffnorton.fr/product/serie-1600/>
- Ecuapack. (2017). *Linea de envasado y dosificado*. Obtenido de Linea de envasado y dosificado: <http://ecuapack.com/linea-ensado-dosificado.html>
- Engineers, R. (17 de febrero de 2014). *RS TT Series*. Obtenido de RS TT Series: [https://www.youtube.com/watch?v=iDG\\_iASaUEo](https://www.youtube.com/watch?v=iDG_iASaUEo)
- exquisito, D. I. (2017 ). *Gastronomía*. Obtenido de De lo exquisito | El barquillo: <http://deloexquisito.com/2017/05/15/de-lo-exquisito-el-barquillo/>
- Extra, E. d. (Domingo 6 de Agosto de 2017 ). *Diversos*. Obtenido de Obleas de tradición: <http://bucaramanga.extra.com.co/clasificados/diversos/obleas-de-tradicion-332930>

- Faires, V. M. (1995). *Diseño de elementos de máquina*. Barcelona: Mantaner y Simon S.A.
- Gonzalez, M. (2013). *MAQUINAS PARA FABRICAR CUBANITOS*. Obtenido de MAQUINAS PARA FABRICAR CUBANITOS: <http://www.maquinariasgonzalez.com/?product=maquina-para-fabricar-cubanitos>
- Hernandez, D. (22 de diciembre de 2015). *El mundo no ha comprendido que las marquesitas yucatecas son una joya culinaria*. Obtenido de El mundo no ha comprendido que las marquesitas yucatecas son una joya culinaria: <https://munchies.vice.com/es/article/ypxqeg/el-mundo-no-ha-comprendido-que-las-marquesitas-yucatecas-son-una-joya-culinaria>
- Leyensetter, A. (1984). *Tecnología de los oficios metalúrgicos*. España: Reverte, S.A.
- LIGHT, G. (2016). *MCB SIEMENS*. Obtenido de MCB SIEMENS: <http://glight168.com/en/pdetail/view/27>
- LinkedIn SlideShare. (12 de 07 de 2013). *Taller equipos y herramientas de cocina*. Obtenido de LinkedIn SlideShare: [http://es.slideshare.net/adrianaher/taller-equipos-y-herramientas-de-cocina?next\\_slideshow=1](http://es.slideshare.net/adrianaher/taller-equipos-y-herramientas-de-cocina?next_slideshow=1)
- Los Sabios De La Tecnología. (15 de 08 de 2012). *HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA ESTUFA*. Obtenido de Los Sabios De La Tecnología: <http://lostecnologico.blogspot.com/>
- Lumaran, B. (18 de noviembre de 2014). *Barquillos Lumaran*. Obtenido de Elaboración artesanal de barquillos hechos en Lanjarón: <https://www.youtube.com/watch?v=yakCgjENggo>
- maquinasanka321. (24 de julio de 2012). *MAQUINA DE PRODUCCIÓN DE OBLEAS REF.1*. Obtenido de MAQUINA DE PRODUCCIÓN DE OBLEAS REF.1: <https://www.youtube.com/watch?v=xUUzW5AOfUQ>
- MCS, M. (7 de agosto de 2010). *cascao para sorvete/enrolador duplo*. Obtenido de cascao para sorvete/enrolador duplo: <https://www.youtube.com/watch?v=3m4FMs-epY8>
- MCS, M. (2017). *Forno para produção Casquinha Borda Reta*. Obtenido de <http://www.mcsmaquinas.com.br/>
- Mejisa mectufry. (s.f.). *MÁQUINA PARA HELADOS - BARQUILLERA H-B*. Obtenido de MÁQUINA PARA HELADOS - BARQUILLERA H-B: <http://mejisa.com/es/maquina-para-helados-barquilleras-h-b>
- Mott, R. L. (1992). *Diseño de elementos de máquina*. Mexico: PRENTICHE HALL HISPANOAMERICANA, S.A.
- Mott, R. L. (1995). *Diseño de elementos de máquinas*. México: HispanoAmericano S.A.
- Nisbett, R. G. (2012). *Diseño en ingeniería mecánica de shigley*. C.P. 01376, México, D.F.: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Norton, R. L. (1995). *Diseño de maquinaria*. Mexico D.F.: Programas Educativos S.A.
- NUTRICION, I. D. (21 de FEBRERO de 2010). *07 HELADOS*. Obtenido de LA HISTORIA DEL HELADO: <https://alimentos.blogia.com/temas/07-helados/>
- OBLEAS ARTESANAS, Y. (s.f.). *Blog Obleas Yonata Producto Calidad Artesanal*. Obtenido de Obleas con Arequipe: <http://obleasyonata.com/blog-obleas-yonata-producto-calidad-artesanal/>
- PEREIRA, M. –U. (26 de Julio de 2012). *Aceros inoxidables*. Obtenido de Aceros inoxidables: <http://blog.utp.edu.co/metalografia/7-aceros-inoxidables/>
- QUEMADOR, a. (2012). *EQUIPOS TÉRMICOS INDUSTRIALES A MEDIDA*. Obtenido de EQUIPOS TÉRMICOS INDUSTRIALES A MEDIDA:

- [http://www.quemadoraem.es/quemador/accesorios\\_quemadores\\_y\\_panoplias/to\\_da\\_gama\\_quemadores\\_aem\\_28/index.html](http://www.quemadoraem.es/quemador/accesorios_quemadores_y_panoplias/to_da_gama_quemadores_aem_28/index.html)
- S.A., I. (Copyright 2013). TRANSMICION DE POTENCIA. *POLEAS EN "V"*, 112.
- S.A.S, F. G. (2016). *PERFILERÍA ESTRUCTURAL ÁNGULOS DE ALAS IGUALES*. Obtenido de PERFILERÍA ESTRUCTURAL ÁNGULOS DE ALAS IGUALES: <http://www.ferrocortes.com.co/category/lineas/perfileria/angulos/>
- S.p.a., C. (1961 - 2017 ). *Termostato de inmersión*. Obtenido de Termostato de inmersión: <https://www.caleffi.com/spain/es/catalogue/termostato-de-inmersion-622000>
- sabelotodo. org. (s.f.). *corrosion de metales*. Obtenido de *corrosion de metales*: <http://www.sabelotodo.org/metalurgia/corrosion.html>
- Siemens. (2013). Convertidor Sinamics V20. *Instrucciones de servicio*.
- Siemens. (2016). Siemens data sheet 3RV2011- 1FA10. *Siemens data sheet 3RV2011-1FA10*.
- Siemens, A. (2011). Accesorios para LOGO! *LOGO! Ahora 2 igual de geniales*, <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/LOGOOBA7-Folleto.pdf>.
- Sirvent, T. (2017). *CÓMO HACER CUCURUCHOS PARA HELADO*. Obtenido de *CÓMO HACER CUCURUCHOS PARA HELADO*: <http://turronessirvent.com/como-hacer-cucuruchos-para-helado/>
- Stguitars.com. (20 de march de 2017). *Tipos de conos*. Obtenido de *Tipos de conos*: <http://www.stguitars.com/Gwg6EBpxB/>
- Thinkstock. (2017). *Panel frontal de electrónica moderna cocina horno de acero inoxidable*. Obtenido de *Panel frontal de electrónica moderna cocina horno de acero inoxidable*: <http://www.thinkstockphotos.es/image/foto-de-stock-electronic-front-panel-of-modern-stainless/537468043>
- Unifiller. (2017). *Pro 2000i Low Level with Agitator*. Obtenido de *Pro 2000i Low Level with Agitator*: <https://www.unifiller.com/food-machine/pro-2000-ii>
- URIARTE, J. M. (2010-201). *SISTEMAS AUTOMÁTICOS Y DE CONTROL*. Obtenido de *SISTEMAS AUTOMÁTICOS Y DE CONTROL*: <http://ieshuelin.com/huelinwp/download/Tecnologia/Tecnologia%20industrial/3-SISTEMAS-DE-CONTROL-AUTOMaTICO.pdf>
- Vago, E. R. ( 2014). *Máquinas simples*. Obtenido de *Máquinas simples*.
- WordPress.com. (25 de octubre de 2012). *Maquina Batidora Industrial en Managua 50 Lts para Panaderia*. Obtenido de *Maquina Batidora Industrial en Managua 50 Lts para Panaderia*: <https://ingresovirtual.wordpress.com/2012/10/25/maquina-batidora-industrial-en-managua-50-lts-para-panaderia/>
- WordPress.com., B. d. (19 de mayo de 2014). *Historia del Cono de Helados*. Obtenido de *Historia del Cono de Helados*: <https://elcuchillosinfilo.wordpress.com/tag/historia-del-cono-de-helados/>
- Zeng, M. (14 de julio de 2015). *Sugar rolled cone baking machine*. Obtenido de *Sugar rolled cone baking machine*: [https://www.youtube.com/watch?v=PHnnXuU\\_F8Y](https://www.youtube.com/watch?v=PHnnXuU_F8Y)

# ANEXOS

ANEXO A: DATO PARA ENCONTRAR EL VALOR DE  $K_a$ 

Factores de superficie para el acero. Fuente: Juvinall . Pueden aplicarse a otros metales dúctiles, pero como valores aproximados

## ANEXO B: PROPIEDADES DEL MATERIAL ACERO INOXIDABLE

Tabla A-22

Resultados de ensayos a la tensión de algunos metales\* Fuente: J. Datsko, "Solid Materials," capítulo 32, en Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke y Thomas H. Brown, Jr. (editores en jefe). *Standard Handbook of Machine Design*, 3a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 2004, pp. 32.49-32.52.


Número	Material	Condición	Resistencia (a la tensión)					Resistencia a la deformación, exponente $m$	Resistencia a la fractura $\sigma_f$
			Fluencia $S_y$	Última $S_U$	A la fractura, $\sigma_f$	Coefficiente $\sigma_0$			
			MPa (kpsi)	MPa (kpsi)	MPa (kpsi)	MPa (kpsi)			
1018	Acero	Recocido	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1) <sup>†</sup>	620 (90.0)	0.25	1.05	
1144	Acero	Recocido	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130) <sup>†</sup>	992 (144)	0.14	0.49	
1212	Acero	HR	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106) <sup>†</sup>	758 (110)	0.24	0.85	
1045	Acero	TyR 600°F	1520 (220)	1580 (230)	2380 (345)	1880 (273) <sup>†</sup>	0.041	0.81	
4142	Acero	TyR 600°F	1720 (250)	1930 (210)	2340 (340)	1760 (255) <sup>†</sup>	0.048	0.43	
303	Acero inoxidable	Recocido	241 (35.0)	601 (87.3)	1520 (221) <sup>†</sup>	1410 (205)	0.51	1.16	
<del>304</del>	<del>Acero inoxidable</del>	<del>Recocido</del>	<del>276 (40.0)</del>	<del>568 (82.4)</del>	<del>1600 (233)</del>	<del>1270 (185)</del>	<del>0.24</del>	<del>0.67</del>	
2011	Aleación de aluminio	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2) <sup>†</sup>	620 (90)	0.28	0.10	
2024	Aleación de aluminio	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3) <sup>†</sup>	689 (100)	0.15	0.18	
7075	Aluminum aluminio	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102) <sup>†</sup>	882 (128)	0.13	0.18	

\* Los valores se tomaron de una o dos coladas y se considera que pueden obtenerse usando especificaciones de compra. La deformación por fractura puede variar hasta en 100%.


<sup>†</sup> Valor derivado.

ANEXO C1: CARACTERÍSTICAS PLANCHA DE ACERO INOXIDABLE

AISI 304



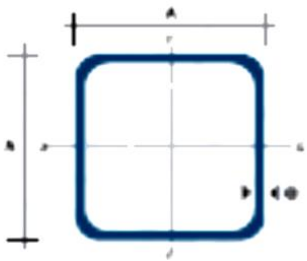
## TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO



### Especificaciones Generales

**Grado** AISI 304  
**Acabamiento** Negro o Galvanizado  
**Longi. Normal** 4.00 m  
**Otras Longis** Previa Consulta  
**Dimensiones** Desde 30.30 mm a 305.00 mm  
**Espesor** Desde 1.33 mm a 9.00 mm

TUBERIA



Dimensiones			Area		Clas. K-Ks-Y-Y		
a mm	Espeor mm (g)	Peso kg/m	Area cm <sup>2</sup>	B cm <sup>2</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm <sup>4</sup>	
20	1,2	0,72	0,96	0,61	6,53	0,77	
20	1,5	0,90	1,20	0,68	6,48	0,74	
20	2,0	1,20	1,60	0,85	6,49	0,70	
25	1,2	0,90	1,24	1,08	6,97	0,87	
25	1,5	1,13	1,56	1,21	6,97	0,85	
25	2,0	1,50	1,74	1,46	7,19	0,90	
30	1,2	0,90	1,38	1,41	7,75	0,98	
30	1,5	1,13	1,68	1,58	7,65	0,98	
30	2,0	1,50	2,14	2,11	7,87	1,03	
40	1,2	0,90	1,80	2,08	8,19	1,05	
40	1,5	1,13	2,25	2,46	8,14	1,05	
40	2,0	1,50	2,84	3,01	8,45	1,09	
40	3,0	2,25	4,04	4,30	8,19	1,07	
50	1,5	1,13	2,25	2,80	9,40	1,17	
50	2,0	1,50	3,24	3,74	9,85	1,24	
50	3,0	2,25	4,50	4,81	10,20	1,28	
60	2,0	1,50	3,74	4,20	10,20	1,28	
60	3,0	2,25	5,40	5,50	10,20	1,28	
70	2,0	1,50	4,74	5,24	10,98	1,37	
70	3,0	2,25	6,75	6,61	11,24	1,39	
70	4,0	3,00	10,80	8,98	10,20	1,28	
100	3,0	2,25	7,24	10,00	24,20	1,34	
100	5,0	3,75	11,41	17,00	30,20	1,34	
150	4,0	3,00	14,25	20,00	45,00	1,34	
150	6,0	4,50	21,30	27,00	45,00	1,34	

www.dipacmeta.com

## ANEXO C2: VARILLAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 304



## EJES ACERO INOXIDABLE

### Especificaciones Generales

<b>Materia</b>	AISI 304
<b>Dureza HB</b>	249-278
<b>Módulo de elasticidad</b>	225 N/mm <sup>2</sup>
<b>Aplicaciones</b>	INDUSTRIAS ALIMENTICIAS, CERVECERÍA, ALICATORIA, ALIMENTICIA, UTENSILIOS DOMESTICOS INDUSTRIA DEL CUERO FARMACEUTICA, DENTAL, ETC...



### DIMENSIONES

DIAMETRO	LONGITUD
3/16"	6m.
1/4"	6m.
5/16"	6m.
3/8"	6m.
1/2"	6m.
5/8"	6m.
3/4"	6m.
1"	6m.
1-1/4"	6m.
1-1/2"	6m.
2"	6m.
2-1/2"	6m.
3"	6m.
3-1/2"	6m.
4"	6m.
5"	6m.
6"	6m.

### PROPIEDADES QUÍMICAS

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0,08	0 - 1	0 - 2	0 - 0,045	0 - 0,03	8 - 10,5	18 - 20



## ANEXO C3: TUBO CUADRADO DE ACERO INOXIDABLE AISI 304



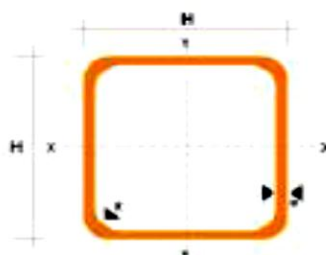
## TUBO CUADRADO EN ACERO INOXIDABLE

### Especificaciones Generales

<b>Acero</b>	AISI 304
<b>Largo normal</b>	6.00m
<b>Otros largos</b>	Previa consulta
<b>Dimensiones</b>	Desde 1/2" hasta 2"
<b>Espeor</b>	Desde 0.60mm hasta 2.00mm



Pulgadas	DIMENSIONES		PESO Kg/m	AREA	EJES X-X E Y-Y		
	H	a		A	I	W	I
	mm	mm		cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
1/2	12	0.60	1.32	0.27	0.06	0.10	0.47
		0.75	1.86	0.32	0.07	0.12	0.47
		0.95	2.26	0.40	0.08	0.13	0.45
5/8	16	0.60	1.74	0.35	0.12	0.16	0.59
		0.75	2.16	0.41	0.14	0.19	0.55
		0.95	2.70	0.51	0.16	0.21	0.56
3/4	20	0.60	2.22	0.47	0.29	0.29	0.79
		0.75	2.88	0.56	0.34	0.34	0.78
		0.95	3.60	0.70	0.41	0.41	0.77
		1.10	4.20	0.80	0.47	0.47	0.77
		1.50	5.64	1.05	0.58	0.58	0.74
1	25	0.75	3.60	0.71	0.68	0.55	0.99
		0.95	4.50	0.89	0.84	0.67	0.97
		1.10	5.22	1.00	0.95	0.76	0.97
		1.50	7.08	1.35	1.21	0.97	0.95
1 1/4	30	0.95	5.40	1.06	1.50	1.00	1.18
		1.10	6.24	1.24	1.70	1.13	1.17
		1.50	8.46	1.60	2.18	1.47	1.15
1 1/2	40	0.95	7.20	1.46	3.60	1.54	1.59
		1.10	8.34	1.68	4.20	2.10	1.58
		1.50	11.28	2.25	5.48	2.74	1.55
2	50	1.50	14.04	2.65	11.05	4.42	1.97



#### NOMENCLATURA

- **A** Area de la relación transversal del tubo, cm<sup>2</sup>
- **I** Momento de inercia de la sección, cm<sup>4</sup>
- **W** Módulo resistente de la sección, cm<sup>3</sup>
- **a** Radio de giro de la sección, cm

## ANEXO D: TUBO VALORES NORMALIZADOS CABLES A.W.G

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Número espiras por cm.	Kg. por Km.	Resistencia (Ohm/Km.)	Capacidad (A)
0000	11,86	107,2			0,158	319
000	10,40	85,3			0,197	240
00	9,226	67,43			0,252	190
0	8,252	53,48			0,317	150
1	7,348	42,41		375	1,40	120
2	6,544	33,63		295	1,50	96
3	5,827	26,67		237	1,63	78
4	5,189	21,15		188	0,80	60
5	4,621	16,77		149	1,01	48
6	4,115	13,30		118	1,27	38
7	3,665	10,55		94	1,70	30
8	3,264	8,36		74	2,03	24
9	2,906	6,63		58,9	2,56	19
10	2,588	5,26		46,8	3,23	15
11	2,305	4,17		32,1	4,07	12
12	2,053	3,31		29,4	5,13	9,5
13	1,828	2,63		23,3	6,49	7,5
14	1,628	2,08	5,6	18,5	8,17	6,0
15	1,450	1,65	8,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	1,31	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,150	1,04	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	0,82	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	0,65	10,2	5,79	26,15	2,0
20	0,8118	0,52	11,6	4,61	32,69	1,6
21	0,7230	0,41	12,8	3,64	41,46	1,2
22	0,6438	0,33	14,4	2,89	51,5	0,92
23	0,5733	0,26	16,0	2,29	66,4	0,73
24	0,5106	0,20	18,0	1,82	85,0	0,58
25	0,4547	0,16	20,0	1,44	106,2	0,46
26	0,4049	0,13	22,8	1,14	130,7	0,37
27	0,3606	0,10	25,6	0,91	170,0	0,29
28	0,3211	0,08	28,4	0,72	212,5	0,23
29	0,2859	0,064	32,4	0,57	265,6	0,18
30	0,2546	0,051	35,6	0,45	333,3	0,15
31	0,2268	0,040	39,8	0,36	425,0	0,11
32	0,2019	0,032	44,5	0,28	531,2	0,09
33	0,1798	0,0254	56,0	0,23	669,3	0,072
34	0,1601	0,0201	56,0	0,18	845,8	0,057
35	0,1426	0,0159	62,3	0,14	1069,0	0,045
36	0,1270	0,0127	69,0	0,10	1338,0	0,036
37	0,1131	0,0100	78,0	0,089	1700,0	0,028
38	0,1007	0,0079	82,3	0,070	2152,0	0,022
39	0,0897	0,0063	97,5	0,056	2696,0	0,017
40	0,0799	0,0050	111,0	0,044	3400,0	0,014
41	0,0711	0,0040	126,8	0,035	4250,0	0,011
42	0,0633	0,0032	138,9	0,028	5312,0	0,009
43	0,0564	0,0025	156,4	0,022	6800,0	0,007
44	0,0503	0,0020	169,7	0,018	8500,0	0,005

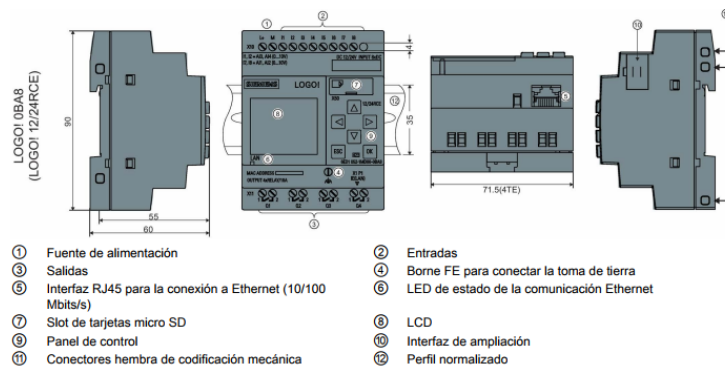
## ANEXO E: DATOS DEL PLC LOGO 8 12/24RCE DATOS DEL PLC LOGO 8 12/24RCE

### LOGO! Technical Data

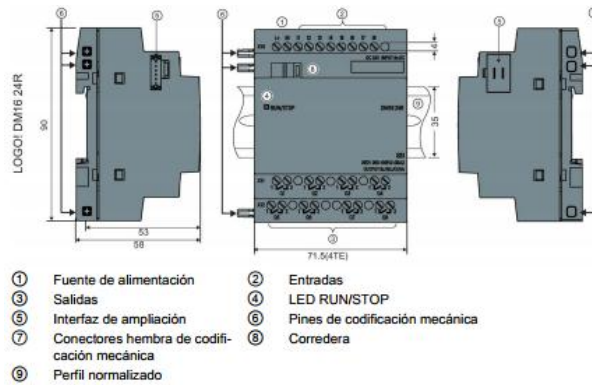


LOGO! 8 Basic				
	LOGO! 24RCE	LOGO! 12/24RCE	LOGO! 24RCE	LOGO! 230RCE
Inputs	8	8	8	8
of which can be used in analog mode	4 (0 to 10 V)	4 (0 to 10 V)	–	–
Input/supply voltage	24 V DC	12...24 V DC	24 V AC/DC	115...230 V AC/DC
Permissible range	20.4...28.8 V DC	10.8 V...28.8 V DC	20.4 V AC to 26.4 V AC 20.4 V DC to 28.8 V DC	85 V AC to 265 V AC 100 V DC to 253 V DC
Outputs	4; transistors	4; relays	4; relays	4; relays
Continuous current	0.3 A	10 A with resistive load; 3 A with inductive load	10 A with resistive load; 3 A with inductive load	10 A with resistive load; 3 A with inductive load
Short-circuit protection	Electronic (approx. 1 A)	External fuse required	External fuse required	External fuse required
Switching frequency	10 Hz	2 Hz with resistive load; 0.5 Hz with inductive load	2 Hz with resistive load; 0.5 Hz with inductive load	2 Hz with resistive load; 0.5 Hz with inductive load
Cycle time	< 0.1 ms/function	< 0.1 ms/function	< 0.1 ms/function	< 0.1 ms/function
Display	Yes	Yes	Yes	Yes
Integrated time switched power reserve	Yes / typ. 20 days	Yes / typ. 20 days	Yes / typ. 20 days	Yes / typ. 20 days
Connection cables	2 x 1.5 mm <sup>2</sup> or 1 x 2.5 mm <sup>2</sup>	2 x 1.5 mm <sup>2</sup> or 1 x 2.5 mm <sup>2</sup>	2 x 1.5 mm <sup>2</sup> or 1 x 2.5 mm <sup>2</sup>	2 x 1.5 mm <sup>2</sup> or 1 x 2.5 mm <sup>2</sup>
Ambient temperature	0 to + 55 °C	0 to + 55 °C	0 to + 55 °C	0 to + 55 °C
Storage temperature	– 40 °C to + 70 °C	– 40 °C to + 70 °C	– 40 °C to + 70 °C	– 40 °C to + 70 °C
Emitted interference	In accordance with EN 55011 (limit class B)	In accordance with EN 55011 (limit class B)	In accordance with EN 55011 (limit class B)	In accordance with EN 55011 (limit class B)
Degree of protection	IP20	IP20	IP20	IP20
Certification	CSA, UL, FM, IEC 61131, VDE 0631, marine approvals	CSA, UL, FM, IEC 61131, VDE 0631, marine approvals	CSA, UL, FM, IEC 61131, VDE 0631, marine approvals	CSA, UL, FM, IEC 61131, VDE 0631, marine approvals
Mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide, or wall mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide, or wall mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide, or wall mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide, or wall mounting
Dimensions (W x H x D)	71.5 (4 MW) x 90 x 60 mm	71.5 (4 MW) x 90 x 60 mm	71.5 (4 MW) x 90 x 60 mm	71.5 (4 MW) x 90 x 60 mm
Programming cable	Ethernet	Ethernet	Ethernet	Ethernet

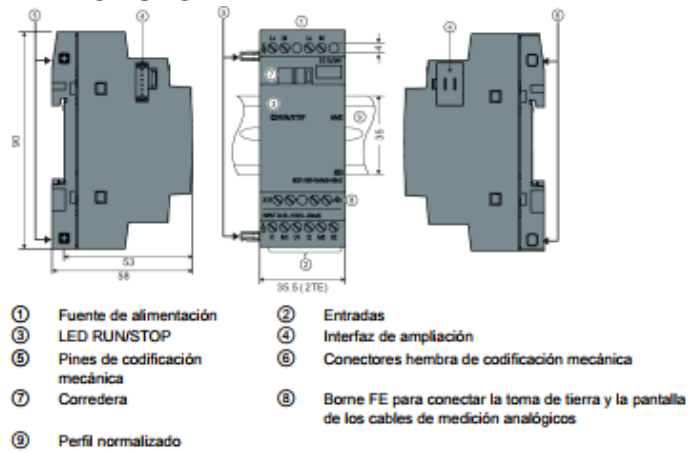
## ANEXO F: DATOS DEL PLC LOGO 8 12/24RCE



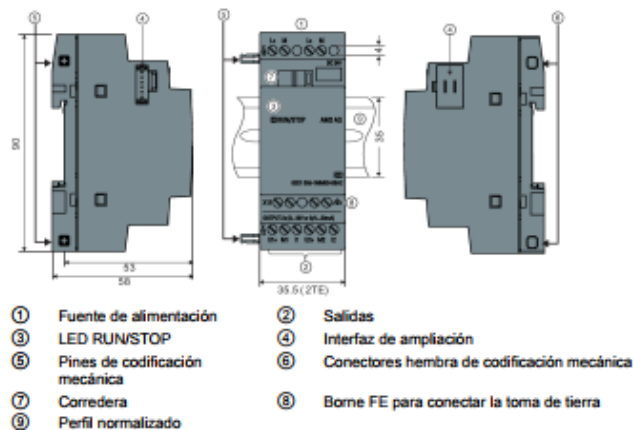
## ESTRUCTURA DEL MODULO DM1624



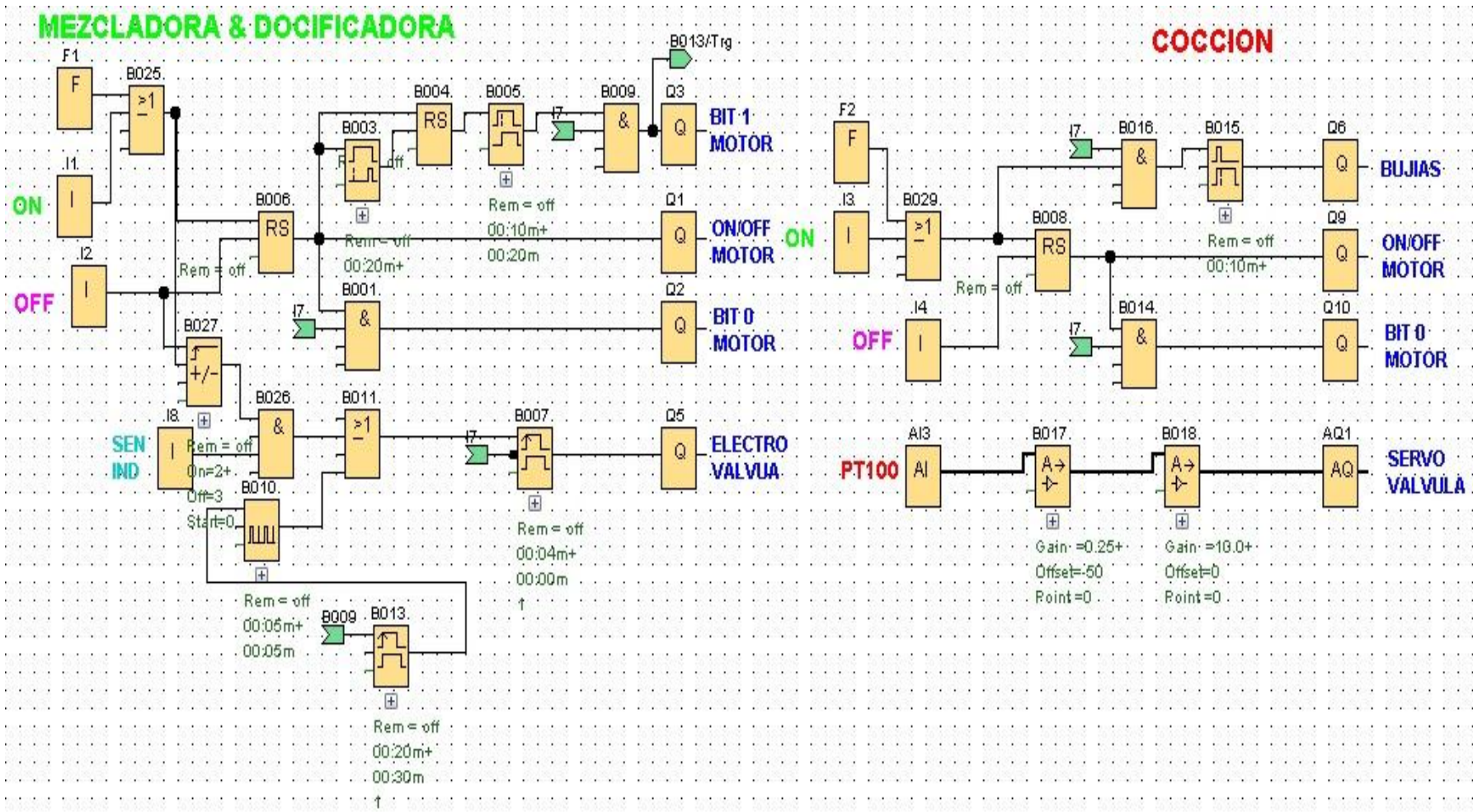
## ESTRUCTURA DEL MODULO AM2



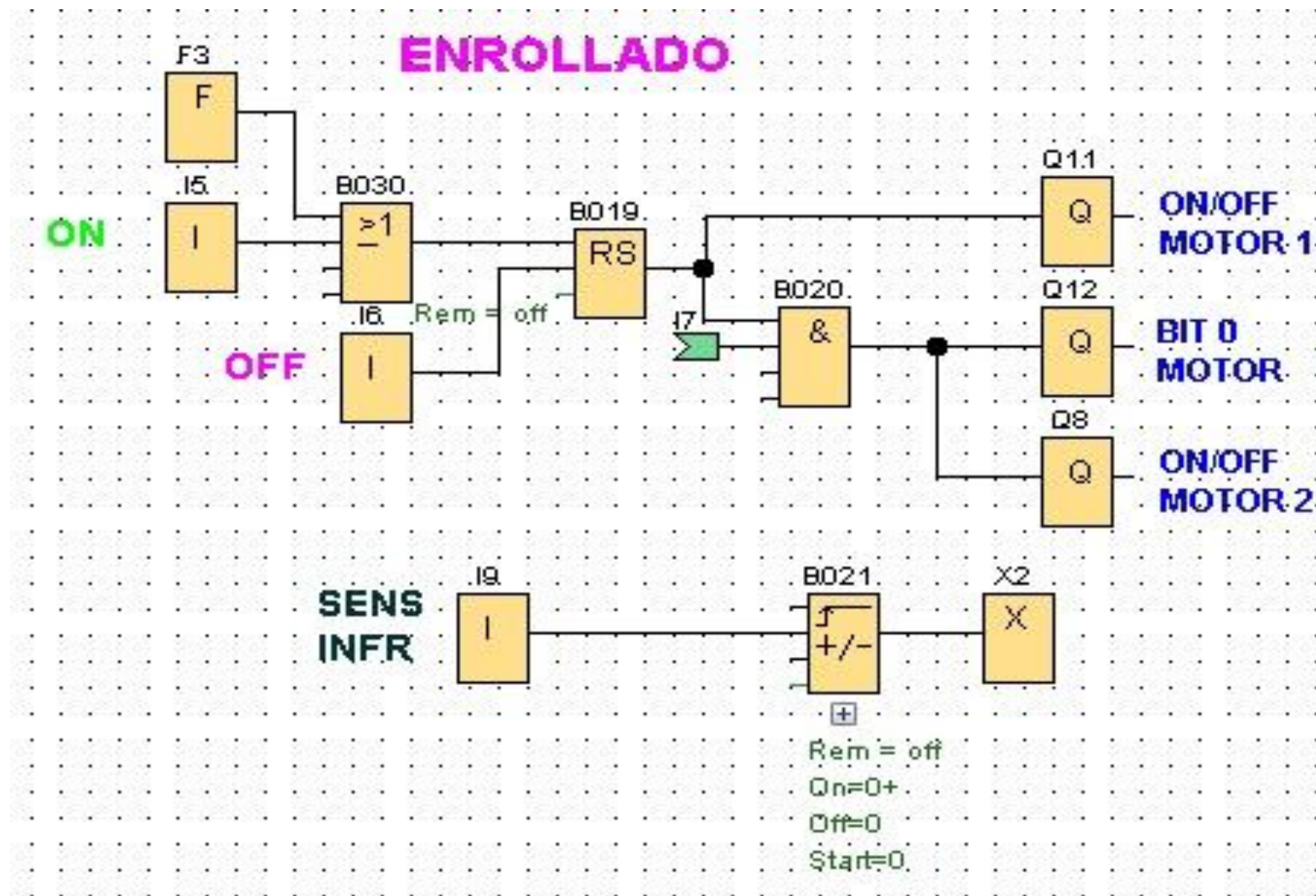
### LOGO AM2 AQ (0 ... 10 V DC o 0/4 ... 20 mA)



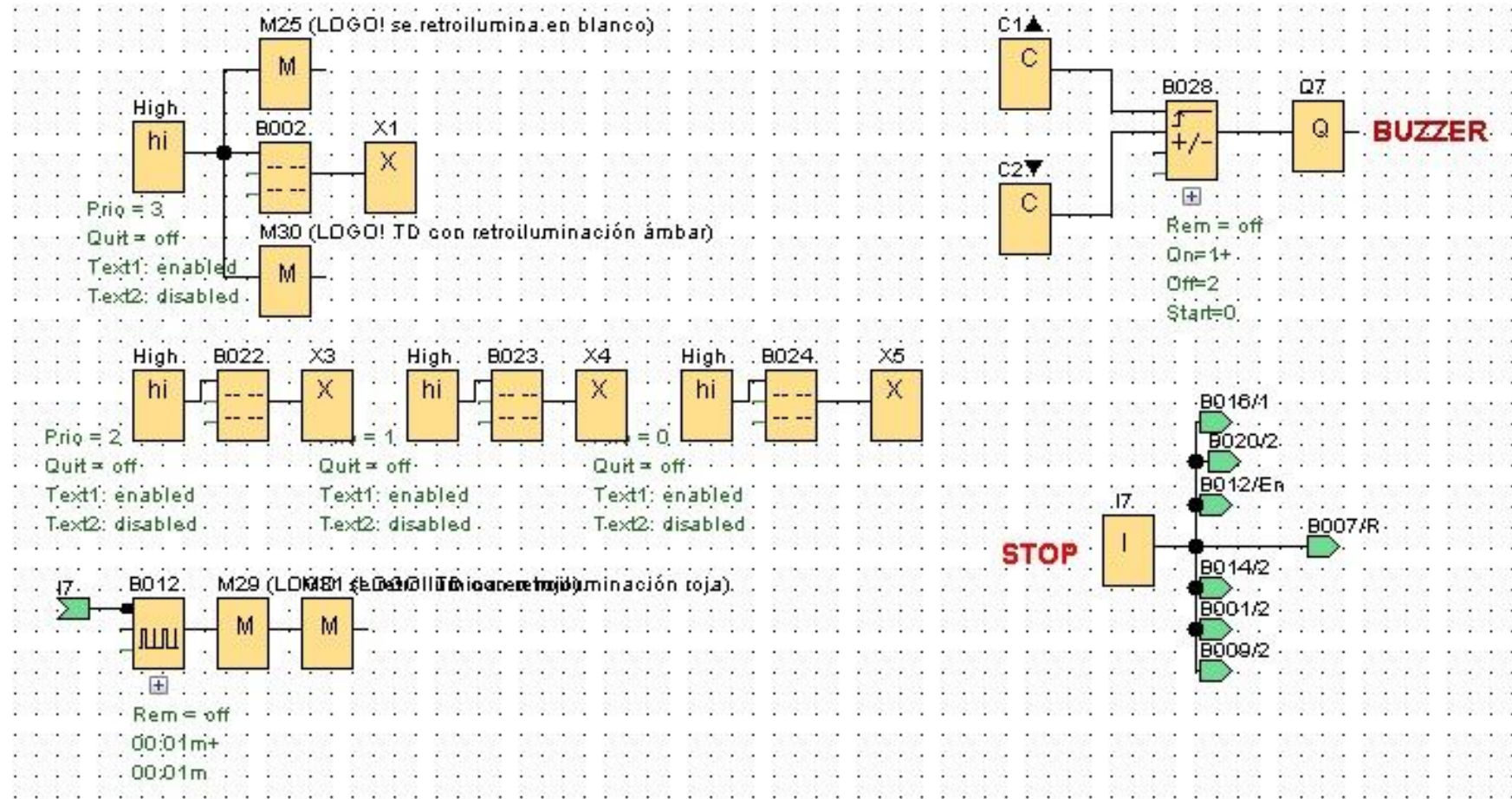
ANEXO G1: PROGRAMA DEL SISTEMA



## ANEXO G2: PROGRAMA DEL SISTEMA ENROLLADO

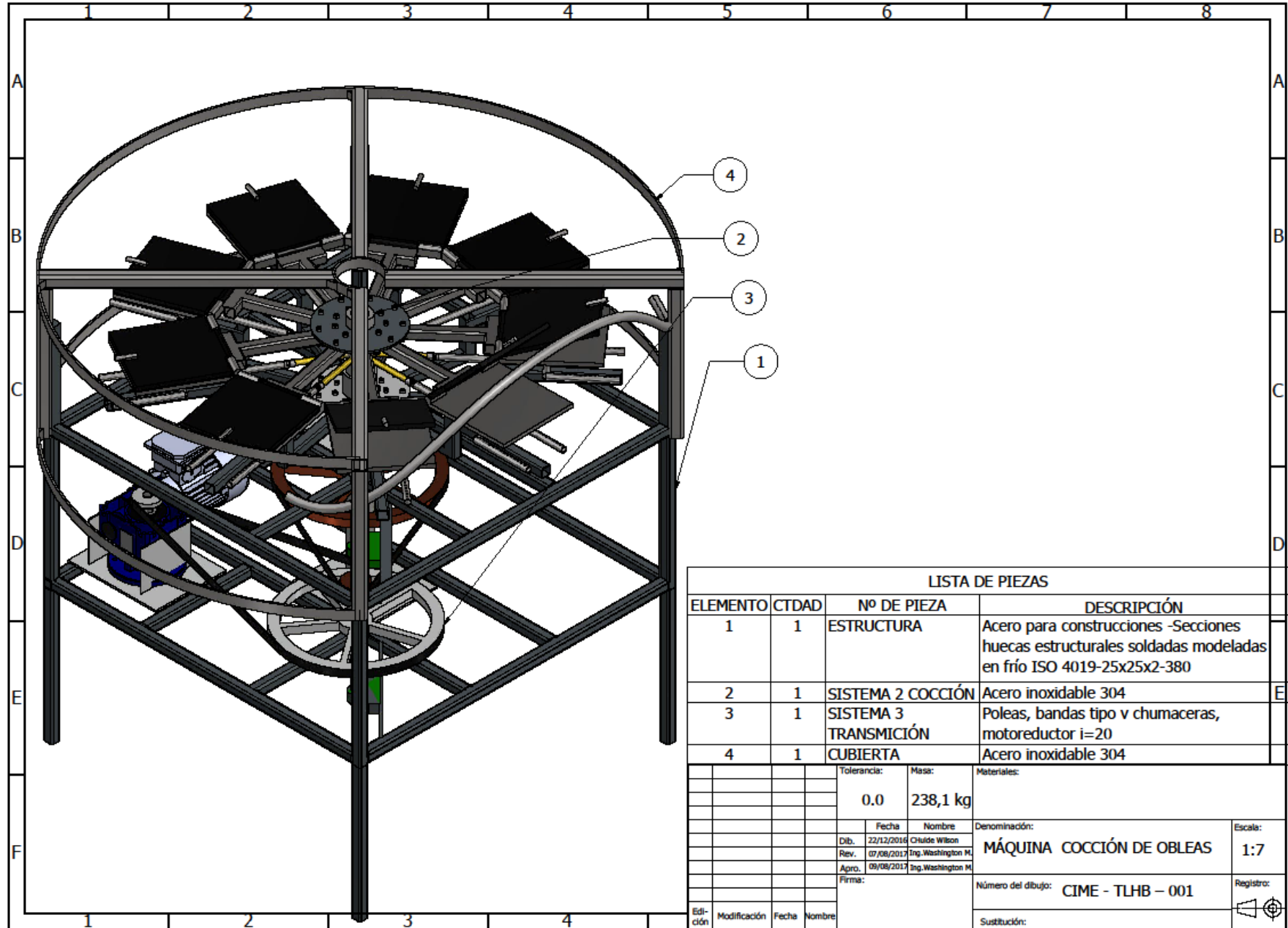


### ANEXO G3: PROGRAMAS DEL SISTEMA SENSORES



# PLANOS MECÁNICOS

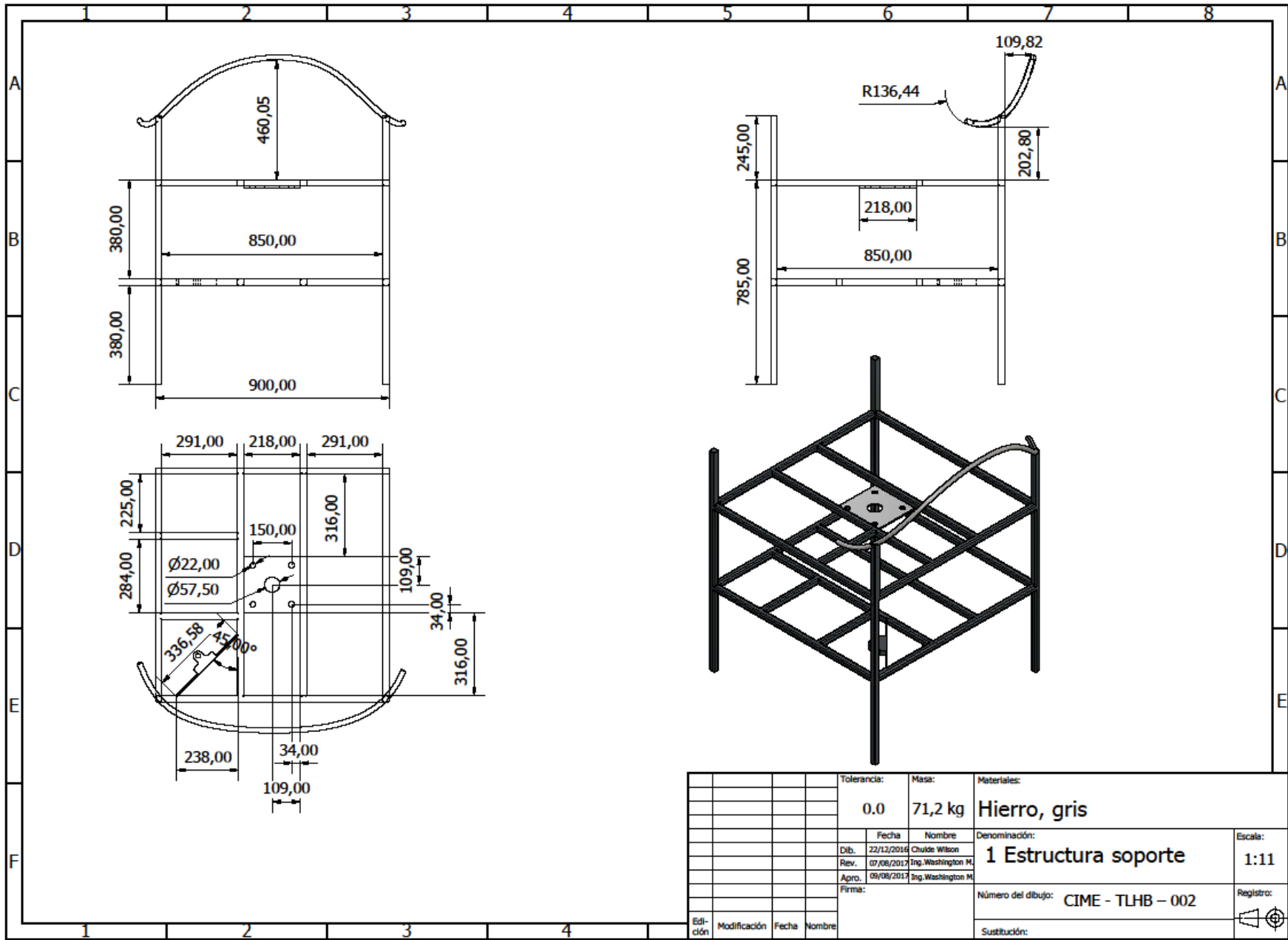




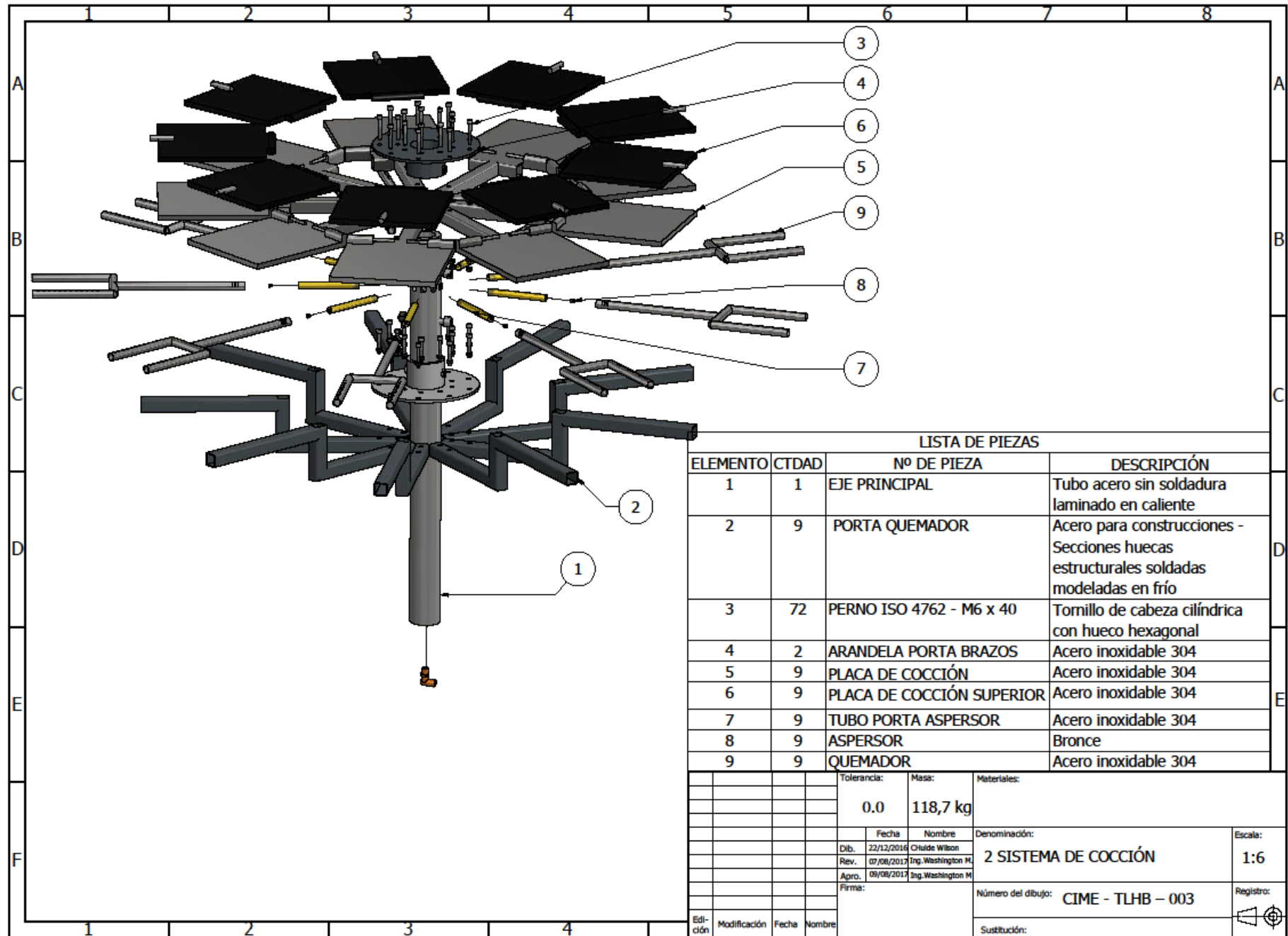
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	ESTRUCTURA	Acero para construcciones -Secciones huecas estructurales soldadas modeladas en frío ISO 4019-25x25x2-380
2	1	SISTEMA 2 COCCIÓN	Acero inoxidable 304
3	1	SISTEMA 3 TRANSMICIÓN	Poleas, bandas tipo v chumaceras, motoreductor i=20
4	1	CUBIERTA	Acero inoxidable 304

Tolerancia:		Masa:		Materiales:	
0.0		238,1 kg			
Fecha		Nombre		Denominación:	
Dib. 22/12/2016		Childe Wilson		MÁQUINA COCCIÓN DE OBLEAS	
Rev. 07/08/2017		Ing. Washington M.		Escala: 1:7	
Apro. 09/08/2017		Ing. Washington M.		Número del dibujo: CIME - TLHB - 001	
Firma:				Registro:	
Edición		Modificación		Fecha	
				Sustitución:	



				Tolerancia:	Masa:	Materiales:			
				0.0	71,2 kg	Hierro, gris			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:	
				22/12/2016	Chulde Wilson	1 Estructura soporte		1:11	
				Rev.	Ing. Washington M.				
				07/08/2017					
				Apro.	Ing. Washington M.				
				09/08/2017					
				Firma:			Número del dibujo: CIME - TLHB - 002		Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:			



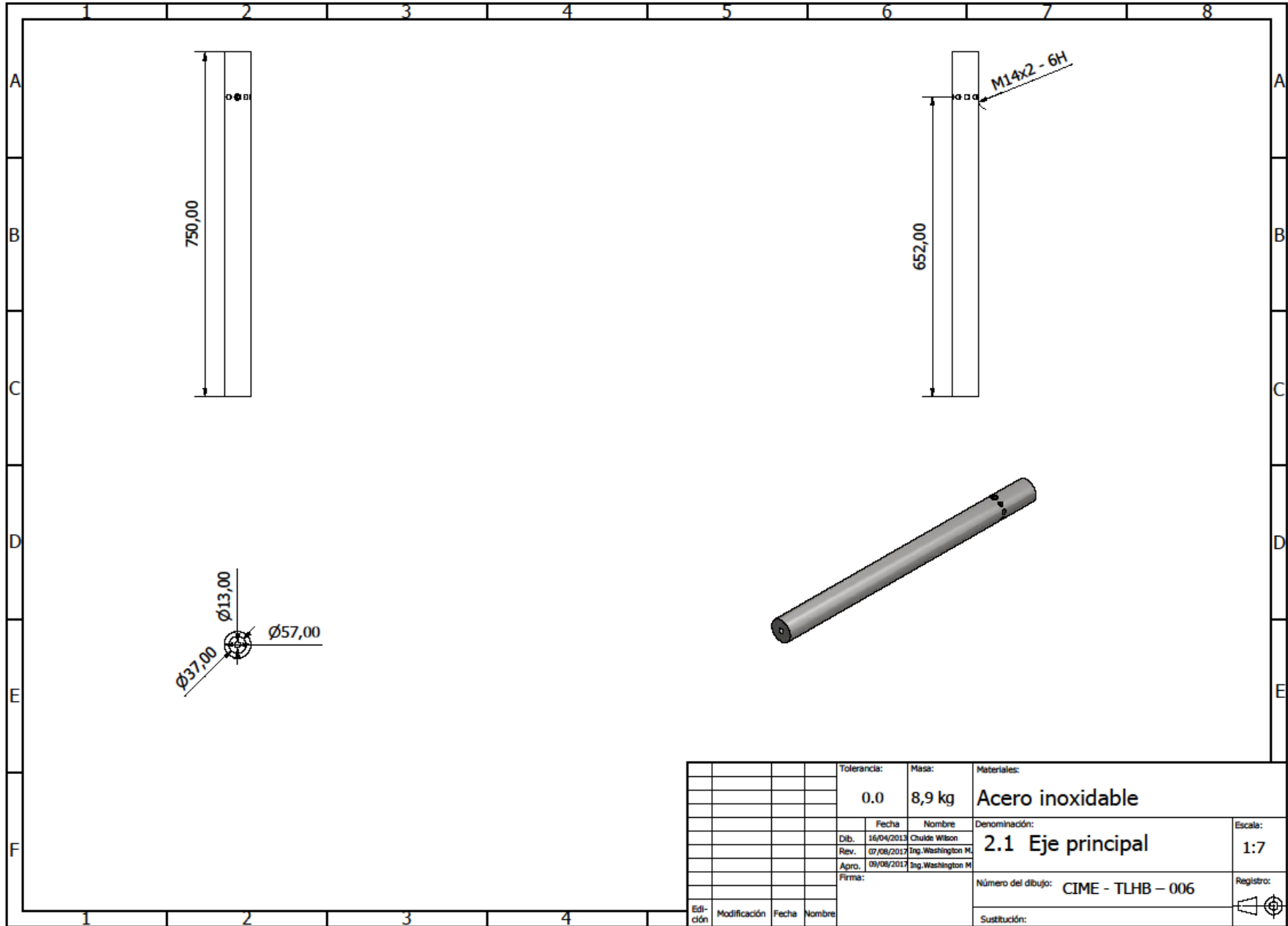
LISTA DE PIEZAS

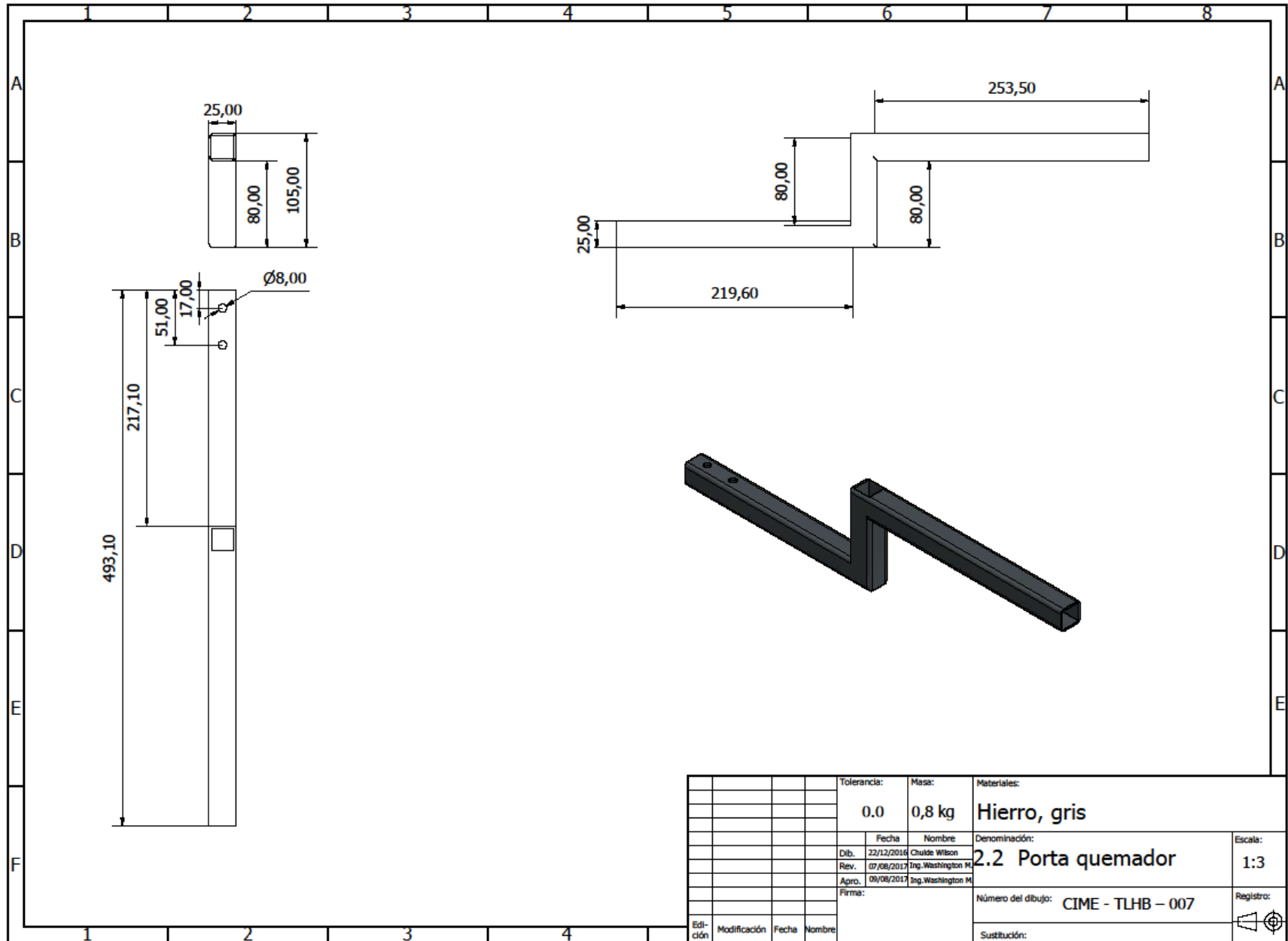
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	EJE PRINCIPAL	Tubo acero sin soldadura laminado en caliente
2	9	PORTA QUEMADOR	Acero para construcciones - Secciones huecas estructurales soldadas modeladas en frío
3	72	PERNO ISO 4762 - M6 x 40	Tomillo de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal
4	2	ARANDELA PORTA BRAZOS	Acero inoxidable 304
5	9	PLACA DE COCCIÓN	Acero inoxidable 304
6	9	PLACA DE COCCIÓN SUPERIOR	Acero inoxidable 304
7	9	TUBO PORTA ASPERSOR	Acero inoxidable 304
8	9	ASPERSOR	Bronce
9	9	QUEMADOR	Acero inoxidable 304

Tolerancia:	Masa:	Materiales:	
0.0	118,7 kg		
Fecha:	Nombre:	Denominación:	Escala:
Dib. 22/12/2016	Osvaldo Wilson		
Rev. 07/08/2017	Ing. Washington M.		
Apro. 09/08/2017	Ing. Washington M.		
Firma:	Número del dibujo: CIME - TLHB - 003		Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre
Sustitución:			

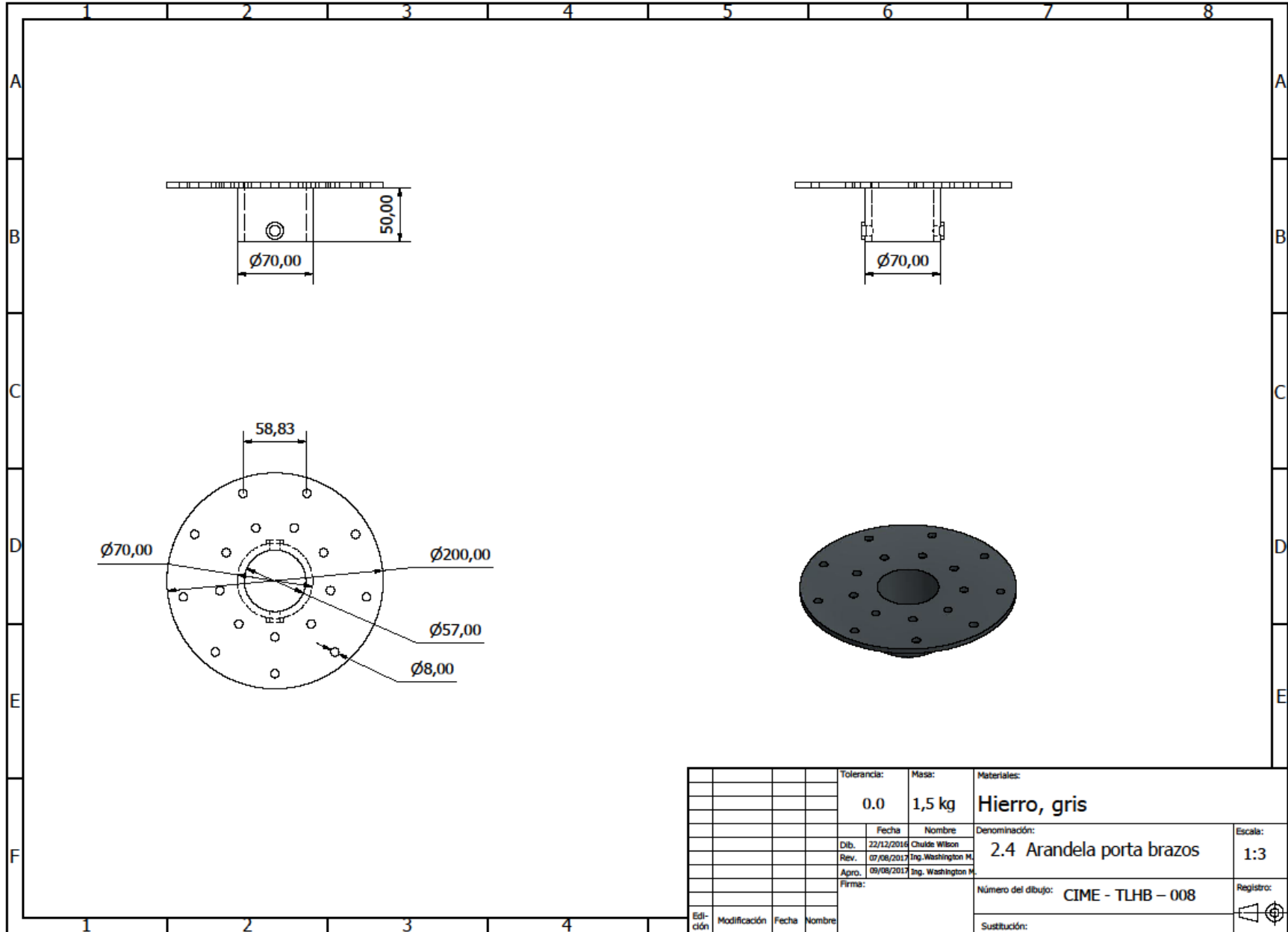




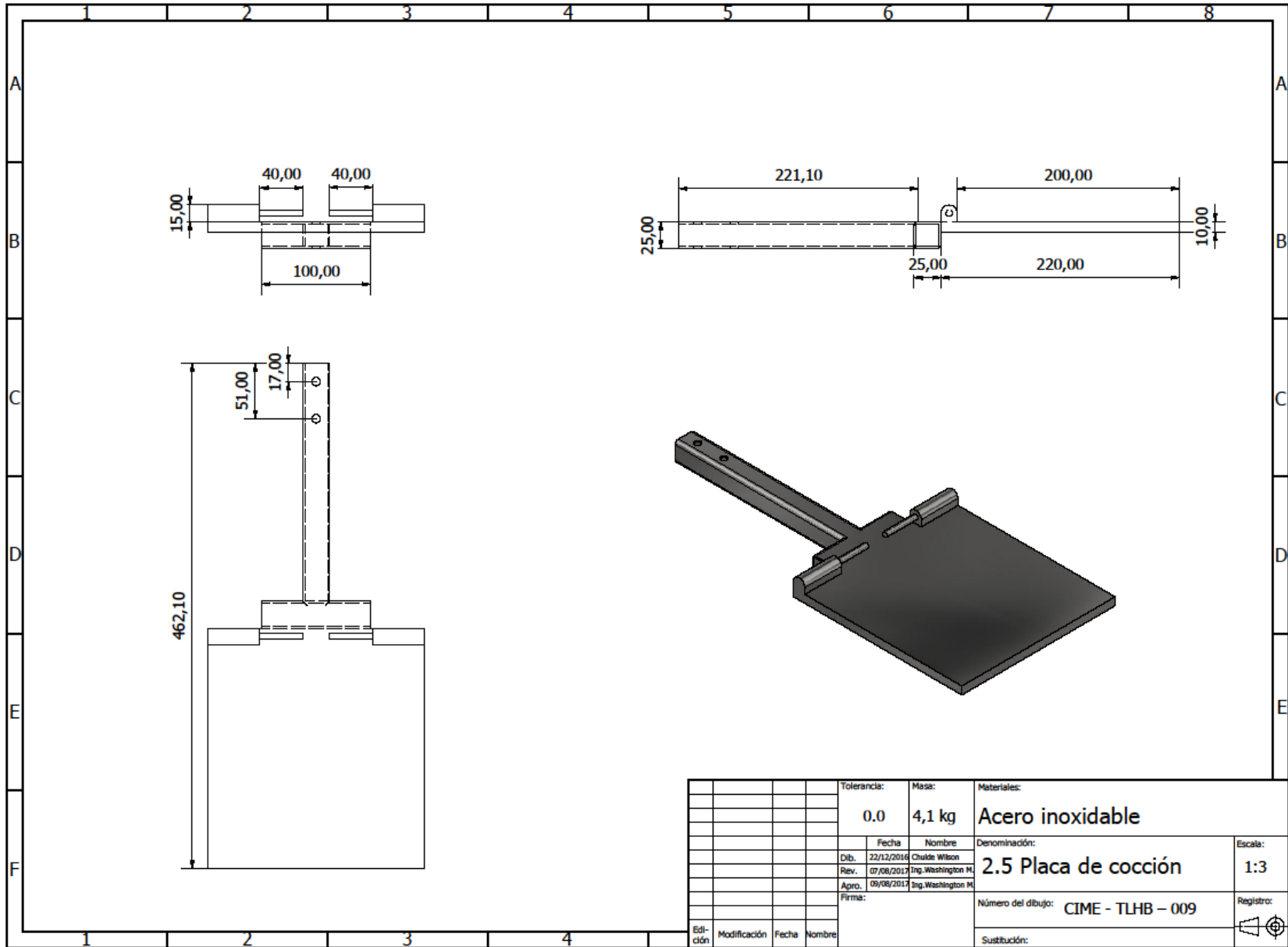




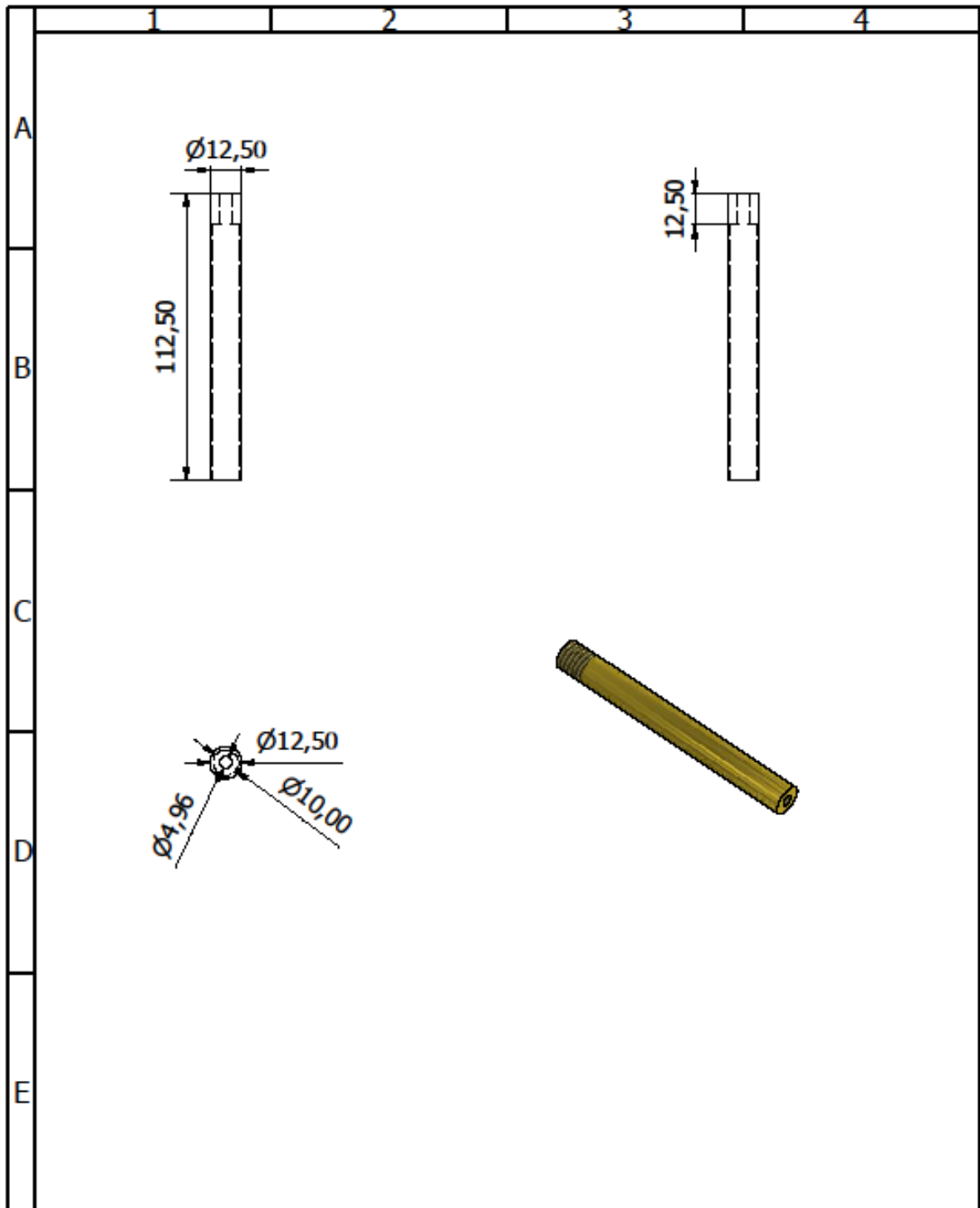
				Tolerancia:	Masa:	Materiales:	
				0.0	0,8 kg	Hierro, gris	
					Fecha	Nombre	Denominación:
					Dib. 22/12/2016	Chulde Wilson	2.2 Porta quemador
					Rev. 07/08/2017	Eng. Washington M.	
					Apr. 08/08/2017	Eng. Washington M.	
					Firma:		Número del dibujo: CIME - TLHB - 007
							Registro:
							⊕
Edi-	Modificación	Fecha	Nombre				
dón							



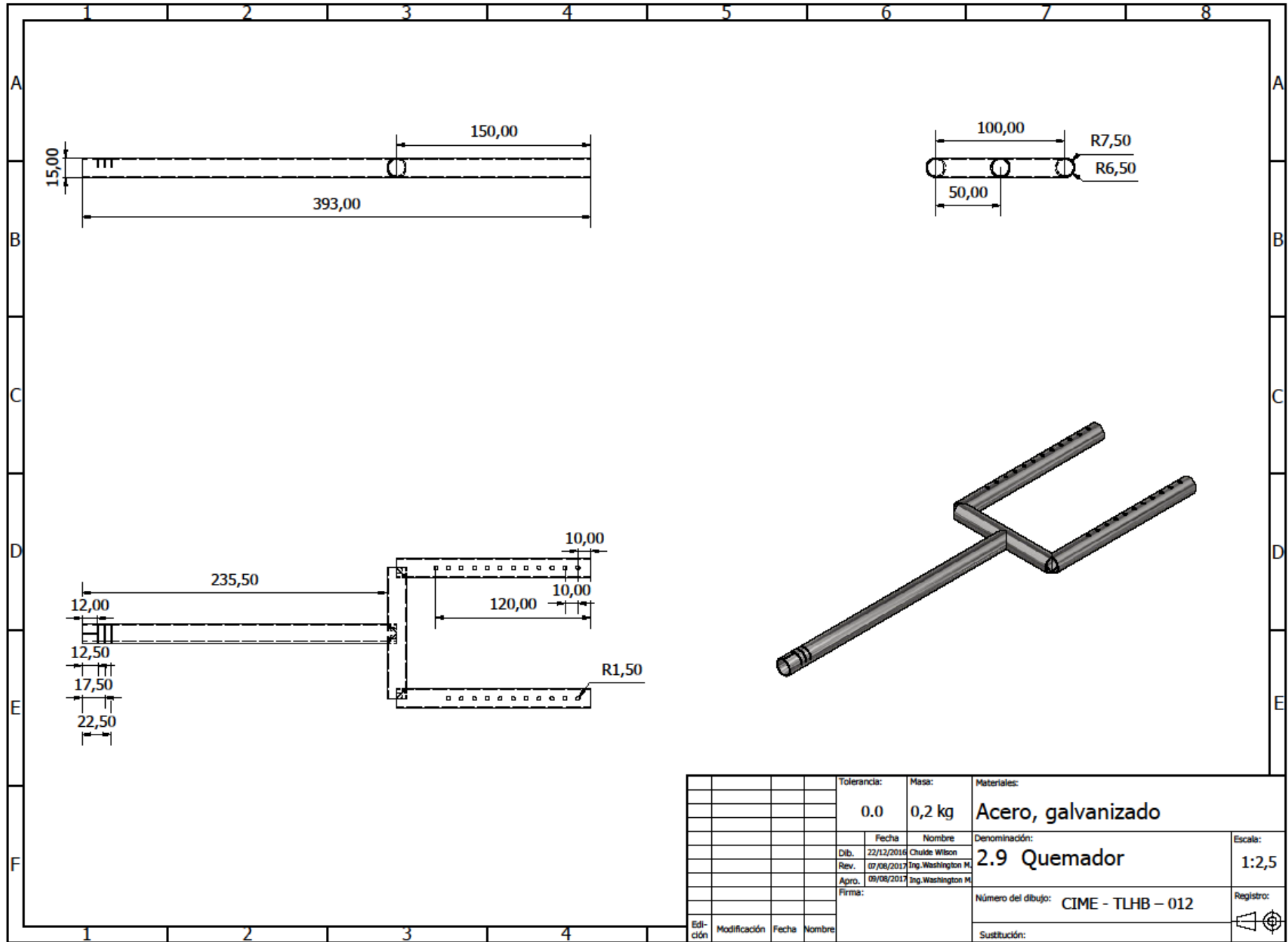


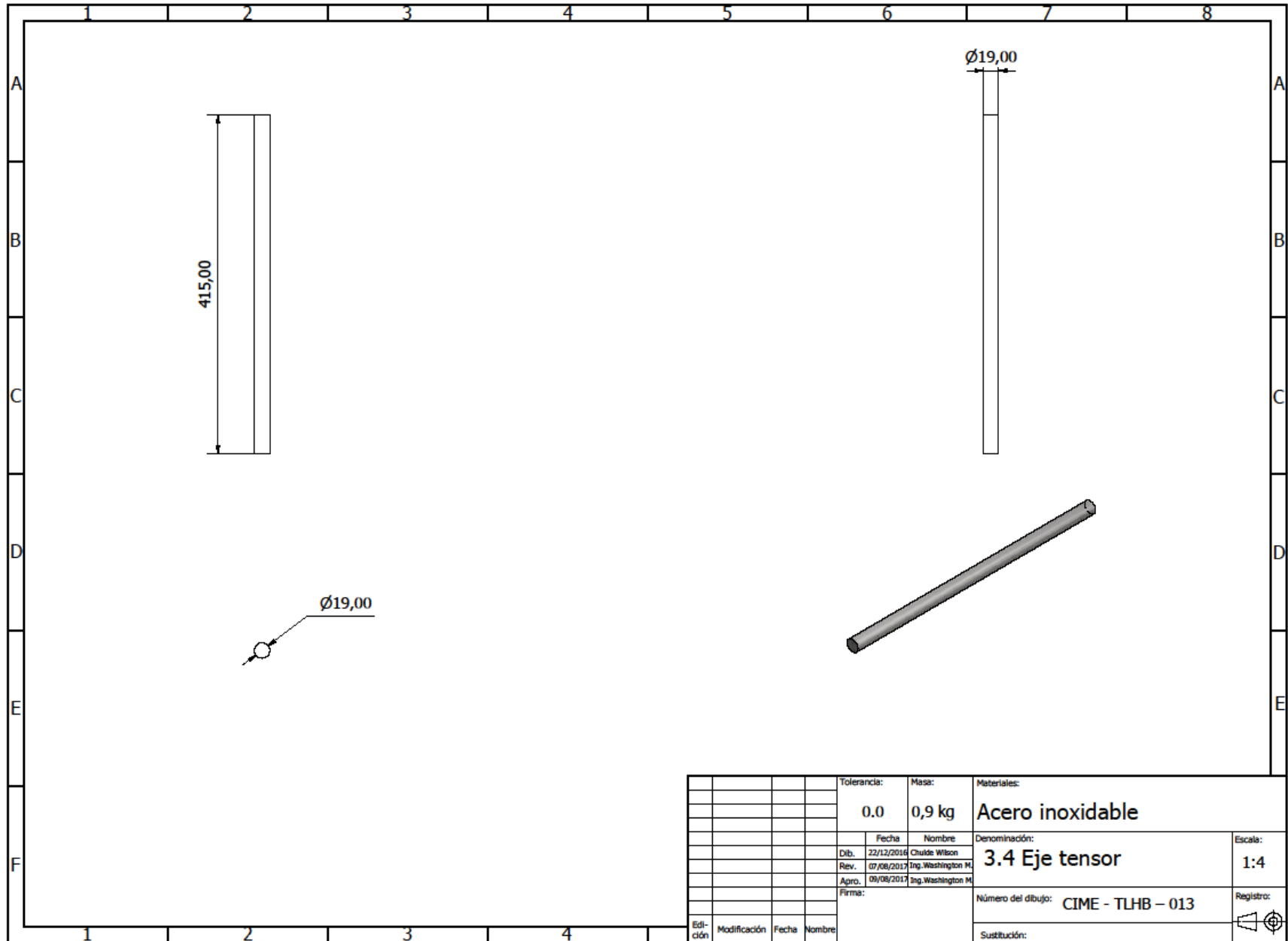






				Tolerancia:	Mesa:	Materiales:		
				0.0	0,0 kg	Acero inoxidable		
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:	
				Dib. 16/04/2013	Chulde Wilson	2.7 Tubo porta aspersor	1:2	
				Rev. 07/08/2017	Ing. Washington M.			
				Apro. 08/08/2017	Ing. Washington M.			
				Firma:	Número del dibujo:		Registro:	
					CIME - TLHB - 011			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:				

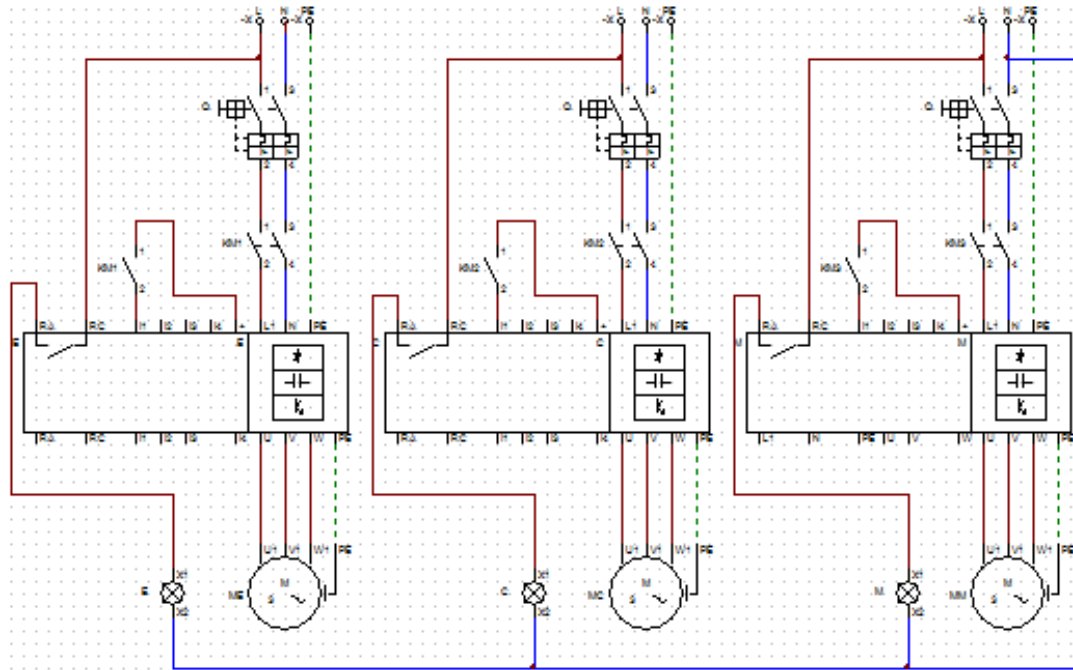




				Tolerancia:	Masa:	Materiales:	
				0.0	0,9 kg	Acero inoxidable	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dib. 22/12/2016	Chulde Wilson	3.4 Eje tensor	1:4
				Rev. 07/08/2017	Ing. Washington M.		
				Apro. 08/08/2017	Ing. Washington M.		
				Firma:		Número del dibujo: CIME - TLHB - 013	Registro:
Edi-	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



### ESQUEMA DE FUERZA



### ESQUEMA DE MANDO

