



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SECADOR ELÉCTRICO
AUTOMÁTICO DE AIRE FORZADO PARA EL SECADO DE LOS
BOBINADOS DE MOTORES PARA EL TALLER DE REBOBINAJE
TAUROS EN LA CIUDAD DE MACHACHI”**

Autores:

Benites Bastidas Esteban Gabriel

Llano Toapanta Aida Liliana

Tutor:

Ing. McS. Gallardo Molina Cristian

Fabián

Latacunga – Ecuador

2017



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Benites Bastidas Esteban Gabriel con número de C.I. 172187948-2 y Llano Toapanta Aida Liliana con número de C.I. 050311678-2, con el Título de Proyecto de Investigación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SECADOR ELÉCTRICO AUTOMÁTICO DE AIRE FORZADO PARA EL SECADO DE LOS BOBINADOS DE MOTORES PARA EL TALLER DE REBOBINAJE TAUROS EN LA CIUDAD DE MACHACHI”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo tanto, expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, julio del 2017

Para constancia firman:

Dr. PhD. Enrique Torres Tamayo

C.C. 175712194-0

LECTOR 1 (Presidente)

Ing. Mg. Byron Paul Corrales Bastidas

C.C. 050234776-8

LECTOR 2

Ing. Mg. Ángel Mauricio Toro Arcos

C.C. 050264067-5

LECTOR 3



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Benites Bastidas Esteban Gabriel y Llano Toapanta Aida Liliana** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: : **“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SECADOR ELÉCTRICO AUTOMÁTICO DE AIRE FORZADO PARA EL SECADO DE LOS BOBINADOS DE MOTORES PARA EL TALLER DE REBOBINAJE TAUROS EN LA CIUDAD DE MACHACHI”** siendo el, Ing. McS. Gallardo Molina Cristian Fabián, director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Benites Bastidas Esteban Gabriel
C.I. 172187948-2

Llano Toapanta Aida Liliana
C.I. 050311678-2



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título: “ **DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SECADOR ELÉCTRICO AUTOMÁTICO DE AIRE FORZADO PARA EL SECADO DE LOS BOBINADOS DE MOTORES PARA EL TALLER DE REBOBINAJE TAUROS EN LA CIUDAD DE MACHACHI**”, de Benites Bastidas Esteban Gabriel y Llano Toapanta Aida Liliana , de la carrera Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico- técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultas de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio del 2017


..... Cristian Fabián Gallardo Molina
Ing. McS. Gallardo Molina Cristian Fabián
Tutor del Trabajo de Investigación

TALLER DE REBOBINAJE TAUROS

RAMIREZ TOAPANTA LUIS FERNANDO
DIRECCIÓN MACHACHI BARRIO EL OBELISCO PANAMERICANA SUR S/N JUANTO AL
RESAURANTE LA CARRETA

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, **RAMIRES TOAPANTA LUIS FERNANDO**, con cedula de identidad N°171180877-2, en calidad de propietario del taller de rebobinaje Tauros, ubicado en Machachi Barrio el Obelisco panamericana sur , certifico que el proyectos de investigación **“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SECADOR ELÉCTRICO AUTOMÁTICO DE AIRE FORZADO PARA EL SECADO DE LOS BOBINADOS DE MOTORES PARA EL TALLER DE REBOBINAJE TAUROS EN LA CIUDAD DE MACHACHI”** de los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, **BENITES BASTIDAS ESTEBAN GABRILE Y LLANO TOAPANTA AIDA LILIANA**, realizan la entrega de un secador automático eléctrico de bobinas para mi taller

Los autorizo para que usen el presente documento para cualquier fin legal pertinente de la Universidad.

Machachi, 13 de julio del 2017

Taller de Reparaciones
Eléctricas
RUC: 1711808772001
Luis Ramirez

SR. RAMIREZ TOAPANTA LUIS FERNANDO

C.C.171180877-2

PROPIETARIO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme en todo momentos hasta lograr este sueño, a mi querida familia por apoyarme siempre por estar conmigo en todo momento.

Sin duda que siempre les seré eternamente agradecidos a mis tíos Sonia Bastidas y Carlos Coque, que motivaron a seguir y no desmayar para conseguir este logro en mi vida.

A mí querida Universidad Técnica de Cotopaxi y docentes quienes me formaron como un profesional, al Ing. McS. Gallardo Molina Cristian Fabián por el apoyo brindado en este proyecto.

Han sido un sinnúmero de personas que siempre me brindaron su apoyo, consejos, amistad y animo a nunca rendirme siempre les seré eternamente agradecido por todo.

Esteban.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por haberme dado la vida, por colmarme de bendiciones y permitirme haber llegado a cumplir esta meta trazada en mi vida.

A mis padres Olmedo Benites y Egda Bastidas por ser el pilar fundamental en mi vida por demostrarme siempre su cariño y haberme apoyado en los buenos y malos momentos, este proyecto también de ustedes padres míos porque aquí se ve reflejado su esfuerzo y trabajo que han hecho día a día por formarme como una persona de bien.

Esteban.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme y darme fuerza en todo hasta lograr este sueño, a mi querida familia por apoyarme siempre por estar conmigo en todo momento.

A mí amada Universidad Técnica de Cotopaxi y docentes quienes me formaron como una profesional.

Como también infinito agradecimiento al Ing. McS. Gallardo Molina Cristian quien, con su asesoramiento, conocimiento y experiencia, nos apoyó para la culminación de nuestro trabajo de investigación.

Liliana

DEDICATORIA

A ti mi Dios por darme la sabiduría y fortaleza necesaria para seguir adelante día a día en cada paso que doy y por haberme permitido llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Juan Llano y María Toapanta quienes son mi mayor fuente de inspiración y por ser el pilar fundamental en mi vida y darme su apoyo incondicional, les agradezco de todo corazón que hayan estado siempre conmigo.

Liliana

ÍNDICE

1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADO	5
8. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
Principios de Termodinámica	6
Primera ley	6
Segunda ley	7
Tercera ley	7
Transferencia de calor	8
Transferencia de calor por conducción	8
Transferencia de calor por radiación	8
Transferencia de calor por convección	8
Aislantes eléctricos en máquinas eléctricas	10
Impregnación de Barniz dieléctrico en motores eléctricos	11
Impregnación por presión y vacío (VPI)	12
Impregnación por flujo continuo de resina (CFR)	12
Pruebas de aislamiento	13
IEEE 95	13

IEEE 43	15
Corriente de fuga superficial.....	17
IEEE 522	18
Secado de motores eléctricos.....	18
Horno.....	18
Resistencias externas.....	18
Corriente directa.....	19
Corriente alterna.....	19
Cortocircuito	19
Fundamentos básicos de Hornos Industriales.....	20
Aplicaciones de los Hornos Industriales o Eléctricos por Resistencias	20
Clasificación de los Hornos de Resistencia Eléctricos	21
Factores para una correcta elección de un horno de resistencias eléctricas	21
Requerimiento y datos del usuario	21
Posibilidades tecnológicas del constructor.....	22
Posibilidades económicas	22
Regulación de la temperatura	22
Controladores de Temperatura	23
Control On/Off.....	24
Propiedades del acero A36 a altas temperaturas	24
Química del acero A36.....	24
Propiedades a alta temperatura dela acero A36.....	25
Logo 8 12/24 RCE.....	25
Fuente de logo power IN 110/220 OUT	27
Logo 8 AM2 RTD 2 entradas análogas.....	28
Display de texto Logo RDE para Logo 8	29
Contactador AF38-24-60 VDC/AC	30

PT 100 Tipo Bayoneta.....	31
Breaker riel	31
Luz piloto verde.....	32
9. HIPÓTESIS	32
10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	32
Métodos	32
Técnicas	33
Instrumentos	33
Cálculo de la estructura	34
Diseño geométrico de la estructura	34
Potencia térmica	35
Cantidad de calor necesario.....	35
Cálculo de las pérdidas por acumulación	37
Pérdidas en la cara superior e inferior del secador	38
Pérdidas en la cara lateral del secador	38
Pérdidas de calor por radiación	38
Cálculo del calor total suministrado por el sistema.....	39
Dimensionamiento de las resistencias	39
Cálculo del aire forzado	40
11. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	40
Requerimientos del taller.....	40
Peso a soportar de la estructura	40
Perdidas por acumulación de calor en las paredes aislante	43
Perdidas por convección.....	44
Pérdida por radiación.....	45
Pérdidas totales de todo el secador	45
Calor total suministrado por el sistema	45

Dimensionamiento de las resistencias	46
Total de aire forzado requerido por el sistema	46
Construcción del secador.....	47
Construcción de la estructura	48
Construcción de las cámaras	49
Implementación del sistema de control	53
Instalación del circuito de fuerza	53
Instalación del circuito de control	53
Programación del LOGO! 12/24 RC.....	54
Programa del control de temperatura	55
Configuración del LOGO! TD	55
Transferencia del programa probado a LOGO!	56
10. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS SEGÚN SEA EL CASO):.....	57
12. VALORACIÓN ECONÓMICA Y/O PRESUPUESTO PARA IMPLEMTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO	57
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
14. BIBLIOGRAFÍA	60
15. ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Esquema de funcionamiento básico de un horno eléctrico de resistencias.....	6
Figura N°2: Diferentes métodos de transferencia por convección.....	9
Figura N°3: Estudio sobre fallas de motores eléctricos	10
Figura N°4: Proceso del ensayo IEEE 95-2013.	16
Figura N°5: Esquema de la regulación de un horno	23
Figura N°6: Logo 8 a emplearse en el control.....	26
Figura N°7: Fuente de logo power para alimentación al logo 8	27
Figura N°8: LOGO! AM2 RTD módulo de expansión.....	28
Figura N° 9: Pantalla display	30

Figura N°10: Contactor ABB del control de temperatura.....	30
Figura N°11: Pt 100 bayoneta	31
Figura N°12: Breaker riel.....	31
Figura N°13: Luz led verde.....	32
Figura N°14: Metodología del diseño	33
Figura N°15: Localización de las diferentes temperaturas	36
Figura N°16 : Esquema de la estructura.....	41
Figura N°17: Perfil estructural longitud 6 m H=30mm, B=30 mm y e=3mm.....	48
Figura N°18: Cortes del perfil angular.....	48
Figura N°19: Estructura terminada del secador	49
Figura N°20: Mediciones de las paredes de la cámara interna.	50
Figura N°21: Colocación de las paredes de la cámara intermedia.....	50
Figura N° 22: Cámara exterior del secador ensamblada.....	51
Figura N°23: Colocación de lana de vidrio en el secador.....	52
Figura N°24: Secador pintado.....	52
Figura N°25: Circuito de fuerza del control de temperatura.....	53
Figura N°26: Circuito de control del control de temperatura	54
Figura N°27: Software de programación LOGO! Soft Comfort.....	54
Figura N°28: Programación del control de temperatura del secador	55
Figura N°29: Ventana de configuración del texto de aviso	56
Figura N°30: Interfaz de comunicación PC->LOGO!	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Beneficiarios directos e indirectos.....	3
Tabla N° 2 Actividades, resultados y medios de verificación.....	5
Tabla N° 3: Tiempos y temperaturas recomendados para CFR.	12
Tabla N° 4: Valores recomendados para resistencia de aislamiento.....	16
Tabla N° 5: Características técnicas	29
Tabla N° 6: Operacionalización de las variables.....	34
Tabla N° 7: Características físicas de un motor de 10 hp	40
Tabla N° 8: Características térmicas del conductor Cobre magneto.....	41
Tabla N° 9: Condiciones meteorológicas del Taller	41
Tabla N° 10: Características del acero y lana de vidrio	42

Tabla N° 11 Valores obtenidos.....	42
Tabla N° 12: Propiedades térmicas de la fibra de vidrio.....	42
Tabla N° 13: Características del acero y lana de vidrio	43
Tabla N° 14: Características de los fluidos	44
Tabla N° 15: Total de pérdidas por convección	44
Tabla N° 16: Las pérdidas por convección y por radiación	45
Tabla N° 17: Potencia suministrada por el secador.....	45
Tabla N° 18: Factor de elevación de temperatura	47
Tabla N° 19: Gastos elementos mecánicos	57
Tabla N° 20: Gastos Elementos Eléctricos.....	58
Tabla N° 21: Costo total de máquina	58

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

TÍTULO: “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SECADOR ELÉCTRICO AUTOMÁTICO DE AIRE FORZADO PARA EL SECADO DE LOS BOBINADOS DE MOTORES PARA EL TALLER DE REBOBINAJE TAUROS EN LA CIUDAD DE MACHACHI”

Autores:

Benites Bastidas Esteban Gabriel

Llano Toapanta Aida Liliana

RESUMEN

El presente proyecto de titulación permite plasmar la investigación realizada en el diseño e implementación de un secador automático de bobinas para motores, con una cámara interna de secado, dimensionada a lo largo 1000 mm, ancho 700 mm y profundidad 750 mm, está construida con la finalidad de realizar el secado del barniz de las bobinas, para el taller Tauros, para lo cual se utilizó distintos materiales como láminas de acero de 1.4 mm, ángulos de acero de 1 ½ por 1/8, lana de vidrio, etc. Con lo que se obtiene una cámara apropiada para realizar el secado del barniz a distintas temperaturas, considerando un cambio de temperatura de un 10%. Como elemento innovador se utiliza el Logo 8 y un display de texto Logo TDE mediante el cual permite la visualización y selección de la temperatura acorde al proceso de secado que se desea realizar, además de conocer la temperatura que está en el interior del secador, la misma que brinda la facilidad de seleccionar las temperaturas requeridas en un margen permitido por el secador de 0° C a 200° C. Las resistencias eléctricas tubulares o niquelinas son las encargadas de proveer y mantener el calor necesario para calentar el secador con una alimentación de 220V, una potencia requerida de 60Kw, y una corriente necesaria de 27A. El trabajo que se presenta es la pauta bibliográfica para otras investigaciones que se realice a futuro referente al tema para mejorar o modernizar el funcionamiento de este tipo del secado.

Palabras clave: Acero, temperatura, resistencias, display, programación.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF APPLIED ENGINEERING SCIENCES

TITLE: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A FORCED AUTOMATIC ELECTRIC DRYER FOR THE DRYING OF THE ENGINE COILS FOR THE TAUROS REBOBINAGE WORKSHOP IN THE CITY OF MACHACHI "

Authors:

Benites Bastidas Esteban Gabriel

Llano Toapanta Aida Liliana

SUMMARY

The present titling project allows to capture the researching carried out in the designing and the implementation of an automatic motor coil drier with an internal drying chamber, sized 1000 mm, width 700 mm and depth 750 mm, is built with the purpose of drying the coil varnish, for the Tauros workshop, for which different materials were used such as steel sheets of 1.4 mm, steel angles of 1 ½ by 1/8, glass wool, etc. This gives a suitable chamber for the drying of the varnish at different temperatures, considering a slight temperature changing of a 10%. As an innovative element is used the Logo 8 and a text display Logo TDE by means of which it allows the visualization and selection of the temperature according to the drying process to be performed, besides knowing the temperature that is inside the dryer, the Which provides the facility to select the required temperatures in a range allowed by the dryer from 0 ° C to 200 ° C. The tubular electrical resistors or niquelines are responsible for providing and maintaining the heat needed to heat the dryer with a power supply 220V, a required power of 60Kw, and a necessary current of 27 A. The work that is presented is the bibliographical guide for further research that is carried out in the future concerning the subject to improve or modernize the operation of this type of drying.

Key words: Steel, temperature, resistance, display, programming.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO RO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor(s), Benites Bastidas Esteban Gabriel y Llano Toapanta Aida Liliana, Egresados de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, cuyo título versa **“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SECADOR ELÉCTRICO AUTOMÁTICO DE AIRE FORZADO PARA EL SECADO DE LOS BOBINADOS DE MOTORES PARA EL TALLER DE REBOBINAJE TAUROS EN LA CIUDAD DE MACHACHI”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Atentamente,

Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna.

C.C. 050261735-0

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS



1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Diseño e implementación de un secador eléctrico automático de aire forzado para el secado de los bobinados de motores para el taller de rebobinado Tauros en la Ciudad de Machachi”.

Fecha de inicio: Abril – 2017

Fecha de finalización: Agosto – 2017

Lugar de ejecución:

Provincia de Pichincha Cantón Mejía Barrio El Obelisco –Mejía –Zona 3

Facultad que auspicia:

Facultada de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Equipo de Trabajo

Tutor del Proyecto de Investigación:

Nombre: Ing. McS. Gallardo Molina Cristian Fabián

Domicilio: Latacunga

Numero de celular: 0984698851

E-mail: cristian.gallardo@utc.edu.ec

Coordinador del proyecto:

Nombre: Benites Bastidas Esteban Gabriel

Domicilio: Aloag Barrio el Obelisco.

Numero de celular: 0981166058

E-mail: esteban.benites2@utc.edu.ec

Coordinador del proyecto:

Nombre: Llano Toapanta Aida Liliana

Ciudad Domicilio: Latacunga, San Francisco del Chasqui

Numero de celular: 0998389244

E-mail:aida.llano2@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Área científica – Técnico

Línea de investigación:

Línea 4, Procesos Industriales

Las investigaciones que se desarrollen en esta línea estarán enfocadas a promover el desarrollo de tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento productivo y la transformación de materias primas en productos de alto valor añadido, fomentando la producción industrial más limpia y el diseño de nuevos sistemas de producción industrial. Así como diseñar sistemas de control para la producción de bienes y servicios de las empresas públicas y privadas, con el fin de contribuir al desarrollo socioeconómico del país y al cambio de la matriz productiva de la zona.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Optimización de maquinaria y procesos productivos

Equipamiento tecnológico y la explotación eficiente de sistemas eléctricos.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Actualmente existen dos métodos para el secado del barniz, el secado al aire y el secado al horno. Para dar un terminado eficiente a las bobinas de los motores se utilizará el método del secado del horno de este modo se adquiere una mejor penetración del barniz en el devanado, con el que tiene mejor calidad, que con el método de secado al aire libre aparte de que es el más recomendable, siempre y cuando se disponga de los medios para la ejecución. El desarrollo del presente proyecto permitirá realizar la implementación de un secador automático de bobinas a través de aire forzado, la potencia del secador se obtiene con el cálculo de la cantidad de calor absorbido por la carga en un determinado tiempo de funcionamiento; más las pérdidas de calor por conducción en las paredes de la cámara, más las pérdidas de calor por radiación y convección desde la cubierta exterior, obtenida la potencia, se calcula los elementos de resistencia, tomando en consideración todos los factores y parámetros que determinan una buena implementación, el cual consiste en un sistema automático de circulación de aire, que engloba el conjunto de métodos y técnicas que estudian y analizan el proceso de secado de bobinas; debido a la importancia de mantener las condiciones del entorno de funcionamiento de las bobinas, con el sensor de temperatura se controlara la señal para el funcionamiento del secador el Logo 8,

permite la implementación del sistema de control; manipula entradas y salidas a la vez, tiene una memoria programable para el almacenamiento del programa de instrucciones a través de un lenguaje de programación. Los resultados que se obtendrá con la implementación del secador es controlar el tiempo y temperatura de secado y garantizar que las bobinas estén libres de humedad manteniendo sus características de funcionamiento sin alterar su estructura.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Debido a la inexistencia del medio adecuado y al prolongado lapso de tiempo que lleva el proceso de secado de un motor eléctrico dependiendo del tamaño, se ha visto en la necesidad de implementar un secador de bobinas que proporcione las condiciones necesarias para realizar el secado homogéneo de las bobinas de los motores eléctricos, permitiendo proteger contra la humedad, incrementando de esta manera la vida útil de las bobinas y controlando el tiempo y temperatura de secado, lo cual permitirá incrementar la eficiencia y eficacia en las tareas del mantenimiento.

Este secador permitirá controlar automáticamente el proceso, de una manera exacta y estable, características que se deben tener en cuenta en el proceso de secado por lo cual se planea el proyecto “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SECADOR ELÉCTRICO AUTOMÁTICO DE AIRE FORZADO PARA EL SECADO DE LOS BOBINADOS DE MOTORES PARA EL TALLER DE REBOBINAJE TAUROS EN LA CIUDAD DE MACHACHI” el mismo que brindará las condiciones óptimas de secado de bobinas.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla N° 1: Beneficiarios directos e indirectos

Directos	Sr. Luis Ramírez – dueño del taller Esteban Gabriel Benites Bastidas - Investigador Aida Liliana Llano Toapanta – Investigador
Indirectos	25 Clientes por mes

Elaborado por: Benites E. Llano L.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Para la investigación del proyecto a estudiar no se encontró una información amplia del avance técnico, evolución o desarrollo del mismo, ya que la utilización de este equipo es reciente y solo se conoce de manera casual que hay empresas que han empezado a desarrollar hornos de secado de bobinas. Lo cual proporcionaría una confiabilidad para el proceso de secado.

Para la realización de este proyecto se han tomado en cuenta los elementos que se implementarán, en base a cálculos para satisfacer las necesidades del usuario , estos elementos se diferenciarán de los demás ya que sus cálculos comprendan fórmulas basadas en teorías que estudien algo relacionado con los elementos a implementarse en el proyecto.

También se habrá elementos que serán solamente dimensionados geoméricamente, estos se diferenciarán de los anteriores ya que su estudio y construcción no retomara un cálculo muy detallado, pero si se harán cálculos para su aceptación y también se mencionarán los elementos que será seleccionados por medio de catálogos.

6. OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar e implementar un secador para motores mediante un sistema eléctrico automático de aire forzado para garantizar el proceso de secado.

Objetivo Específicos

- Seleccionar los materiales adecuados para la construcción la estructura y las cámaras del secador
- Establecer una estructura adecuada para el proceso de secado de las bobinas de los motores
- Dimensionar las cámaras del secador
- Establecer el control interno de la temperatura para los diferentes tipos de motores.
- Realizar las pruebas de aislamiento al terminar el proceso de secado

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADO

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
Seleccionar los materiales adecuados para la construcción de la estructura y las cámaras del secador.	Diseño de la estructura mecánica del dispositivo. Recopilar información sobre materiales que soporten temperaturas de 200°C.	Dimensiones y lista de materiales. Determinación de los criterios básicos de diseño.	Verificación el tablas y catálogos para que satisfagan las necesidades de diseño. Desarrollo de una metodología de diseño.
Establecer una estructura adecuada para el proceso de secado de las bobinas de los motores	Calculo de las estructura	Medidas de construcción.	Mecanizado, soldadura y montaje de los diferentes componentes establecidos en las anteriores actividades.
Dimensionar las cámaras del secador	Calculo de los parámetros de aire forzado. Calculo del calor aportado por la carga.	Selección del ventilador. Eficiencia térmica.	Disposición de las diferentes partes del secador.
Establecer el control interno de la temperatura para los diferentes tipos de motores.	Definición de la metodología de control de temperatura. Elección de los componentes eléctricos y control. Montaje de circuito eléctrico y de control.	Planos eléctricos y de control Listado de materiales	Investigación mediante catálogos y manuales de las diferentes estrategias de control de temperatura
Realizar las pruebas de aislamiento al terminar el proceso de secado.	Puesta en funcionamiento de la del secador	Recolección de datos y verificación de la hipótesis.	Aplicación de las pruebas eléctrica de aislamiento.

Tabla N° 2 Actividades, resultados y medios de verificación

Elaborado por: Benites E. Llano L.

8. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

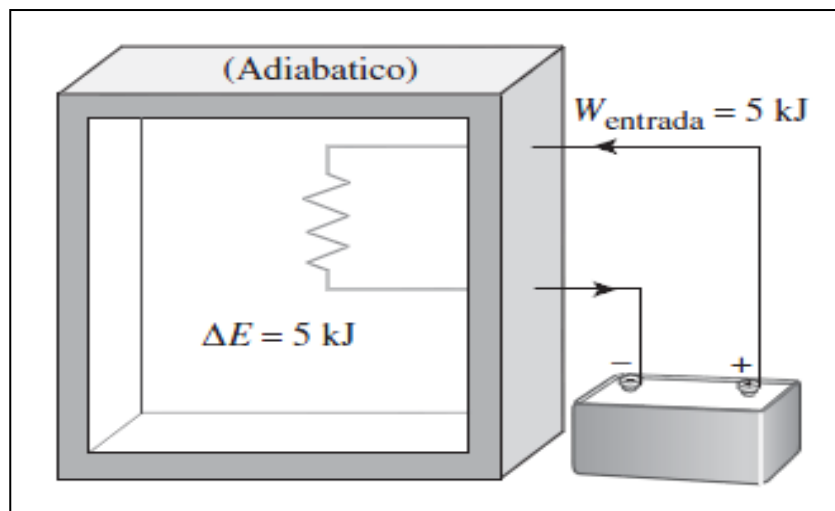
Principios de Termodinámica

Primera ley

En Cengel y Boles, 2014 manifiesta este principio como “la energía no se puede crear ni destruir durante un proceso; sólo puede cambiar de forma” (p.70)

La máquina construida en este documento constituye básicamente en la transformación de energía eléctrica en calor para curar o secar las bobinas de un estator o rotor eléctrico. Es decir, si se describe el funcionamiento básico de la máquina la energía aportada al sistema desde la red eléctrica es igual energía que genera calor y su posterior incremento de temperatura en el interior de la cámara de secado. Esto si consideramos al sistema un proceso adiabático.

Figura N°1: Esquema de funcionamiento básico de un horno eléctrico de resistencias.



Fuente: (Cengel & Boles, 2014)

El balance de energía se concibe como el cambio neto de energía del sistema durante el proceso de transformación. La energía total que consumirá el sistema para cumplir con sus objetivos será la diferencia entre la energía calorífica aportada por las resistencias eléctricas y el incremento de temperatura dentro de la cámara de curado.

$$E_{\text{entrada}} - E_{\text{salida}} = \Delta_{\text{sistema}} \quad (\text{Ec.1})$$

Segunda ley

En Cengel y Boles, 2014 se refiere a “que un proceso ocurre en cierta dirección, no en cualquiera” (p.278). Además, manifiesta que dicho proceso debe cumplir solo es posible si cumple tanto con la segunda y primera ley (García, 1987)

El proceso del proyecto se manifiesta como un depósito de energía térmica ya que extrae energía desde una fuente, red eléctrica trifásica, hacia la cámara interna donde se procura el curado del barniz. Suministrando grandes cantidades de calor hasta 200°C.

Este principio también se refiere a la eficiencia energética de un sistema. La realidad plantea que un sistema no transfiere energía sin producir trabajo en el proceso. Así, el efecto Joule que rige el principio de funcionamiento del horno eléctrico de resistencias transforma una parte de energía (electricidad) en otro tipo (calor). El desempeño del proceso y su acumulación en la cámara interna del depósito es 100% eficientes. Los materiales estructurales y aislantes conducen en cierta medida calor hacia el otro depósito aún más grande la atmosfera. Siguiendo una ruta desde un sistema de mayor temperatura hacia otro de menor temperatura. Así, a la Ecuación N° 2 se puede reformular como:

$$E_{\text{entrada}} - E_{\text{salida}} - E_{\text{perdida}} = \Delta_{\text{sistema}} \quad (\text{Ec.2})$$

Así, E_{perdida} es la energía calorífica que es absorbido por la atmosfera mientras el proceso de curado o secado de los bobinados se produzca. Y será un factor que determinara las características técnicas del dispositivo.

Tercera ley

También conocida por la ley cero en García, 1987 describe este principio como: “si dos cuerpos se encuentran en equilibrio térmico con un tercero, están en equilibrio térmico entre sí” (p.25).

Básicamente manifiesta que en un sistema, por ejemplo el proyecto de investigación, el ambiente dentro de la cámara de curado se calentara hasta alcanzar el equilibrio térmico con

respecto a las resistencias. Si, idealmente, ambos componentes llegan a tener la misma temperatura la máquina no podrá contener más energía calorífica en el sistema.

Transferencia de calor

En Cengel & Boles, 2014 describe al calor como: “la forma de energía que se transfiere entre dos sistemas debido a una diferencia de temperatura” (p. 60). Uno de los aspectos importante en los criterios de diseño del proyecto es como el calor generado por la electricidad y acumulado por la cámara de curado es transferido hacia las bobinas del estator de la máquina eléctrica. Ya sea para su secado o curado de barniz.

Transferencia de calor por conducción

Consiste en la propagación de la energía calorífica a través de un medio sólido, líquido o gaseoso en contacto. Es decir, mediante comunicación molecular directa. Ambos deben poseer diferentes temperaturas. Las pérdidas energéticas del proyecto se realizaran por este método entre la cámara interna y los diferentes materiales que constituyen el proyecto.

Transferencia de calor por radiación

En Cengel & Boles, 2014: “es la transferencia de energía debida a la emisión de ondas electromagnéticas (o fotones)” (p. 62). En el tema de investigación este método será una consecuencia de la transferencia de calor por conducción y; puede ser despreciado este efecto de los criterios de diseño.

Transferencia de calor por convección

Es un proceso de transporte de energía que se lleva a cabo por consecuencia del movimiento de un fluido (líquido o gas), y está íntimamente relacionado con el movimiento de éste. (García, 1987). Por tanto, mientras más rápido se mueva el fluido por las resistencias eléctricas existirá mayor transferencia de calor. Este es un aspecto de diseño importante en el proyecto. Así se considera, dos variantes de este método:

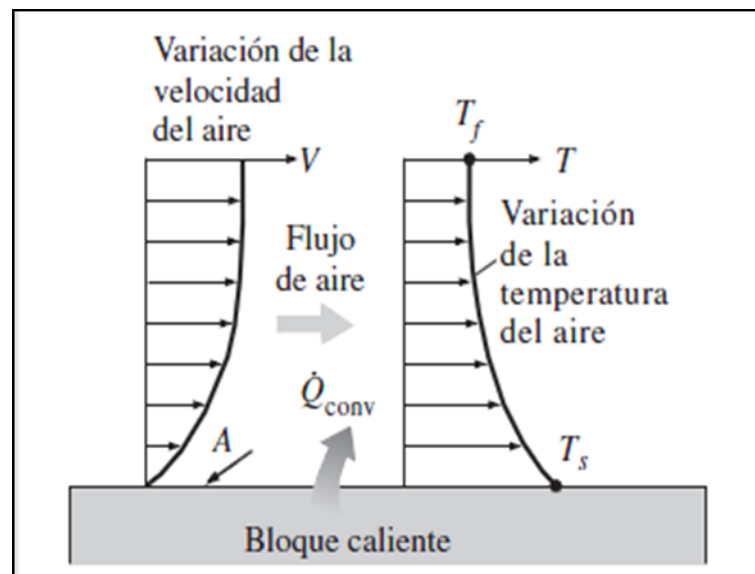
Convección libre.

El movimiento del fluido es ocasionado por diferencias de presión y densidad debidas a las variaciones de temperatura.

Convección forzada.

El movimiento del fluido es forzado a moverse por mecanismos externos. Por ejemplo, un ventilador, bombas o el viento.

Figura N°2: Diferentes métodos de transferencia por convección



Fuente: (Cengel & Boles, 2014)

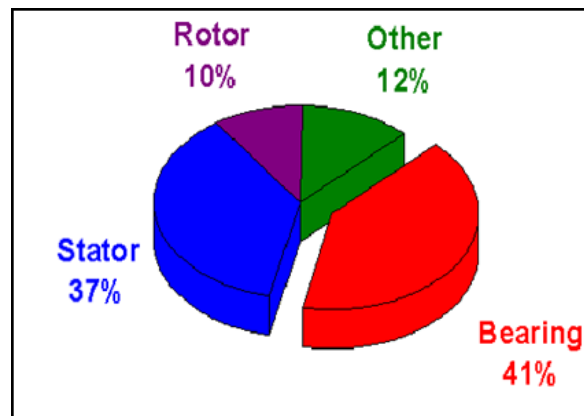
En la Figura N° 2 se visualizan ambos métodos de transferencia de calor por convección. Recurriendo a las definiciones antes expuestas. Si consideramos que la superficie del bloque donde una pequeña capa de fluido (aire) y el bloque se encuentran en equilibrio térmico. Se observa un mayor intercambio termodinámico en el caso de la convección forzada (derecha) que la natural (izquierda). Existe una mayor variación de velocidad de aire que en el caso de la convección natural, que obedece a la densidad del fluido. Si mayor cantidad de fluido está en contacto con las resistencias calefactoras mayores será la transferencia de energía.

Aislantes eléctricos en máquinas eléctricas

Para las máquinas eléctricas es primordial el uso de aislantes, su aplicación se extiende cuando es necesario que el motor o generador solo tenga contacto magnético y no eléctrico, es decir, el aislamiento evita todo contacto eléctrico entre el conductor y las partes metálicas de la máquina, además evita el contacto entre espiras. (Hidalgo, 2017)

Un estudio realizado entre Electric Power Research Institute (EPRI) y General Electric en 1985. Detalla las fallas más frecuentes que pueden ocurrir en un motor eléctrico.

Figura N°3: Estudio sobre fallas de motores eléctricos



Fuente: (Hidalgo, 2017)

En la Figura N°3 se observa los resultados de la investigación. El aspecto que más relevante para el proyecto es el aislamiento que cubre el estator y rotor. Las fallas en estas zonas suman un 47 %. Estos componentes son los más susceptibles a estropearse.

El aislamiento eléctrico es un material que, cuando está colocado entre conductores a diferentes potenciales, permita que fluya por el solo una pequeña o despreciable corriente en fase con el voltaje aplicado.

El dieléctrico es casi un sinónimo de aislante eléctrico. Un dieléctrico perfecto no permite el paso de corriente de conducción sino solo corriente de carga capacitiva entre conductores. Solo un vacío a bajos esfuerzos entre superficies metálicas no contaminadas satisface esta condición.

El intervalo de resistividad de sustancias que se pueden considerar como aislante va desde $10^{20}\Omega\cdot\text{cm}$ hasta cerca de $10^6\Omega\cdot\text{cm}$.

Los materiales aislantes están fuertemente ligados al núcleo por lo que son incapaces de desplazarse por el interior y consecuentemente conducir. Los aislantes utilizados pueden ser de varios tipos dependiendo de los requerimientos de voltaje, espacio, función y costos, se pueden clasificar en aislantes de gas, sólidos y líquidos. (Hidalgo, 2017)

Impregnación de Barniz dieléctrico en motores eléctricos

(EASA, 2003). Establece varios propósitos para la impregnación del bobinado con barniz y su posterior secado al aire o en el horno, hasta que sea curado:

- Proporcionar adherencia mecánica entre los conductores.
- Incrementar el nivel dieléctrico del aislamiento.
- Proteger el bobinado contra contaminación y humedad.
- Mejorar la conductividad térmica desde el interior de la máquina hacia el ambiente.
- Rellenar los espacios o huecos de aire (“voids”) existentes entre los alambres del bobinado. (particularmente en las ranuras) (p. 20)

Esta última propiedad es importante en términos de la eficiencia del motor, ya que permite que el calor generado en los alambres del bobinado sea más fácilmente transferido al núcleo y a la carcasa del estator y así conservar más baja la temperatura del bobinado.

En el informe de (EASA, 2003) manifiesta: “el proceso de impregnación debe ser controlado cuidadosamente para minimizar los huecos de aire y maximizar el llenado de la ranura” (p. 22). Una de las consideraciones más importantes del diseño del proyecto es el control de la temperatura del secado del barniz. La temperatura debe ser lo suficiente para disociar la mezcla de diluyente de la resina; pero la temperatura no debe exceder al punto de degradar la resina dieléctrica. Los métodos de impregnación más usados son:

Impregnación por presión y vacío (VPI)

Inventado por Westinghouse con el objetivo de crear un sistema de adherencia que remplace a los sistemas tradicionales: CFR, goteo y pulverizado. El método consiste en precalentar el bobinado en un horno para extraer la humedad a 100 °C, después llevarlo a una cámara especial donde será sometido a vacío seco, inmerso en resina, sometido a presión y escurrido de la resina. Posterior a esto se puede dejar endurecer el suficiente para ser llevado al horno. Este proceso es el más efectivo en reducir el riesgo de generar vacíos en el proceso de impregnación. Sin embargo, es el más costoso. (EASA, 2003)

Impregnación por flujo continuo de resina (CFR)

El proceso consiste en precalentar el bobinado para extraer la humedad existente y facilita el agregar barniz o resina al estator a fin de rellenar los espacios. Posteriormente, se seca en el horno. La temperatura y tiempos empleados en el proceso de secado dependerá de las dimensiones del componente. En la Tabla N°3, se establece criterios recomendados para el método. (Bayas, 2009).

Tabla N° 3: Tiempos y temperaturas recomendados para CFR.

Tamaño del estator o diámetro del núcleo	120°C (Horas)	107°C (Horas)	100°C (Horas)
< 15 cm	4 a 6	6 a 8	8 a 10
15-30 cm	12	24	36
30-45 cm	24	36	48
45-60 cm	36	48	60

Elaborado por: (Bayas, 2009)

Las diferencias de horas recomendadas en la Tabla N°3 se debe a las características mecánicas que tendrán el barniz o resina. A 120°C genera que el aislante sea más quebradizo y dispuesto a agrietarse; cuando sea sometido a las fuerzas nominales de trabajo de la

máquina. A 107° C la resina será elástica y para una mejor elasticidad a 100°C. Desde luego se debe seguir las recomendaciones del fabricante del dieléctrico para una mejor solución.

Pruebas de aislamiento

La condición de aislamiento se refiere al estado del devanado y tierra. La alta temperatura, humedad y contaminación provocan la disminución de la vida útil aislamiento (Noah, 2017).

La IEEE manifiesta que el aumento de la temperatura del aislamiento, sobre su valor nominal en un 10% reduce la vida útil del aislamiento de un motor en un 50%.

La humedad y contaminación, por otro lado, reduce las características dieléctricas del aislamiento, ambos aumentan la cantidad de electrones en la superficie del barniz facilitando el incremento de la corriente de fuga a niveles peligrosos.

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos sugiere tres pruebas eléctricas que permiten determinar la condición del aislamiento en una etapa de mantenimiento preventivo o predictivo: IEEE 43, 95 y 592.

IEEE 95

Esta norma describe el método de ensayo y sugiere tensiones de ensayo para el ensayo de alta tensión continua (HiPot). Este ensayo es un ensayo pasa no pasa que permite detectar problemas importantes que probablemente causen una falla en servicio (IEEE, 2002).

Esta prueba permitirá al grupo investigador determinar la calidad del curado del horno de secado. Y permitirá determinar valores adecuados en cuanto a tiempo y temperatura en el proceso de impregnación del barniz en los devanados del estator.

La norma aborda los siguientes aspectos:

Proveer de procedimientos uniformes para realizar testeos de aceptación de HiPot DC y, para realizar testeos rutinarios de mantenimiento en el principal terreno de aislamiento de los bobinados de máquinas eléctricas AC.

Para que la condición de aislamiento sea mejor abordada para que sea más efectivamente evaluada, se provee de una guía de análisis de variaciones de la corriente medida vs el voltaje aplicado.

Aplicaciones y limitaciones

Con respecto a los lugares o situaciones en las que es posible realizar los tests, el mismo puede ser llevado adelante en la fábrica, en el campo durante la instalación, después de una perturbación o después de que se haya extendido su vida útil, y/o de manera rutinaria durante la vida de la máquina. (MYG.la Motores y Generadores , 2017)

Es importante establecer que el aislamiento del bobinado tenga una mínima fuerza eléctrica, para asegurarnos de esto, generalmente son realizados tests de aceptación de alto voltaje directo.

Debido a que la fuerza eléctrica inherente del aislamiento sonoro está muy por encima del valor de prueba de calidad usual, las fallas durante los tests de aceptación a un voltaje apropiado indican que el aislamiento no es adecuado para servicio.

Podemos ver la eficiencia de los test de HiPot DC controlados y su particular importancia en contraposición con los test de aceptación tipo prueba, en hechos tales como que ofrecen ciertas ventajas. La variación en la corriente versus voltaje aplicado puede ser útil en el diagnóstico de ciertos defectos de aislamiento y modos de deterioro, y esto es posibilitado por la observación de corriente medida durante la aplicación controlada de voltaje.

Además, test de sobretensión controlada pueden tener la capacidad de detectar problemas de aislamiento inminente, mediante el reconocimiento de anomalías en la respuesta de corriente medida, permitiendo entonces, que el test puede discontinuarse antes de la falla en el aislamiento.

Los problemas de aislamiento que podrían ser detectados por parte de los test de voltaje directo controlado son: grietas o fisuras, contaminación superficial, resina no curada, absorción de humedad y vacíos en la laminación.

Diferencia entre la prueba HiPot DC y AC

1. En el caso de que el aislamiento se deteriore durante el testeo, el test de voltaje directo se encontrara en condiciones de provocar menor daño, debido a que la capacidad del suministro del test es pequeña y la energía de descargar de la falla es en gran parte almacenada en la capacitancia del devanado bajo prueba.
2. Menores descargas parciales ocurren durante un test de HiPot DC en comparación con los test de HiPot AC, por lo que hay un menor daño al aislamiento gracias al test de DC.
3. La unidad de suministro para el voltaje directo es relativamente menor y ligero, haciéndolo adecuado para transporte a la mayoría de los campos.
4. Las sobretensiones ocurren en el devanado del estator son generalmente de una naturaleza de oleada que parecen correlacionarse mejor con tensiones de voltaje directo que con tensiones de voltaje alterno.
5. Es posible obtener información importante acerca de los defectos de aislamiento y modos de deterioro a través de variaciones en corriente medida vs voltaje aplicado.

IEEE 43

Es el ensayo más ampliamente utilizado para diagnóstico de estatores de motores y generadores. El mismo determina problemas de contaminación en los bobinados. La resistencia de aislación y el índice de polarización se han usado por más de 70 años. Ambos ensayos se realizan con el mismo instrumento, y a la vez. La última revisión de la norma IEEE 43 fue en 2013. (IEEE, 2013)

El ensayo de resistencia de aislación mide la resistencia de la aislación eléctrica entre los conductores de cobre y el núcleo del estator. Idealmente esta resistencia es infinita, pero en la realidad tiene un valor finito. Generalmente, cuanto menor es el valor de la resistencia, mayor es la probabilidad de que exista un problema.

Figura N°4: Proceso del ensayo IEEE 95-2013.

	Tensión nominal del bobinado (V)	Tensión en CC del ensayo (V)
	<1000	500
	1000-2500	500-1000
	2501-5000	1000-2500
	5001-12000	2500-5000
>12000	5000-10000	

Fuente: (IEEE, 2013)

Por otro lado, la medida del índice de polarización (IP) es una variante del ensayo de resistencia de aislación. El IP es la relación entre las medidas de resistencia de aislación a los 10 minutos (R_{10}) y a 1 minuto (R_1) de aplicada la tensión de ensayo. Es decir:

$$IP = \frac{R_{10 \text{ minutos}}}{R_1 \text{ minuto}} \quad (\text{Ec.3})$$

Un IP bajo indica que el bobinado puede estar contaminado con aceite, suciedad o humedad. En el ensayo se aplica un valor alto de tensión continua entre los conductores y el núcleo.

Tabla N° 4: Valores recomendados para resistencia de aislamiento

Valor mínimo de resistencia de aislación (MΩ) 1 minuto	Tipo de equipo en prueba
kV + 1	Mayoría de bobinados hechos antes de 1970, y los no incluidos en los siguientes tipos de equipos
100	Mayoría de bobinados preformados de CA después de 1970
5	Mayoría de máquinas de bobinados aleatorias y preformados de menores a 1 kV, y armaduras de CC

Elaborado por: (IEEE, 2013)

Se hace referencia al tiempo porque la corriente generalmente no es constante. Esto es así pues existen cuatro corrientes que circulan al aplicar una tensión continua a la aislación del estator de un motor:

Corriente capacitiva

Cuando se aplica una tensión continua a un condensador, circula una alta corriente de carga al principio y luego decae exponencialmente. El tamaño del condensador y la resistencia interna de la fuente de continua determinan la velocidad de decaimiento de la corriente. El bobinado de un motor puede tener una capacidad total de 100 nF. La corriente decae a cero en menos de 10 segundos. Esta corriente capacitiva no brinda ninguna información que sirva para el diagnóstico y por eso se mide la resistencia de aislación una vez que ésta desaparece. (Fernandez, 2015)

Corriente de conducción.

Esta corriente se debe a los electrones e iones que migran a través de la aislación entre el cobre y el núcleo. Esta corriente circula si la aislación ha absorbido humedad, lo que puede suceder en sistemas de aislación termoplástica antiguas o en aislaciones modernas si han estado expuestas a la acción de agua por tiempo prolongado. Esta corriente también está presente si hay fisuras, cortes, orificios y existe contaminación que permita la circulación de corriente. Esta corriente es constante en el tiempo. En aislaciones modernas esta corriente es nula si no hay fisuras, dado que los electrones e iones no pueden moverse a través de resinas epoxi con mica. Aislaciones antiguas asfálticas con mica tienen corrientes de conducción dado que absorben humedad. Cuando esta corriente es importante es indicación de problemas. (Fernandez, 2015)

Corriente de fuga superficial.

Esta es una corriente continua constante que circula por la superficie de la aislación. Está causada por contaminación parcialmente conductora (aceite o humedad junto con polvo, suciedad, cenizas, químicos, etc.). En el caso ideal esta corriente es nula. Si esta corriente es grande es probable que exista un deterioro en la superficie. (Fernandez, 2015)

Corriente de absorción.

Esta corriente se debe a una reorientación de las moléculas polares presentes, al aplicarse un campo eléctrico de continua. Muchos materiales aislantes contienen moléculas polares que tienen un campo eléctrico interno debido a la distribución de los electrones dentro de la molécula. Un ejemplo es el agua. Cuando se aplica un campo eléctrico a través del agua, sus moléculas se alinean. La energía requerida para esta alineación la proporciona la corriente de la fuente de tensión continua. Una vez que las moléculas están todas alineadas la corriente se hace cero. Esta corriente, al igual que la capacitiva, no es indicio de nada bueno ni malo, es simplemente una propiedad de los materiales aislantes. (Fernandez, 2015).

IEEE 522

Conocido como el ensayo de Impulso o Surge permite determinar arcos eléctricos entre espiras debido a un debilitamiento del aislamiento. Estos arcos eléctricos aceleran el deterioro del aislamiento y producirán una falla inminente en la máquina. La idea del mantenimiento predictivo es la de hallar el arco eléctrico antes que este termine en una falla del motor. La prueba consiste en aplicar corrientes de impulso que generan ondas sinusoidales amortiguadas, y que deberán contrastarse al incrementarse el voltaje, entre las 3 fases o independientemente. Una distorsión de la onda nos indicará la existencia de un arco eléctrico. La Figura 5 nos muestra el punto de inicio de un arco eléctrico en un motor de 480 Voltios. (SKF, 2016)

Secado de motores eléctricos

Horno

Hornear el motor en un horno a una temperatura que no exceda los 90 grados centígrados, hasta que la resistencia de aislamiento se mantenga en un valor constante.

Resistencias externas

Encierre el motor con carpas o cubierta similar. Practique un hueco en la parte superior para que la humedad escape. Inserte unidades de calentamiento: resistencias o lámparas y

manténgalo hasta que la resistencia de aislamiento se mantenga prácticamente constante. Se recomienda que la temperatura dentro de la carpa no sobrepase los 85 grados centígrados. (MYG.Ia Motores y Generadore , 2017)

Corriente directa

Se recomienda el uso de una máquina de soldar para hacer circular corriente a través de los devanados del estator. El valor de corriente de DC deberá ser la mitad del valor de corriente de AC de la corriente nominal del motor al cual se le está aplicando la máquina de soldar. No se debe exceder los 65 grados centígrados, leídos con termómetro en los devanados.

Esta práctica cuando se aplica a los motores sincrónicos, es recomendable ya que la corriente que pasa por el estator deberá secar tanto el devanado del estator como el rotor. Se aconseja que al rotor no se le haga ningún tipo de conexión con el fin de no dañar los campos y o la excitatriz. Se aconseja además que para acelerar el proceso de secado se le encierre en una carpa y tenga la parte superior abierta para que salga la humedad. (MYG.Ia Motores y Generadore , 2017)

Corriente alterna

Con el rotor bloqueado usando aproximadamente el 10% del voltaje nominal, pase corriente a través del devanado. La corriente se puede incrementar gradualmente hasta que la temperatura alcance un valor de 90 grados centígrados. Esta temperatura no debe ser excedida. Mantenga esta temperatura hasta que la resistencia de aislamiento sea prácticamente constante. (MYG.Ia Motores y Generadore , 2017)

Cortocircuito

Para motores sincrónicos, el estator puede ser secado llevando el rotor a su velocidad nominal mediante un elemento motor, los terminales del estator deben estar cortocircuitados. La excitación de campo debe ser tal que produzca la corriente de full carga en el estator. Esto puede requerir resistencia extra en serie con el devanado de campo para limitar la corriente del estator. (MYG.Ia Motores y Generadore , 2017)

Fundamentos básicos de Hornos Industriales

Los hornos industriales o también conocidos como hornos eléctricos por resistencias, son equipos o dispositivos utilizados en la industria y que tienen por objeto calentar piezas o elementos colocados en su interior, a una temperatura por encima del ambiente. El objeto de este calentamiento puede ser muy variado, es así que podemos tener que:

- Alcanzar la temperatura necesaria para que se produzcan las reacciones químicas necesarias para la obtención de un determinado producto.
- Cambios de estado (Fusión de los metales y vaporización).
- Ablandar para una operación de conformado posterior.
- Tratar térmicamente para impartir determinadas propiedades.
- Recubrir las piezas con otros elementos, operación que se facilita frecuentemente operando a temperatura superior a la del ambiente (Vitrificado de los productos cerámicos).

Aplicaciones de los Hornos Industriales o Eléctricos por Resistencias

Se puede también plantear las aplicaciones de los hornos industriales en relación con el procedimiento o procesos utilizados. Desde este punto de vista se clasifican de la siguiente forma:

- Sinterizado y calcinación.
- Fusión de metales.
- Calentamiento de los materiales.
- Tratamientos térmicos de metales.
- Otros procesos para materiales no metálicos, por ejemplo, vulcanizado de gomas y tratamientos de plásticos.
- Recubrimiento de piezas metálicas y no metálicas.
- Secado, en general, reducción del contenido de humedad en ciertos elementos (bobinas, etc.).

Clasificación de los Hornos de Resistencia Eléctricos

La clasificación adoptada es la siguiente:

- Hornos de fusión.
- Hornos de recalentamiento.
- Hornos de tratamientos térmicos.

Factores para una correcta elección de un horno de resistencias eléctricas

Para una elección correcta de un horno se debe tener en cuenta los tres criterios principales siguientes:

- Requerimiento y datos del usuario.
- Posibilidades tecnológicas del constructor.
- Posibilidades económicas.

Requerimiento y datos del usuario

Exigencias técnicas: Resolver un problema concreto de fabricación dentro de un contexto industrial.

- Carga a tratar:
- Naturaleza y forma de la carga.
- Naturaleza del material.
- Temperatura inicial.
- Tratamiento:
- Ciclo temperatura-tiempo.
- Temperatura normal de utilización, máxima y mínima.
- Precisión de temperatura requerida.
- Producción:
- Producción horaria o por ciclo/carga.
- Utilización del equipo (horas, días, semanas, etc.).

Posibilidades tecnológicas del constructor

- Comprobar que el ciclo de temperatura requerido es realizable en condiciones industriales razonables.
- Determinar el horno alrededor de:
- La carga cuando se trata de cargas unitarias grandes.
- La producción, que es el caso más frecuente, cuando se trata de un gran número de piezas unitarias.

Posibilidades económicas

Se refiere a la unidad productiva (horno), es la suma de los siguientes factores principales:

- Costo de energía.
- Costo de mano de obra directa.
- Costo de la mano de obra de control y supervisión.
- Costo de materiales consumibles.
- Amortización de la instalación.
- Costo de mantenimiento.

Regulación de la temperatura

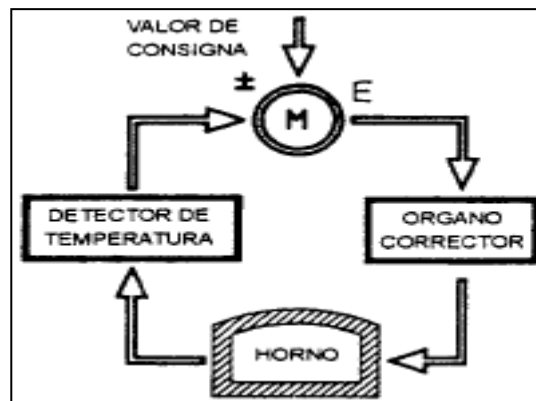
En un equipo de regulación de temperatura se distinguen tres elementos fundamentales:

El detector propiamente dicho (termopar)

El aparato de medición y control, el cual envía una señal de actuación.

El órgano regulador, el cual recibe la señal del anterior y actúan, sobre la entrada de corriente en los hornos calentados eléctricamente.

Figura N°5: Esquema de la regulación de un horno



Fuente: https://vignette2.wikia.nocookie.net/ceramica/images/6/6a/Horno_a358

Como detectores de temperatura se emplean:

- Termómetros de dilatación (de sólido-lámina bimetálicos, de líquidos como el mercurio, alcohol, de gases y vapores)
- Termómetros de resistencia eléctrica y transmitancia hasta 500 °C.
- Termopares o pirómetros termoeléctricos hasta 1 400°C.
- Lunetas de radiación a partir de los 900 °C.

De todos ellos los más utilizados en la industria son los termopares (termocupla).

Son también importantes las cañas de protección de los termopares (metálicas y cerámicas) y los hilos de compensación, adecuados a cada tipo de termopar, de unión entre éste y el aparato de regulación.

Controladores de Temperatura

Como el nombre indica, un Controlador de temperatura es un instrumento usado para el control de la temperatura. El controlador de temperatura tiene una entrada procedente de un sensor de temperatura y tiene una salida que está conectada a un elemento de control tal como un calentador o ventilador. Para controlar con precisión la temperatura del proceso sin la participación continua del operador, un sistema de control de temperatura se basa en un controlador, el cual acepta un sensor de temperatura tal como un termopar o RTD como entrada. (Morales, 2017)

Se compara la temperatura real a la temperatura de control deseada, o punto de ajuste, y proporciona una salida a un elemento de control. El controlador solo es una parte del sistema de control, y todo el sistema debe ser analizado para elegir un controlador adecuado. Los siguientes puntos deben ser considerados al seleccionar un controlador:

1. Tipo de sensor de entrada (termopar, RTD) y rango de temperatura
2. Tipo de salida requerida (relé electromecánico, SSR, salida analógica)
3. Algoritmo de control necesario (encendido / apagado, proporcional, controlador PID)
4. Número y tipo de salidas (calor, frío, alarma, límite)

Control On/Off

Es la forma más simple para el control de temperatura. La salida del dispositivo está encendida o apagada, sin un estado medio. Un controlador ON/OFF cambia la salida sólo cuando la temperatura atraviesa el punto de ajuste. Para el control del calentamiento, la salida se activa cuando la temperatura está por debajo del punto de ajuste, y se apaga cuando está por encima del mismo. Cada vez que la temperatura cruza el punto de ajuste, el estado de la salida cambia, la temperatura del proceso oscila continuamente, entre el punto de ajuste. En los casos en que este ciclo se produce rápidamente, y para evitar daños a los contactores y válvulas, se añade un diferencial de encendido y apagado, o "histéresis", a las operaciones del controlador. Este diferencial requiere que la temperatura exceda del punto de ajuste por una cierta cantidad antes de que se active o desactive de nuevo. (Morales, 2017)

Propiedades del acero A36 a altas temperaturas

El acero A36 es un acero de carbono templado, con una estructura química muy simple. Debido a que la estructura química es tan simple, el acero es más barato para fabricar, razón por la cual es utilizado en una amplia gama de industrias.

Química del acero A36

El acero A36 tiene un contenido de carbono de sólo 0,26 por ciento, clasificándolo como un acero bajo en carbono. Otros elementos en la aleación incluyen manganeso (0,75 por ciento),

azufre (menos del 0,05 por ciento) y fósforo (menos del 0,04 por ciento). Esta composición química simple se traduce en un acero con una resistencia moderada y en un menor punto de fusión en comparación con los demás aceros. (ASTM International Especificaciones, Estanda Para el acero estructural de carbono ASTM A36, 2014)

Propiedades a alta temperatura dela acero A36

Según un estudio de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (Federal Emergency Management Agency (FEMA)), aunque el A36 es un material con una estructural excelente, pierde gran parte de su resistencia, rigidez y resistencia a la tracción al ser expuesto a altas temperaturas. De acuerdo con las gráficas del estudio de la FEMA, tiene una medida de deformación máxima de más de 70 kilogramos por pulgada cuadrada a 200 grados celsius. Sin embargo, a 600 grados celsius, todavía muy por debajo del punto de fusión, la tensión máxima en el acero es de aproximadamente 23 MPa. El límite de elasticidad y la fuerza global del A36 sigue un patrón similar de degradación aguda a altas temperaturas (Milke, 2016)

Logo 8 12/24 RCE

(SIEMENS, SIEMENSLOGO, 2014))Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo. Pero la palabra clave e importante es programable, que no programado. Básicamente funciona de la siguiente manera: al LOGO! le vas a dar como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO! va a dar unos datos de salida.

Esto en el mundo real se traduce en unos pulsadores, manetas, sensores etc (datos de entrada), un procesamiento en el LOGO y una activación o no de salidas de relé (datos de salida).

Figura N°6: Logo 8 a emplearse en el control



Fuente: (SIEMENS, SIEMENSLOGO, 2014)

Características de los nuevo LOGO 8

- Habrá como hasta ahora equipos con display y sin el concretamente, y al menos de momento, 4 equipos básico que tendrán pantalla y otros tanto que serán logo puro sin ella.
- Todos los equipos dispondrán de interfaz internet.
- Todos los equipos vendrán con servidor web.
- Para copiar y almacenar datos, pasaremos de las memorias actuales a las tarjetas SD estandard (lo cual agradecerás seguramente).
- Conexión en red de hasta 2 veces 8 equipos Basic en Ethernet.
- Comunicación con equipos Simatic, paneles y servidores OPC basados en protocolo S7.
- Los programas pueden ser de hasta 400 bloques de función en todos los equipos Basic.
- 64 marcas analógicas.
- 64 marcas digitales.
- Función de reloj astronómico que permitirá usar el logo para el encendido y apagado de luces.
- Zona de direccionamiento de periferia ampliada (24 DI, 20 DO, 8 AI y 8 AO)
- Mismas versiones de tensión que el LOGO! 6 (12/24V, 230V)

Fuente de logo power IN 110/220 OUT

(SIEMENS, LOGO!Power, 2017) Las mini fuentes de alimentación con diseño de módulos lógicos ofrecen muchas prestaciones en un espacio mínimo: El rendimiento se ha mejorado en todo el rango de potencia y ha reducido a la mitad las pérdidas en vacío. La entrada de rango amplio para redes monofásicas, la posibilidad de conexión a redes de corriente continua, el amplio rango de temperatura de empleo, las numerosas homologaciones así como el extra de potencia disponible para conectar cargas resistivas permiten su uso universal. Estas fiables fuentes de alimentación en caja plana con perfil lateral escalonado pueden integrarse con gran flexibilidad en numerosas aplicaciones, por ejemplo en cajas de distribución eléctrica.

Figura N°7: Fuente de logo power para alimentación al logo 8



Fuente: (SIEMENS, LOGO!Power, 2017)

Resumen de las ventajas

- **Amplia gama:**
Fuentes de alimentación estabilizadas con 5 V, 12 V, 15 V y 24 V de salida, hasta 100 vatios.
- **Poca anchura:**
Reducción de 18 mm en cada clase de potencia.
- **Alta eficiencia energética:**
Rendimiento de hasta un 90% en todo el rango de carga así como pérdidas en vacío inferiores a 0,3 W.

- **Aplicación global:**

Rango de temperatura de empleo ampliado de -25 °C a $+70\text{ °C}$ y homologaciones en todo el mundo.

- **Monitor de intensidad:**

Simple medida de la intensidad de salida sin necesidad de abrir circuitos, es decir, sin interrumpir la alimentación en continua.

- **Montaje flexible:**

Por fijación sobre perfil DIN o pared en diversas posiciones.

- **Fiabilidad de funcionamiento:**

Conexión sin problemas e cargas con altas intensidades de cierre gracias a reservas de potencia al arrancar así como intensidad constante de salida en caso de sobrecarga.

Logo 8 AM2 RTD 2 entradas análogas

(Automation24, 2012-2017). El módulo de expansión LOGO! AM2 RTD - 6ED1055-1MD00-0BA2 de Siemens dispone de protección IP20 y una tensión de alimentación de 12/24V DC. Tiene dos entradas analógicas disponibles, las cuales se pueden usar para la conexión de sensores de temperatura Pt100/Pt1000 con un rango de temperatura de $-50\text{...}+200\text{ °C}$. Los controladores Siemens LOGO!8 son usados, por ejemplo, en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

Figura N°8: LOGO! AM2 RTD módulo de expansión



Fuente: (Automation24, 2012-2017).

Tabla N° 5: Características técnicas

Resumen de las características técnicas	
Tipo	Módulo de expansión
Entrada	2
Utilizable como analógico	2 x Pt100/Pt1000
Voltaje de entrada/Suministro	12/24 V DC
Rango admisible	10,8...28,8 V DC
Montaje	Sobre carril DIN 35 mm (2 UN)
Dimensiones	36 (2 UN) x 90 x 53 mm
Temperatura ambiente mín.	0 °C
Temperatura ambiente máx.	55 °C
Protección	IP20

Elaborado por: (Automation24, 2012-2017).

Display de texto Logo RDE para Logo 8

(Logo, 2017) El Nuevo display de 6 líneas y 16 caracteres por línea duplica el tamaño de los mensajes posibles de visualizar. Mensajes más claros. Display claro y sencillo. Permite al operador conseguir información fácil y utilizar menos abreviaturas para los mensajes de texto. Esto facilita su fácil lectura y entendimiento, así como el manejo de las opciones de operación, permitiendo un mayor diagnóstico vía display. El operario podrá resaltar sus mensajes o alarmas mediante iluminación naranja, blanca o roja. Esto permite resaltar visualmente alarmas o estado de alertas.

Figura N° 9: Pantalla display



Fuente: (SIEMENS, Masvoltaje)

LOGO! TDE DISPLAY TEXTOS, consta de 6 líneas de texto, 3 colores de fondo 2 puertos internet accesorios de montaje, para logo! 8.

Contactor AF38-24-60 VDC/AC

(ABB) El contactor AF admite tanto AC como DC. Con la gama completa de contactores AF, mejora la funcionalidad. Sin embargo, la cantidad total de variantes de productos se reduce en un 90 % en comparación con una gama convencional. Se necesitan solo cuatro bobinas para 24 V AC, 20 V DC a 500 V AC / DC.

Figura N°10: Contactor ABB del control de temperatura



Fuente: (ABB, 2017)

PT 100 Tipo Bayoneta

(Directindustry, 2017) Pt100-sensors son generalmente frágiles comparados a los termopares metal-forrados. Vibrando ambientes Pt100s no debe ser la primera opción aunque hay algunos diseños del sensor que sobrevive vibraciones moderadas. Por otra parte la gran ventaja del Pt100 es su estabilidad extensa y así propiedades considerablemente más fiables comparadas a termocouplas.

Figura N°11: Pt 100 bayoneta



Fuente: <https://www.jmi.com.mx/images/stories/sensores/.jpg>

Breaker riel

Breaker riel din de 2 polos en 1, 3 y 6 amperios marca CHINT con un voltaje máximo 277v y capacidad de ruptura de 3KA.

Figura N°12: Breaker riel



Fuente: (Otece, 2017)

Luz piloto verde

(Unicrom, 2016) Esta luz piloto de baja potencia tiene como propósito darnos un aviso visual de que tenemos encendido un equipo electrónico. Mientras el equipo electrónico esté funcionando la luz piloto está encendida demostrando que hay consumo de energía.

Figura N°13: Luz led verde



Fuente: (SIEMENS, Pilotos de Señalización, 2015)

9. HIPÓTESIS

Si diseña y construye un secador eléctrico automático de aire forzado, permitirá el control de temperatura y tiempo del proceso de secado del barniz de los bobinados en motores.

10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Métodos

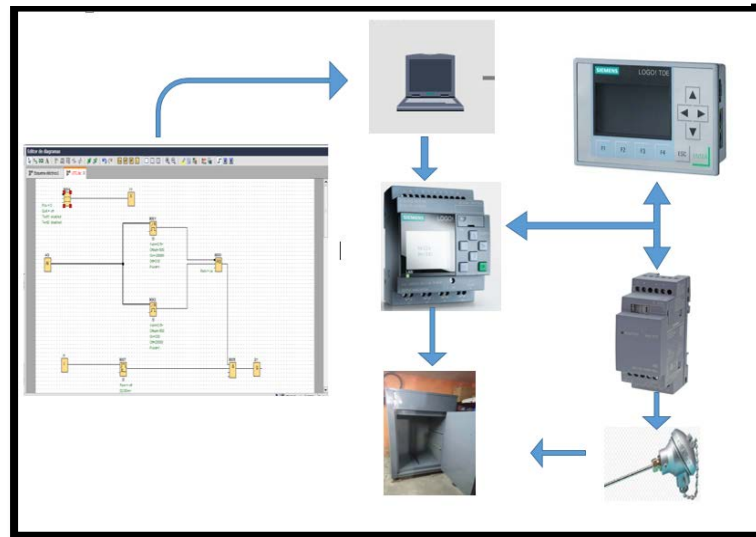
De lo expuesto anterior para el desarrollo de este proyecto se necesita emplear el método científico y métodos de análisis para el diseño del secador automático de aire forzado que permitirán realizar la construcción del secador y seleccionar los elementos adecuados para el control de la temperatura y tiempo del proceso.

Los métodos que se utilizó consisten en obtener calor a través de la energía eléctrica para un secador el cual permitirá realizar del secado del barniz en motores debido a ello se creó un

hipótesis para la construcción del secador y permitir controlar el tiempo y temperatura del proceso.

La metodología de diseño se describe en la Figura N°14.

Figura N°14: Metodología del diseño



Fuente: Benites E. Llano L.

- 1) Determinación de los materiales y dimensionamiento del secador.
- 2) Diseño y construcción de un secador eléctrico de aire forzado, selección de materiales y equipos para la elaboración del sistema de control.
- 3) Implementación del secador con cada uno de sus componentes.

Técnicas

Como principal técnica se utilizó la observación científica con lo cual se determinaron los parámetros técnicos del secador eléctrico de aire forzado esta técnica se utilizó a la par con la técnica de selección para el dimensionamiento del secador.

Instrumentos

Se utilizaron instrumentos de medición para las pruebas de funcionamiento del secador como el megahmetro para medir el nivel de aislamiento de las bobinas, voltímetro y

amperímetro que nos permitieron medir el voltaje y corriente que se está empleando en el sistema de control.

Tabla N° 6: Operacionalización de las variables

VARIABLES	METODOLOGÍA	INSTRUMENTOS	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
Temperatura	Experimental	PT 1000	°C	Se determinará la temperatura máxima y mínima del proceso de secado.
Tiempo	Experimental	Reloj digital	Horas (h)	Se determinará el tiempo que dure el proceso de secado

Elaborado por: Benites E. Llano L.

Cálculo de la estructura

Para determinar las características, lo haremos en base a un cálculo y estos resultados los compararemos con los determinados por el fabricante de perfiles metálicos para la construcción.

$$R_A = R_B = \frac{W}{2} \quad (\text{Ec.4})$$

Donde:

W= peso de la carga

R_A= reacción en el punto A

R_B= reacción en el punto B

Diseño geométrico de la estructura

Se lo escoge de acuerdo a las dimensión de la carga también se debe considerar que existe una circulación de aire forzado para lo cual se debe tener un espacio suficiente para que se efectúe el proceso.

El diseño del secador consta de tres cámaras

- Cámara Interior
- Cámara Intermedia
- Cámara Exterior

Potencia térmica

Es necesario una cantidad de energía lo suficiente para generar el calor acumulado en el interior de la cámara del secador. Mientras mayor sea la temperatura de trabajo mayor será las pérdidas de calor. Al ser la temperatura de trabajo 200 °C se considera una temperatura elevada.

Cantidad de calor necesario

Las cantidad de calor necesario que se requiere en el secador se lo obtiene sumando el calor absorbido por la carga y las pérdidas de calor propias en el secador.

$$Q_S = Q_P + Q_C \quad (\text{Ec.5})$$

Donde:

Q_S = calor suministrado por el sistema

Q_P = perdidas por calor

Q_C = calor absorbido por la carga

Descomponiendo el contenido de las pérdidas de calor se desglosa en: pérdidas por conducción por las paredes de la máquina, perdidas por radiación y convección desde la cámara exterior hacia el ambiente.

$$Q_S = (Q_k + Q_{cv} + Q_r) + Q_c \quad (\text{Ec.6})$$

Donde:

Q_p = perdidas de calor

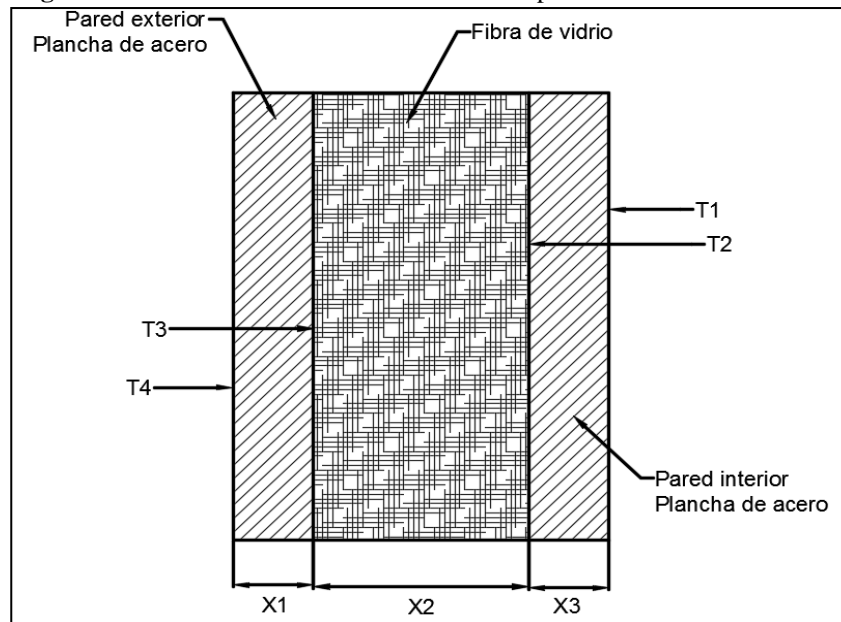
Q_k = perdidas por acumulación de calor en las paredes, por conducción

Q_{cv} = pérdidas por convección desde la parte exterior del secador

Q_r = pérdidas por radiación desde la parte exterior del secador.

Se considera el contacto térmico entre las diferentes superficies de las diferentes capas de aislamiento y la estructura como ideales. El flujo calorífico entre las capas es inversamente proporcional al espesor de la pared. En régimen permanente es constante en todas las capas.

Figura N°15: Localización de las diferentes temperaturas



Fuente: Benites E. Llano L.

$$q = \frac{T_{\text{int}} - T_1}{R_1} = \frac{T_1 - T_2}{R_2} = \frac{T_2 - T_3}{R_3} = \frac{T_3 - T_4}{R_4} = \frac{T_4 - T_a}{R_5} \quad (\text{Ec.7})$$

$$R_1 = \frac{1}{h_{\text{int}} * A}; R_2 = \frac{X_1}{K_1 * A}; R_3 = \frac{X_2}{K_2 * A}; R_4 = \frac{X_3}{K_3 * A}; R_5 = \frac{1}{h_a * A} \quad (\text{Ec.8})$$

Donde:

T_{int} : temperatura interior de la cámara

h_{int} : coeficiente de transferencia hacia un medio circundante

T_a : temperatura ambiental

h_a : coeficiente de transferencia de calor para el ambiente

T_1, T_2, T_3, T_4 : temperaturas de contactos entre las diferentes placas

R : resistencia térmicas

K : coeficiente de transferencia de calor entre las placas

A : área lateral

Cálculo de las pérdidas por acumulación

Para el cálculo de las pérdidas por acumulación de calor en las paredes aislantes se utiliza la ecuación 9 Donde es directamente proporcional al producto de la masa del cuerpo, el calor específico del cuerpo y la variación de la temperatura.

$$Q_k = m * C_p * \Delta T \quad (\text{Ec.9})$$

Donde:

Q_k = calor acumulado debido a la conducción (Kcal).

m = masa del cuerpo que acumula el calor (43.4Kg material aislante).

C_p = calor específico del cuerpo (K cal / Kg °C material aislante).

ΔT = variación de la temperatura del cuerpo (°C).

Se define las pérdidas de calor por convección natural ya que existe una diferencia de temperaturas entre la carga y el aire circundante. Generando un gradiente de densidades desde la superficie hasta las zonas más alejadas. Provocando una fuerza de flotación en el fluido más cercano a la carga. Este efecto está en función de los parámetros Numero de Nusselt (Nu), Numero de Prandtl (Pr=0.72) y Numero de Grashof (Gr). Relacionados en las siguientes ecuaciones.

$$Nu = \frac{hc * L_c}{K} \quad (\text{Ec. 10})$$

$$Gr = (\Delta T * \beta) \frac{L^3 * \rho^2 * g}{\mu^2} \quad (\text{Ec.11})$$

$$Pr = \frac{\mu * C_p}{K} \quad (\text{Ec.12})$$

Donde:

Nu = número de nusselt (adimensional)

Gr = número de grashof (adimensional)

Pr = número de prandtl(adimensional)

hc = coeficiente conectivo

β = coeficiente de dilatación del aire (1/288°K)

Es necesario determinar las características del sistema: régimen Laminar o turbulento. Para ello se procede al cálculo de la temperatura media.

$$T_m = \frac{T_s + T_f}{2} \quad (\text{Ec.13})$$

Donde:

$$Nu = 0.7$$

$$\text{Diferencia de temperatura } 27^\circ\text{C} = 298^\circ\text{K}$$

$$\text{Longitud de contacto (Lc)} = 0.8 \text{ m}$$

$$\text{Densidad del aire } (\rho) = 1.09 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Gravedad (g)} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Viscosidad del aire } (\mu) = 0.1 \text{ kg/h}\cdot\text{m}$$

$$\text{Conductividad del aire (k)} = 0.0243 \text{ kcal/h}^2\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$$

Pérdidas en la cara superior e inferior del secador

$$Q_c = hc * A * \Delta T \quad (\text{Ec.14})$$

Donde:

$$hc = \text{coeficiente de película convectivo } 7.63 \text{ Kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$$

$$A = \text{superficie exterior horizontal } 0.64 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = \text{diferencia de temperatura } 25^\circ\text{C}$$

Pérdidas en la cara lateral del secador

$$Q_c = hc * A * \Delta T \quad (\text{Ec.15})$$

Pérdidas de calor por radiación

Las pérdidas por radiación se definen por la emisión y absorción de energía radiante sobre cuerpos sólidos. Definido en la ecuación:

$$Q_r = \varepsilon * \sigma * A * (T_s^2 - T_s^4) \text{ kcal/h}$$

(Ec.16)

Donde:

ε = emisividad de la superficie (0.9)

σ = constante universal ($4.965 \times 10^{-8} \text{Kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}$)

A = área de superficie emisora (5.1 m²)

T_s^2 = temperatura de superficie emisora (T_s) = ($40^\circ\text{C} = 313\text{K}$)

T_s^4 = temperatura ambiente (T_a) = ($15^\circ\text{C} = 288\text{K}$)

Las pérdidas totales de todo el equipo. Tanto por convección y por radiación es:

$$Q_p = Q_k + Q_{cv} + Q_r \quad (\text{Ec.17})$$

Cálculo del calor total suministrado por el sistema

Determinadas las pérdidas de calor y la cantidad de calor absorbido por la carga la cantidad de calor necesario para dimensionar el proyecto queda definido por:

$$Q_s = Q_p + Q_{\text{cargaTotal}} \quad (\text{Ec. 18})$$

Dimensionamiento de las resistencias

El cálculo está influenciado por la potencia necesaria, la tensión de red (red bifásica 220 V), la temperatura de las resistencias aleación Fe-Cr-Al (Kanthal 200°C), la carga específica de 5 W/cm².

$$P_T = 2 V_L * I_L * f_p \quad (\text{Ec.19})$$

Donde:

P_T = potencia total

V_L = voltaje de línea

I_L = corriente e línea

f_p = factor de potencia

Cálculo del aire forzado

Para este cálculo se requiere conocer la temperatura a la que va a llegar el secador, conociendo dicho valor que será dado en °C procedemos a transformarlo en °F.

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} * ^{\circ}\text{C} \quad (\text{Ec.20})$$

11. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Requerimientos del taller

El taller proporciona servicios de rebobinado, mantenimiento eléctrico-mecánico de motores de hasta 10 HP. Para complementar sus servicios requiere la implementación de un horno de secado de motores con tal capacidad. En la Tabla N°8.

Tabla N° 7: Características físicas de un motor de 10 hp

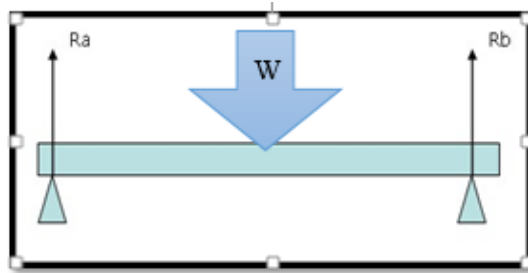
Hp	Eje(mm)	Peso(kg)
Monofásico	38	65
Trifásico	38	63

Elaborado por: (WEG Catalogo, 2017)

La estructura del secador debe soportar un peso de 65 Kg, esta deberá reunir características como: resistencia, durabilidad y seguridad.

Peso a soportar de la estructura

Con el peso de la carga (W), el cual está ubicado en el punto medio, a lo largo de la estructura (740 mm) Con este dato procedemos a calcular las reacciones (RA, RB) que tendrá la estructura en ciertas partes, como se ve la Figura N°16.

Figura N°16 : Esquema de la estructura

Fuente: Benites E. Llano L.

$$R_B = \frac{65 \text{ Kg}}{2} = 32.5 \text{ Kg}$$

El material de la carga está conformado en su mayoría de cobre magneto. Cuyas características térmicas se definen en la Tabla N° 7

Calor específico a 200 °C	0.09 kcal/kg*°C
Conductividad térmica	321.79 kcal/hr*m*°C
Densidad (kg/m3)	8.954
Emisividad	0.015

Tabla N° 8: Características térmicas del conductor Cobre magneto

Elaborado por: Conelsa, 2017

Las dimensiones básicas de la cámara de curado de barniz se determinan en: ancho de 740 mm, altura 1000 mm y profundidad de 640 mm. Es decir, un volumen de 0.47 m³. Revisar volumen.

Tabla N° 9: Condiciones meteorológicas del Taller

Lugar	Cantón Mejía, Parroquia Machachi, provincia Pichincha
Altitud (m)	2640
Temperatura media	15 °C
Temperatura mínima	10 °C
Humedad relativa	52%
Presión atmosférica	73.4 kPa

Elaborado por: INAMI, 2016

La temperatura de operación del proyecto deberá variar de acuerdo a las recomendaciones de los diferentes fabricantes de barniz dieléctrico para rebobinaje de motores.

Tabla N° 10: Características del acero y lana de vidrio

Material	Densidad () kg/m³	Conductividad térmica (k) W/m^{°K}	Calor específico (Cp) J/kg^{°K}
Láminas de acero	7850	58	460
Lana de vidrio	18	0.04	660

Elaborado por: Benites E. Llano L.

Los valores obtenidos de la aplicación de las ecuaciones se definen en la siguiente tabla:

Tabla N° 11 Valores obtenidos

Espesor de la lana de vidrio (X2) pulgadas	Flujo de calor (q) kcal/h*m²	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)
1	128	200	80	40	30
2	91.43	200	102.86	40	30

Elaborado por: Benites E. Llano L.

Se opta por un aislante inorgánico y exequible tanto en precio y para futuros mantenimientos: lana mineral o fibra de vidrio.

Tabla N° 12: Propiedades térmicas de la fibra de vidrio

Temperatura máxima (°C)	700 °C
Conductividad térmica (kcal/hr*m*°C)	0.04
Densidad (kg/m³)	40
Calor específico (kcal/kg*°C)	0.201

Elaborado por: Benites E. Llano L.

A continuación, se detalla los valores utilizados en las ecuaciones:

Tabla N° 13: Características del acero y lana de vidrio

Material	Densidad (ρ) kg/m³	Conductividad térmica (k) W/m^oK	Calor específico (Cp) J/kg^oK
Láminas de acero	7850	58	460
Lana de vidrio	18	0.04	660

Elaborado por: Benites E. Llano L.

Se optó por utilizar un espesor de pared de fibra de vidrio de 2 pulgadas (5 cm). En el mercado nacional están disponible bajo este estándar. Facilitando su mantenibilidad.

Perdidas por acumulación de calor en las paredes aislante

$$Q_k = 45.3 \text{ kg} * 0.201 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} * ^\circ\text{C}} * (200 ^\circ\text{C} - 40 ^\circ\text{C}) = 1456.84 \text{ kcal}$$

$$Q_k = \frac{1456.84 \text{ kcal}}{1 \text{ hora}} = 1456.84 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 1694.31 \text{ W}$$

Considerando una temperatura de superficie en la pared del horno de 40 °C y una temperatura ambiental de 15°C.

$$T_m = \frac{T_s + T_f}{2} = \frac{40 + 15}{2} = 27 ^\circ\text{C}$$

La presión atmosférica de la ciudad de Machachi 73.4 kPa las características del aire son:

$$Nu = 0.7$$

$$\text{Diferencia de temperatura } 27^\circ\text{C} = 298^\circ\text{K}$$

$$\text{Longitud de contacto (Lc)} = 0.8 \text{ m}$$

Densidad del aire (ρ) = 1.09 kg/m³

Gravedad (g) = 9.8 m/s²

Viscosidad del aire (μ) = 0.1 kg/h*m

Conductividad del aire (k) = 0.0243 kcal/h²*m*°C

$$Gr = \frac{298}{288} * \frac{0.8^2 * 1.093^2 * 9.8}{0.1^2} * 3600^2 = 8 \times 10^9$$

$$Gr * Pr = 8 \times 10^9 * 0.72 = 5.78 \times 10^9$$

Según la Tabla N° 13 el régimen es turbulento. Entonces el coeficiente de película conectivo queda definido por:

$$hc = Nu \frac{k}{Lc} = \frac{251.25 * 0.0243}{0.8} = 7.63 \frac{\text{kcal}}{\text{h} * \text{m}^2 * ^\circ\text{C}}$$

Tabla N° 14: Características de los fluidos

Régimen laminar	$10^5 < Gr*Pr < 2 \times 10^7$
Régimen Turbulento	$2 \times 10^7 < Gr*Pr < 3 \times 10^{10}$

Elaborado por: Benites E. Llano L.

Perdidas por convección

Determinadas las variables que intervienen en las pérdidas de calor por convección en cada superficie se obtiene los siguientes valores.

Tabla N° 15: Total de pérdidas por convección

Perdida cara superior e inferior del secador	122 kcal/h
Perdidas Caras laterales del secador	474.12 kcal/h
Total de perdidas	718.12 kcal/h

Elaborado por: Benites E. Llano L.

Perdida por radiación

Obtenemos la pérdida por radiación:

$$Q_r = 0.9 * 4.965 \times 10^{-8} * 5.1 * (313^2 - 288^4) = 621.9 \text{ kcal/h}$$

Pérdidas totales de todo el secador

Tabla N° 16: Las pérdidas por convección y por radiación

Pérdidas totales del equipo (Qp)	$\frac{kcal}{h}$
Acumulación en las paredes aislantes (Qk)	1456.84
En las caras (Qcv)	718.12
Por radiación (Qr)	621
Total	2801.96

Elaborado por: Benites E. Llano L.

Calor total suministrado por el sistema

Para obtener el total del calor suministrado por el sistema transformando las pérdidas totales del equipo en watt obteniendo un valor de 3258.68 W , el valor total absorbido por la carga se obtuvo mediante la recolección de datos es de 254.697 W

Tabla N° 17: Potencia suministrada por el secador

Perdidas	Watt
Pérdidas totales del equipo (Qp)	3258.68
Perdidas absorbidas por la carga	254.697
Calor suministrado por el sistema (Qs)	3513.377

Elaborado por: Benites E. Llano L.

Considerando un factor de seguridad de 2. La potencia para dimensionar el secador es de 7026.754 W o 7.02 kW.

Dimensionamiento de las resistencias

El fabricante “VEGA OMEGA” dispone de resistencia Kanthal tubulares con conexiones que soportan altas temperaturas. Encontramos resistencia de 1000w y 2000w por lo que consideramos para nuestro proyecto 6 resistencias de 1000 w Kanthal del fabricante “Vega Omega” calculamos la corriente necesaria para su funcionamiento

$$I_L = \frac{PT}{2VL * fp} = \frac{6 \text{ kW}}{2(220) * 1} = 13.6 \text{ A}$$

Entonces se implementa el sistema con 6 resistencias tubulares de 1000 W en conexión paralelo para suplir la carga térmica necesaria en el sistema.

Total de aire forzado requerido por el sistema

El secador debe llegar a una temperatura máxima de 200°C por lo tanto:

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} * 200^{\circ}\text{C} + 32 = 392^{\circ}\text{F} = 400^{\circ}\text{F}$$

Con el valor obtenido en °F observamos en la Tabla N°18, que para un valor de temperatura en °F corresponde un factor de elevación de temperatura, indicando también los CFM correspondientes que debe tener el ventilador.

El valor que vamos a obtener será en la tabla será el cual nos dará la cantidad de aire que va a generar el ventilador para que cumpla con los requerimientos del secador.

Tabla N° 18: Factor de elevación de temperatura

Amt. of Air CFM	Temperature Rise (°F)										
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
100	1,7	3,3	5	6,7	8,3	10	11,7	13,3	15	16,7	20
200	3,3	6,7	10	13,3	16,7	20	23,3	26,7	30	33,3	40
300	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60
400	6,7	13,3	20	26,7	33,3	40	46,7	53,3	60	66,7	80
500	8,3	16,7	25	33,3	41,7	50	58,3	66,7	75	83,3	100
600	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120
700	11,7	23,3	35	46,7	58,3	70	81,7	93,3	105	116,7	140
800	13,3	26,7	40	53,3	66,7	80	93,3	106,7	120	133,3	160
900	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	180
1000	16,7	33,3	50	66,7	83,3	100	116,7	133,3	150	166,7	200
1100	18,3	36,7	55	73,3	91,7	110	128,3	146,7	165	183,3	220
1200	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	240

Elaborado por: (BLOWER)

En la Tabla N°18, se toma el valor más bajo (13.3) ya que el aire que va a circular por la cámara esta en recirculación por lo cual no necesita mayor presión.

Por lo cual se define para una temperatura de 200 °C (400 °F) se requiere un ventilador centrífugo con la capacidad de 100 CFM. El fabricante Dayton el ventilador más cercano de 146 CFM de 115 Vac y 0.75 A que se encontró en el mercado.

Construcción del secador

Los pasos para la fabricación del secador son los siguientes:

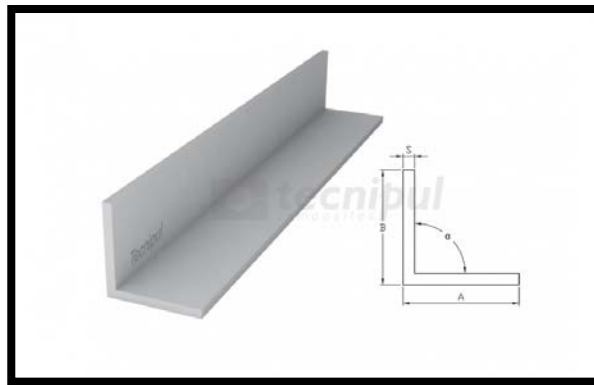
- Construcción de la estructura.
- Construcción de las cámaras.
- Ensamblaje de los componentes.
- Implementación del sistema de control

Construcción de la estructura

Para la construcción de la estructura se empleó ángulos de acero de 30 mm por 30 mm con un espesor de 3 mm

El material fue elegido porque cumple ciertas características como: estructura sólida, bajo costo del material y su fácil obtención en el mercado local.

Figura N°17: Perfil estructural longitud 6 m H=30mm, B=30 mm y e=3mm



Fuente: <http://www.tecnipul.com/upfiles//productos/A6188.jpg>

Para la elaboración de la estructura realizamos cortes de los ángulos para formar la estructura, una vez hechos los cortes se procede a realizar las respectivas uniones principales y secundarias.

Figura N°18: Cortes del perfil angular



Fuente: Benites E. Llano L.

Para realizar la unión de los pedazos de ángulo empleamos soldadura, una vez realizada la unión de los pedazos de los ángulos tendremos la estructura donde ira ensambladas las cámaras interna, externa e intermedia del secador.

Figura N°19: Estructura terminada del secador



Fuente: Benites E. Llano L.

Construcción de las cámaras

Las cámaras estarán construidas de lámina de acero ASTM A36 de 1.4 mm de espesor.

Cámara interna

Procedemos a medir la plancha de acero para realizar los diferentes cortes, una vez realizado los partes procedemos a realizar perforaciones en cada una de las paredes laterales de la cámara las perforaciones deben estar repartidas uniformemente en las paredes.

Figura N°20: Mediciones de las paredes de la cámara interna.



Fuente: Benites E. Llano L.

Cámara intermedia

Esta cámara cuenta con dos paredes laterales, una plancha superior y una inferior.

Se cortan dos planchas estas son las paredes laterales de la cámara intermedia, las paredes laterales son utilizadas como porta resistencias del secador, puesto que en ellas van a estar montadas mecánicamente. El diseño de esta cámara se ha previsto de tal manera que los elementos de resistencia se encuentren aislados eléctricamente como mecánicamente en las paredes interiores de las cámaras.

Figura N°21: Colocación de las paredes de la cámara intermedia



Fuente: Benites E. Llano L.

Las resistencias irán colocadas a la pared porta resistencias a su vez estos están sujetas a las paredes con los terminales de conexión.

Cámara exterior

Cortamos las últimas planchas de acero para formar las paredes exteriores del secador las cuales serán sujetadas con tornillos.

Figura N° 22: Cámara exterior del secador



Fuente: Benites E. Llano L.

Se fabrica una puerta para el secador la cual en su interior llevara lana de vidrio que le servirá como aislante térmico para que el calor no se propague hacia el exterior, también se coloca el ventilado que será el encardo en suministrar el aire en el interior de la cámara para el proceso de el secado del barniz de las bobinas.

Paredes aislantes

Instaladas las resistencias entre la cámara interna e intermedia, colocamos, la capa de lana de vidrio el espesor del aislamiento es de 5 cm en cada pared cubriendo toda la superficie para que no exista fuga de calor.

El aislante térmico se lo debe colocar cubriendo todos los puntos en donde la concentración de calor sea máxima el aislante ayudara a que las paredes externas del secador no se calienten cuando el secador entre en funcionamiento.

Figura N°23: Colocación de lana de vidrio en el secador



Fuente: Benites E. Llano L.

Una vez ensambladas todas las partes del secador se procede a pintar con una pintura especial que soporta altas temperaturas, (Pintura Epoxico –altos sólidos, disuelta en tiñer).

Figura N°24: Secador pintado



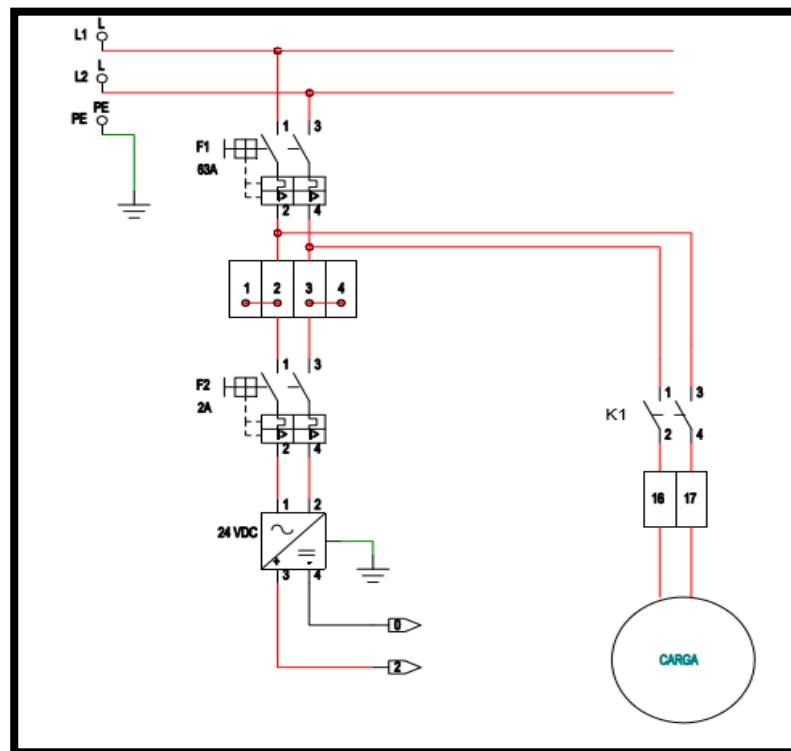
Fuente: Benites E. Llano L.

Implementación del sistema de control

Instalación del circuito de fuerza

El circuito de fuerza es el que alimenta de energía eléctrica a las resistencias, también tendrá como objetivo proteger a los elementos contra cualquier anomalía. Este circuito está alimentado con 220 V Bifásico, estas líneas van conectadas directamente a los contactos principales del contactor que alimenta al conjunto de resistencias.

Figura N°25: Circuito de fuerza del control de temperatura



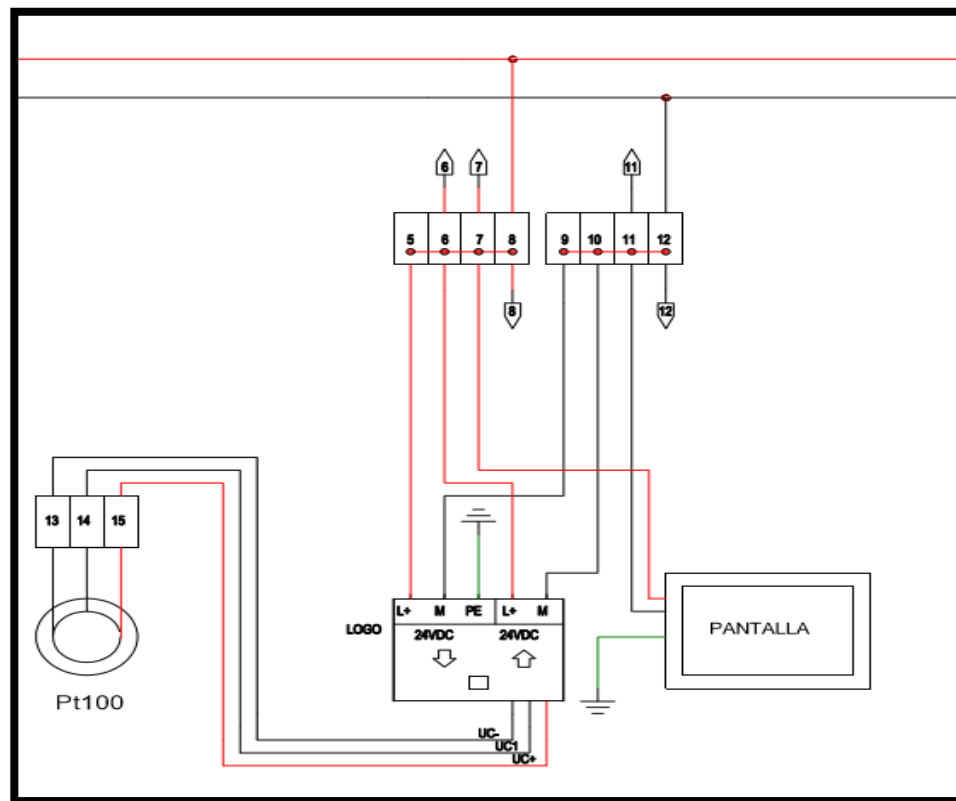
Fuente:

Benites E. Llano L.

Instalación del circuito de control

El circuito de control estará formado por el logo 8, una fuente de poder logo 24v, un módulo de expansión RTD , Una pantalla TD y una PT100.

Figura N°26: Circuito de control del control de temperatura

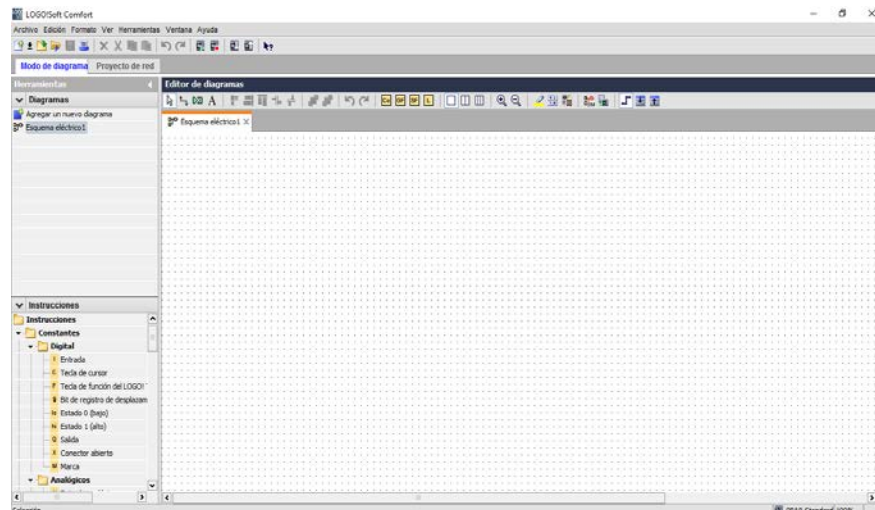


Fuente: Benites E. Llano L.

Programación del LOGO! 12/24 RC

La programación del logo se la realizó en el programa LOGO!Soft Comfort en éste programa se puede elaborar los programas de forma más eficiente, confortable y clara.

Figura N°27: Software de programación LOGO! Soft Comfort



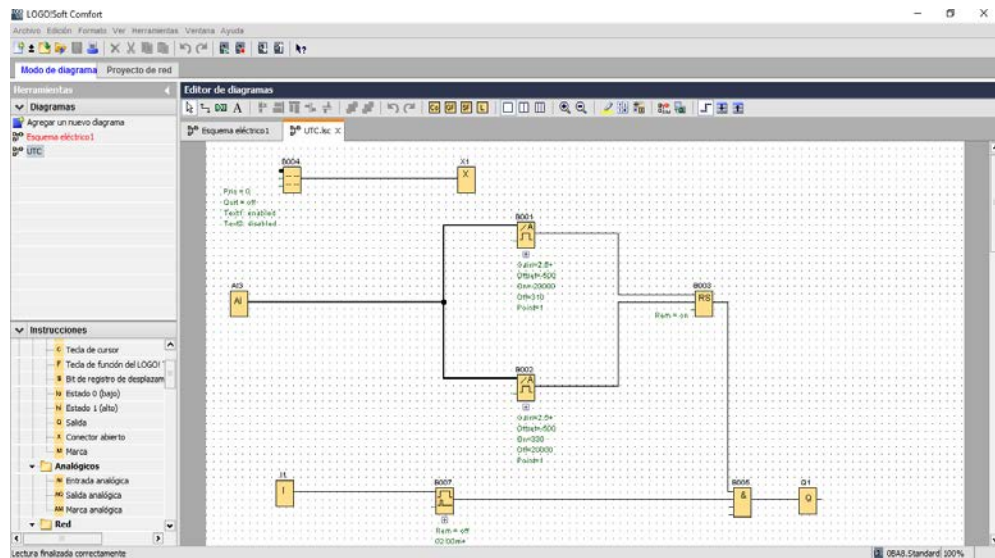
Fuente: Benites E. Llano L.

Programa del control de temperatura

El programa que va a controlar el proceso de secado del barniz se encargará de encender y apagar las resistencias eléctricas, cuando la temperatura haya alcanzado su nivel máxima y mínima a su vez controlara el tiempo que va a durar el proceso de secado.

Todos los diagramas de temperatura serán programados previamente por el operario así como el tiempo.

Figura N°28: Programación del control de temperatura del secador

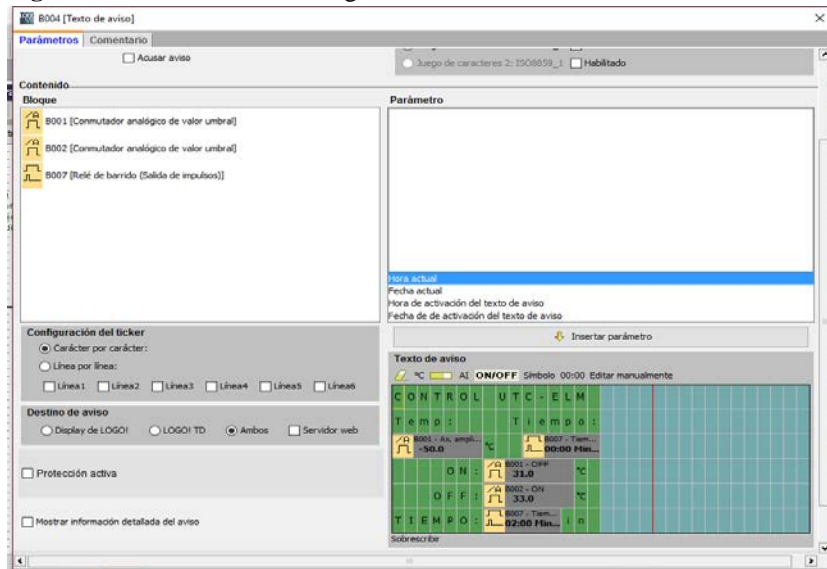


Fuente: Benites E. Llano L.

Configuración del LOGO! TD

La configuración de la pantalla del logo se la debe realizar para que nos muestre la temperatura en el cual el secador se encenderá y se apagará automáticamente además el tiempo que dure el proceso, en la pantalla se visualizara un mensaje de ON, OFF, TEMP y TIEMPO.

Figura N°29: Ventana de configuración del texto de aviso

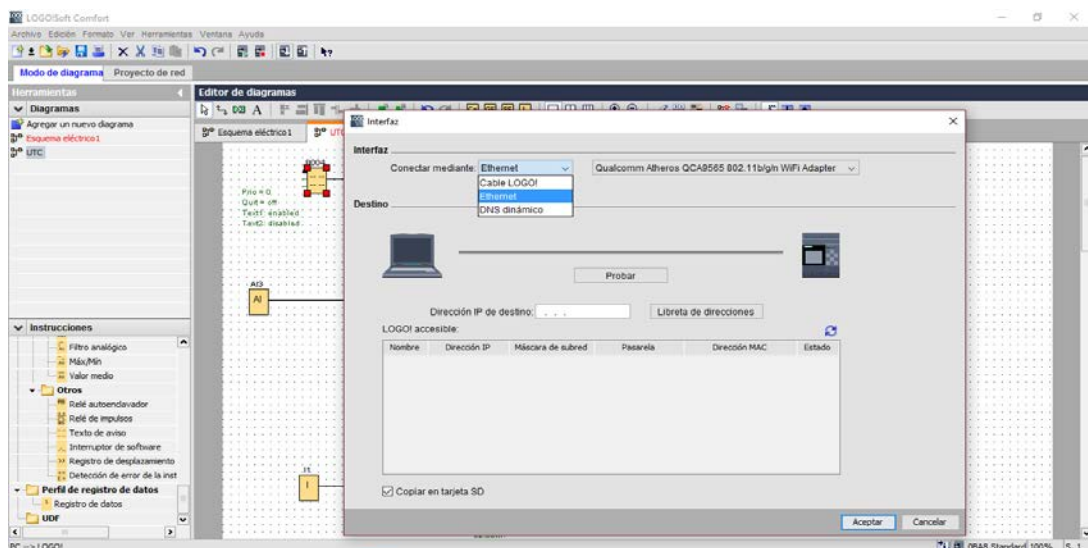


Fuente: Benites E. Llano L.

Transferencia del programa probado a LOGO!

Después que se comprobó y se realizó los ajustes a la programación en el simulador de LOGO!Soft Comfort se procede a transferir la programación desde la PC al LOGO para transferir datos entre el módulo base LOGO! y LOGO!Soft Comfort hay que configurar una interfaz de comunicación como se muestra en la Figura N°30.

Figura N°30: Interfaz de comunicación PC->LOGO!



Fuente: Benites E. Llano L.

10. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS SEGÚN SEA EL CASO):

Mediante la ejecución del proyecto, se obtiene la solución a problemas que se presentaban en el secado del barniz de las bobinas, el proyecto garantizara que el tiempo y temperatura al cual se proceda hacer el secado sea el correcto.

El proyecto afectará al entorno del taller debido a que se aumentará ligeramente la temperatura en el área que rodea al secador. Sin embargo, el aumento es relativamente pequeño y no perjudica al entorno de trabajo. En el sitio del proyecto no se encuentran elementos que afecte al aspecto del taller

Positivamente el proyecto mejora la calidad de trabajo que brinda el taller, se mejora los procesos de secado lo cual permitirá al taller atraer mayor clientela y hacer conocer por el excelente trabajo que brinda y poder competir en el mercado para sí obtener ganancias que sean rentables.

12. VALORACIÓN ECONÓMICA Y/O PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Elementos Mecánicos			
Cantidad	Elemento	Costo p/u	Costo total (USB)INCLUIDO IVA
8	Angulo 1 1/4x1/8	7.5	68.43
7	Lamina de acero L/F 1.4	26.69	209.23
1	Lana de vidrio	30.32	35.25
6	Brocas	1.75	10.5
2	Bisagras	3.75	7.5
1	Litro fondo gris pu 654	7.07	8.04
1	Galón tinner pu 117	11	12.5
1	Sikaflix	6.67	7.59
1	Litro gris poliéster	22	25
100	Gastos técnicos de construcción (tornillos, electrodos)	9.39	10.51
		TOTAL	394.55

Tabla N° 19: Gastos elementos mecánicos

Elaborado por: Benites E. Llano L.

Tabla N° 20: Gastos Elementos Eléctricos

Elementos Eléctricos		
Cantidad	Elemento	Costo p/u
1	Logo 8 12/24 RCE	157.5
1	Fuente de logo power IN 110/220 OUT	88.5
1	Expansor Logo 8 AM2 RTD 2 entradas análoga	111.75
1	Display de texto Logo RDE para Logo 8	168.75
1	Contactador AF38-24-60 VDC/AC	78.4
1	Termocupla PT-100 bayoneta 8MM 1.5MM	50.4
1	Gabinete BEAUCOUP pesado 40*40*20	39.98
1	Breaker de riel SH202L 2 polos 2A C2	10.59
1	Breaker de riel SH202L 2 polos 32A C32	10.59
4	Bornera fusible UT4-HESI PHOENIX CONTAC	6.77
20	Borne de carril de paso conexión "PUSH-IN"	0.87
1	Luz piloto verde led 24VAC -DC 22MM SIEMENS	5.71
1	Selector dos posiciones SIEMENS 22MM	9.59
1	Pulsador paro de emergencia C/Retención	12.44
1	Marquillaje	50
1	Ventilador centrifugo Blower 1TD7/7 115V	159.5
6	Resistenacias Electrica Tubulares 1000w 220v	210
	Subtotal	1171.34
	IVA12%	140.56
	TOTAL	1311.9

Elaborado por: Benites E. Llano L.

Tabla N° 21: Costo total de máquina

INVERSIÓN DE LA MÁQUINA	
Componentes del costo	Costo total (UDS)
Elementos Mecánicos	394.55
Elementos Eléctricos	1311.90
TOTAL	1706.45

Elaborado por: Benites E. Llano L.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se pudo diseñar el secador en base al peso de los motores que existen en el taller para así construir una estructura que soporte el peso de los motores.
- Se logró seleccionar los materiales más adecuados para la construcción en base a la temperatura máxima que se manejara en el secador para que no existan pérdidas de calor al momento de realizar el proceso de secado.
- Las ventajas con el diseño e implementación del secador se mejoró, las condiciones ambientales, seguridad, de funcionamiento y precisión del proceso.
- Con un correcto secado, se logra que el nuevo arrollamiento quede más rígido y sin posibilidad de movimiento, y elevando tanto la resistencia mecánica, como la rigidez dieléctrica de los conductores.
- Se puede observar que la forma más rápida de calentar un estator es mediante la convección de la recirculación de aire forzado.
- Mediante el diseño e implementación de un secador automático eléctrico de aire forzado se logró un proceso de secado eficiente, además ofreciendo monitoreo y control de forma adecuada.
- Se realizó la selección de los equipos e instrumentos de control que mejor se adapten a las necesidades y condiciones operacionales del sistema para cumplir con el proceso.
- El diseño del tablero de control se realizó permitiendo optimizar el espacio y brindar garantías para un buen funcionamiento para el operario.
- En el programa Logo se diseñó el funcionamiento lógico del secador para controlar y monitorear el tiempo y temperatura, además brinda las seguridades tanto para el equipo y para el operador.
- Con el proceso de secado nos ayuda a mejorar notablemente el nivel de aislamiento del motor, puesto que se elimina toda la humedad existente en el interior de las bobinas, y no permitirá que nuevamente ingrese humedad a las mismas.
- Se determinó en base a las pruebas realizadas el tiempo estimado en el cual llega a set point máximo de 100°C es de 30 minutos, manteniendo una temperatura estable durante 15 minutos.

Recomendaciones

- Para el diseño del secador se debe emplear material que soporte altas temperaturas y no sufra cambios en su estructura.
- Al empezar la operación del secador para el secado del barniz de los motores, se debe leer los diagramas de control y revisar el manual de operación del equipo para la correcta manipulación y funcionamiento del sistema con el fin de evitar daños al equipo.
- Tener cuidado que la temperatura secador sea la correcta, caso contrario se podría quemar el material aislante del conductor de las bobinas.
- Se deberá realizar un mantenimiento periódico al secador tanto en su parte mecánica como en el tablero de control es recomendable cuando el secador este a temperatura ambiente.
- Cuando en el secador se presentan falla en el funcionamiento y requiera reparación en el interior de las cámaras se exige el enfriamiento del horno y la extracción de la carga interior.
- Antes de poner en funcionamiento el secador se recomienda leer el manual de funcionamiento para poder calibrar los tiempos de secado y el tiempo que dure el proceso.
- Cuando se aplica la automatización de un proceso industrial se recomienda capacitar a los operarios para que realice la correcta utilización del secador.

Se recomienda después de finalizado el proceso de secado del motor eléctrico no abrir las puertas del secador, solo hacerlo previa verificación que la temperatura en la pantalla de control que sea inferior 50°C .

14. BIBLIOGRAFÍA

ABB. (s.f.). Obtenido de https://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1SBC100197C07__&LanguageCode=es&DocumentPartId=&Action=Launch

ABB. (26 de 05 de 2017). ABB EN ECUADOR. Obtenido de <http://www.abb.com.ec/product/seitp329/08554c867f1eb2e1c1256fb7003b186b.aspx?tabKey=2&gid=ABB1SBL297001R1100&cid=9AAC100109>

Alejandrino, E. N. (s.f.). El ventilador. Obtenido de Blogger: <http://elventilador-nsspa-94.blogspot.com/>

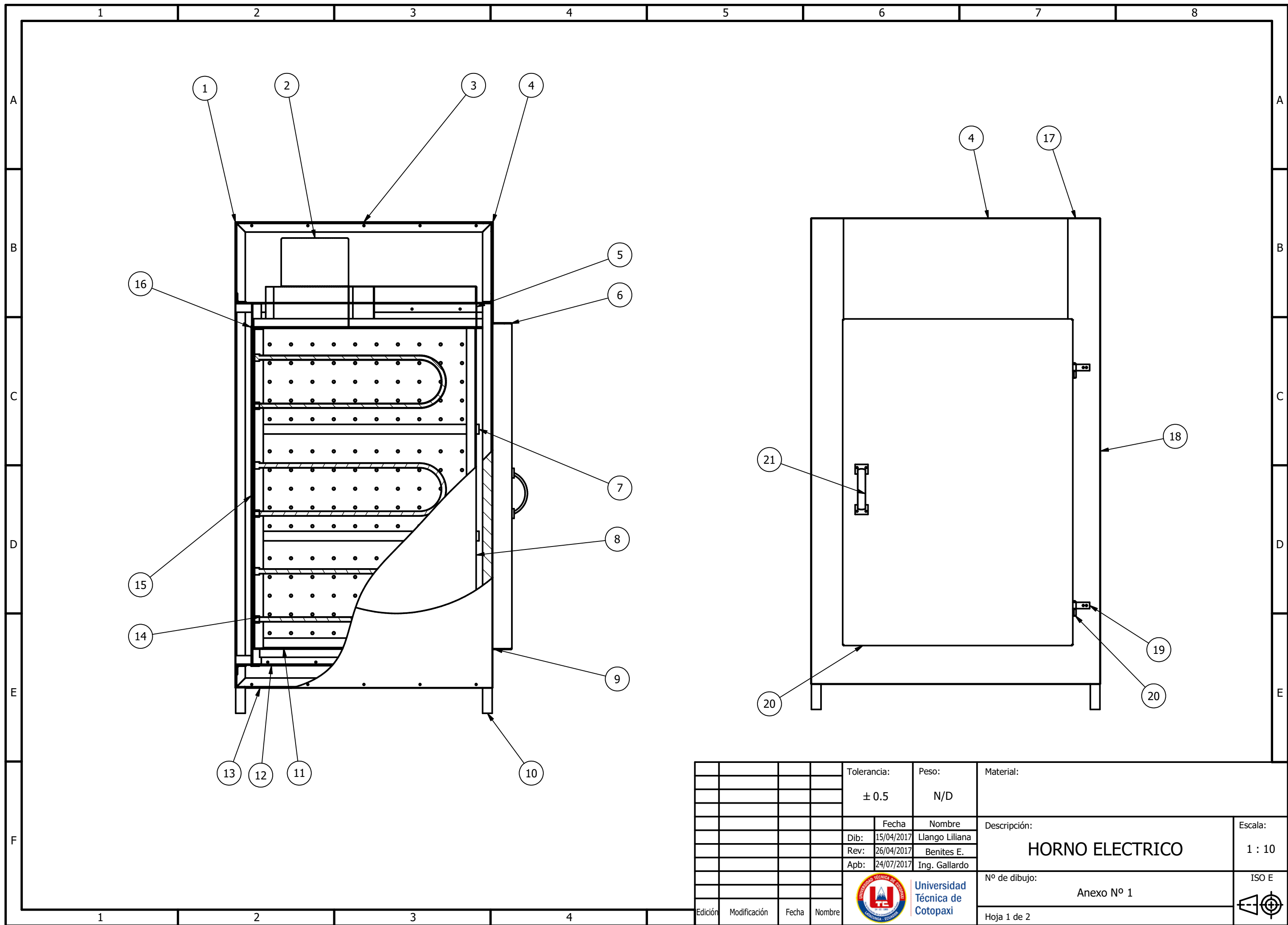
- ASTM International Especificaciones, Estanda Para el acero estructural de carbono ASTM A36. (11 de Septiembre de 2014). Obtenido de <https://www.astm.org/Standards/A36.htm>
- Automation24. (2012-2017). Automation24. Obtenido de Automation24: <http://www.automation24.es/sistemas-de-control/siemens-logo-8-am2-rtd-6ed1055-1md00-0ba2-i75-1847-0.htm>
- Bayas, D. P. (2009). Readequación de un sistema de impregnación por presión y vacío en la empresa de rebobinaje Multitecni Servicios. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- BLOWER, C. (s.f.). Clasificación de los ventiladores Industriales. Obtenido de http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm
- Cengel, Y., & Boles, M. (2014). Termodinámica. México: McGraw-Hill.
- Directindustry. (2017). Directindustry. Obtenido de <http://www.directindustry.es/prod/nationalheaters/product-182264-1802797.html>
- EASA. (2003). El Efecto de la Reparación/Rebobinado en la Eficiencia del Motor. Electrical Apparatus Service Association, Inc.
- ECURED. (s.f.). Lana de vidrio. Obtenido de https://www.ecured.cu/Lana_de_vidrio
- Fernandez, J. (2015). Exis Soluciones de pruebas. Obtenido de <http://www.existest.com/appnotes/Baker/Mantenimiento%20predictivo%20en%20motores%20electricos.pdf>
- García, C. (1987). Termodinámica Técnica (4º ed.). Buenos Aires: Editorial Alsina.
- Hidalgo, J. (26 de febrero de 2017). Obtenido de Grupo Termogram: www.termogram.com
- IEEE. (2002). Recommended Practice for Insulation Testing of Large AC Rotating Machinery with High Direct Voltage. IEEE Standard 95-2002. New York: IEEE.
- IEEE. (2013). Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machinery. IEEE Standard 43-2013. New York: IEEE.
- Jutglar. (2004). Energía Solar. España: Ceac.
- Kreith F, M. R. (2012). Principios de la Trasnferencia de Calor. Mexico D.F: Cengage Learnig Editores. S.A.
- Logo. (08 de 05 de 2017). SIEMENS. Obtenido de view-source:http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/logo/pages/default.aspx#Display_20con_20nuevo_20aspecto
- Marcelo, R. (2009). Energía solar termica. España: Ceac.
- Martinez Naya, J. (s.f.). Fabricación de Resistencias Electricas Industriales. Obtenido de Resistencias Blindadas: <http://www.juliomartineznaya.com/resistencias-blindadas/>


- Mendez, C. (1995). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: FC.
- Milke, J. (12 de Marzo de 2016). FEMA Library ASTM A36. Obtenido de https://www.fema.gov/pdf/library/fema403_apa.pdf
- Morales, L. (2017). DACI. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional: <http://ciecfie.epn.edu.ec/wss/VirtualDirectories/80/Automatizaci%C3%B3n-Instrumentacion/Laboratorios/instrumentacionindustrial1/hojasguias/2017A/Practica%207-II.pdf>
- MYG.Ia Motores y Generadore . (2017). Obtenido de Métodos de secado para motores eléctricos: <https://motoresygeneradores.com/index.php/en/herramientas/hornos/95-metodos-de-secado-para-motores-electricos>
- MYG.Ia Motores y Generadores . (2017). Obtenido de IEEE 95 - HiPot: <https://motoresygeneradores.com/educacion-capac/normas-estandares/138-ieee-95-hipot>
- Noah, B. (18 de Mayo de 2017). Análisis por Zonas de Falla. Obtenido de www.pdma.com: www.pdma.com/pdfs/Articles/Analisis_de_Zonas_de_Falla.pdf
- Otece, I. (01 de 01 de 2017). Obtenido de <http://www.otece.com.ec/product-item/breaker-riel-din-chint-e-b-3ka-2-polos/>
- Panama , A. (05 de Abril de 2017). SlideShare. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Lauuzz1122/deducciones-y-demostraciones-transferencia-de-calor>
- Prieto, P. (Lunes de Octubre de 2013). Observatorio Tecnológico . Obtenido de Observatorio Tecnológico : <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>
- Rufes. (2010). *Energía Solar Térmica -Técnicas para su Aprovechamiento*. Barcelona: MARCOMBO.
- SIEMENS. (6 de Septiembre de 2014). SIEMENSLOGO. Obtenido de SIEMENSLOGO: <http://siemenslogo.com/logo-8-y-nuevo-logo-soft-comfort-v8/>
- SIEMENS. (6 de Septiembre de 2014). SIEMENSLOGO. Obtenido de SIEMENSLOGO: <http://siemenslogo.com/logo-8-y-nuevo-logo-soft-comfort-v8/>
- SIEMENS. (24 de 02 de 2015). Pilotos de Señalización. Obtenido de <http://w3.siemens.com/mcims/industrial-controls/es/aparatos/sirius-act/cabezas/pages/indicator-lights.aspx>

- SIEMENS. (13 de 06 de 2017). LOGO!Power. Obtenido de LOGO!Power:
<http://w3.siemens.com/mcms/power-supply-sitop/es/logo-power/pages/default.aspx>
- SIEMENS. (s.f.). Masvoltaje. Obtenido de <http://masvoltaje.com/siemens-logo/1185-logo-td-display-de-textos-para-logo-4034106029548.html>
- SKF. (2016). Obtenido de Pruebas eléctricas estáticas para un mantenimiento predictivo eficaz: http://www.skflam.com/LAM/enews/enlace_3-12/es/baker.html
- Tecnologia. (s.f.). Areatecnologia.
- Tirado, M. (Martes de Junio de 2014). Construmatica. Obtenido de Construmatica:
http://www.construmatica.com/construpedia/Tiro_Forzado
- Unicrom. (2016). Electronica . Obtenido de <http://unicrom.com/luz-piloto-de-baja-potencia/>
- WEG Catalogo. (24 de Enero de 2017). Obtenido de <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-w22-motor-trifasico-tecnico-mercado-latinoamericano-50024297-catalogo-espanol.pdf>



ANEXOS

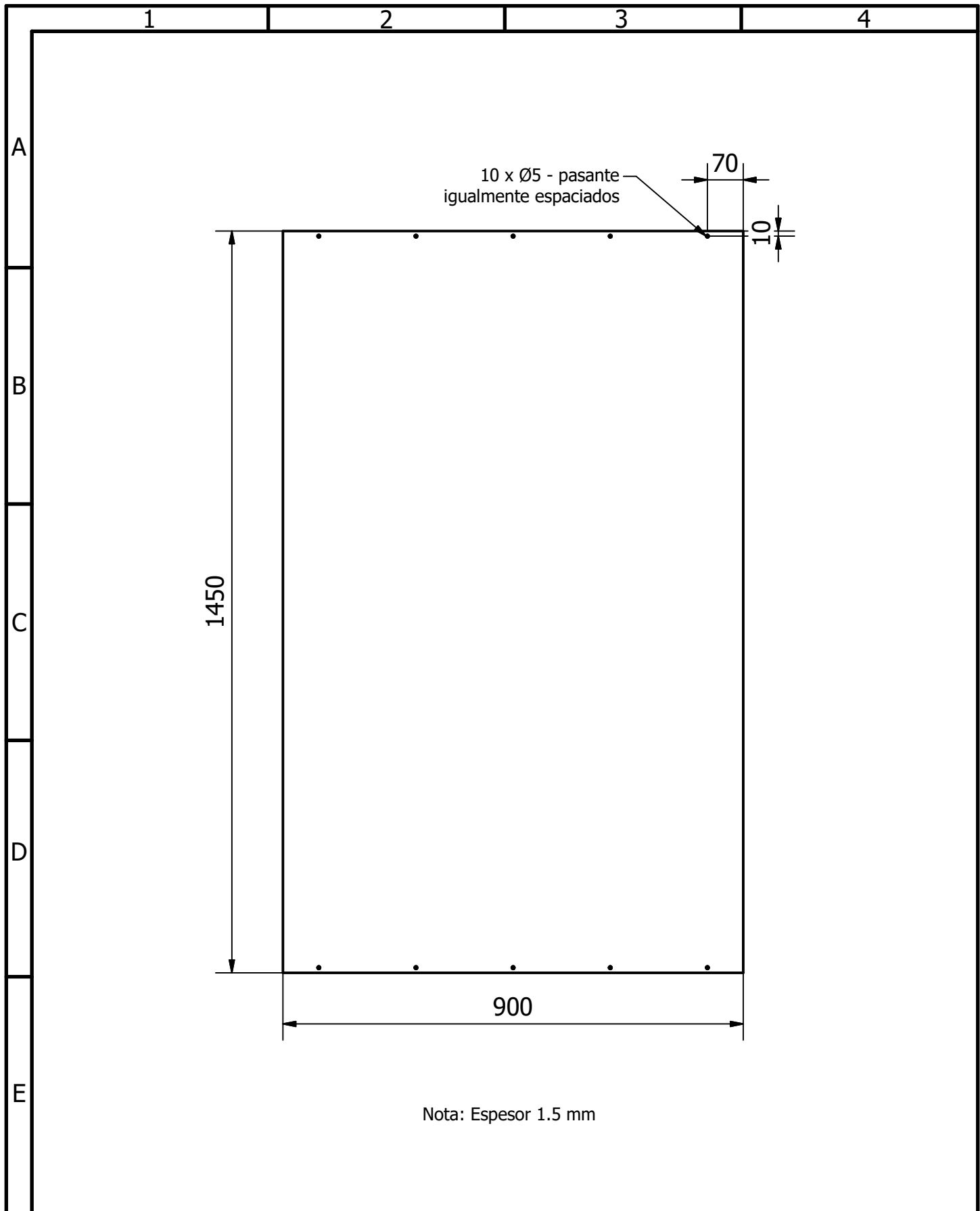
PLANOS MECÁNICOS





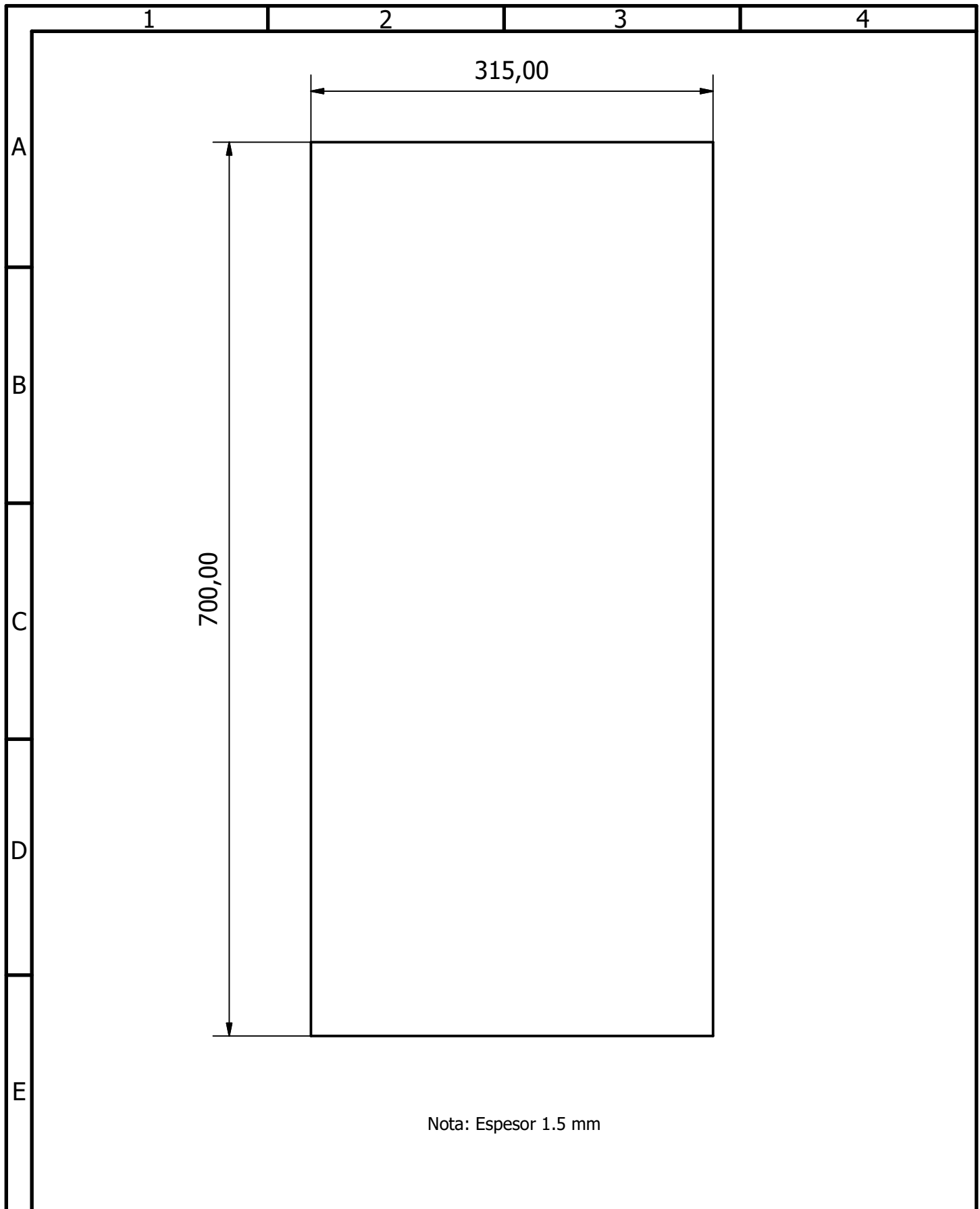
				Tolerancia:	Peso:	Material:			
				± 0.5	N/D				
					Fecha	Nombre	Descripción:		Escala:
				Dib:	15/04/2017	Llango Liliana	HORNO ELECTRICO		1 : 10
				Rev:	26/04/2017	Benites E.			
				Apb:	24/07/2017	Ing. Gallardo			
							Nº de dibujo:	ISO E	
							Anexo Nº 1		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	 Universidad Técnica de Cotopaxi		Hoja 1 de 2			



	1	2	3	4		
A	22	1	Placa puerta 2	17	Acero ASTM A36	8,414 kg
	21	1	Manilla		Aluminio 6061	0,094 kg
	20	1	Placa puerta 1	16	Acero ASTM A36	10,944 kg
	19	4	Bisagra1		Acero	0,029 kg
	18	2	Placa exterior 1	15	Acero ASTM A36	13,657 kg
B	17	1	Placa exterior 3	14	Acero ASTM A36	4,404 kg
	16	1	Placa intermedia 2	13	Acero ASTM A36	5,865 kg
	15	1	Placa 2	12	Acero ASTM A36	10,108 kg
	14	6	Resistencias 1000W		Cobre	2,037 kg
	13	1	Placa exterior 4	3	Acero ASTM A36	8,478 kg
C	12	1	Placa 3	11	Acero ASTM A36	7,019 kg
	11	1	Placa intermedia 1	10	Acero ASTM A36	5,793 kg
	10	1	Estructura angular	9	Acero ASTM A36	44,979 kg
	9	2	Placa 4	8	Acero ASTM A36	8,742 kg
	8	2	Placa 1	7	Acero ASTM A36	9,312 kg
D	7	4200 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-700	L30x30x3	Acero, suave	0,954 kg
	6	1	Estructura angular puerta	6		6,044 kg
	5	1	Placa intermedia 3	5	Acero ASTM A36	6,233 kg
	4	1	Placa exterior 6	4	Acero ASTM A36	2,596 kg
	3	1	Placa exterior 5	3	Acero ASTM A36	8,108 kg
E	2	1	CEB-T 2000		Generic	11,144 kg
	1	1	Placa exterior 2	2	Acero ASTM A36	15,364 kg
	Nº de piezas	Cantidad	Denominación	Anexo Nº	Material	Masa

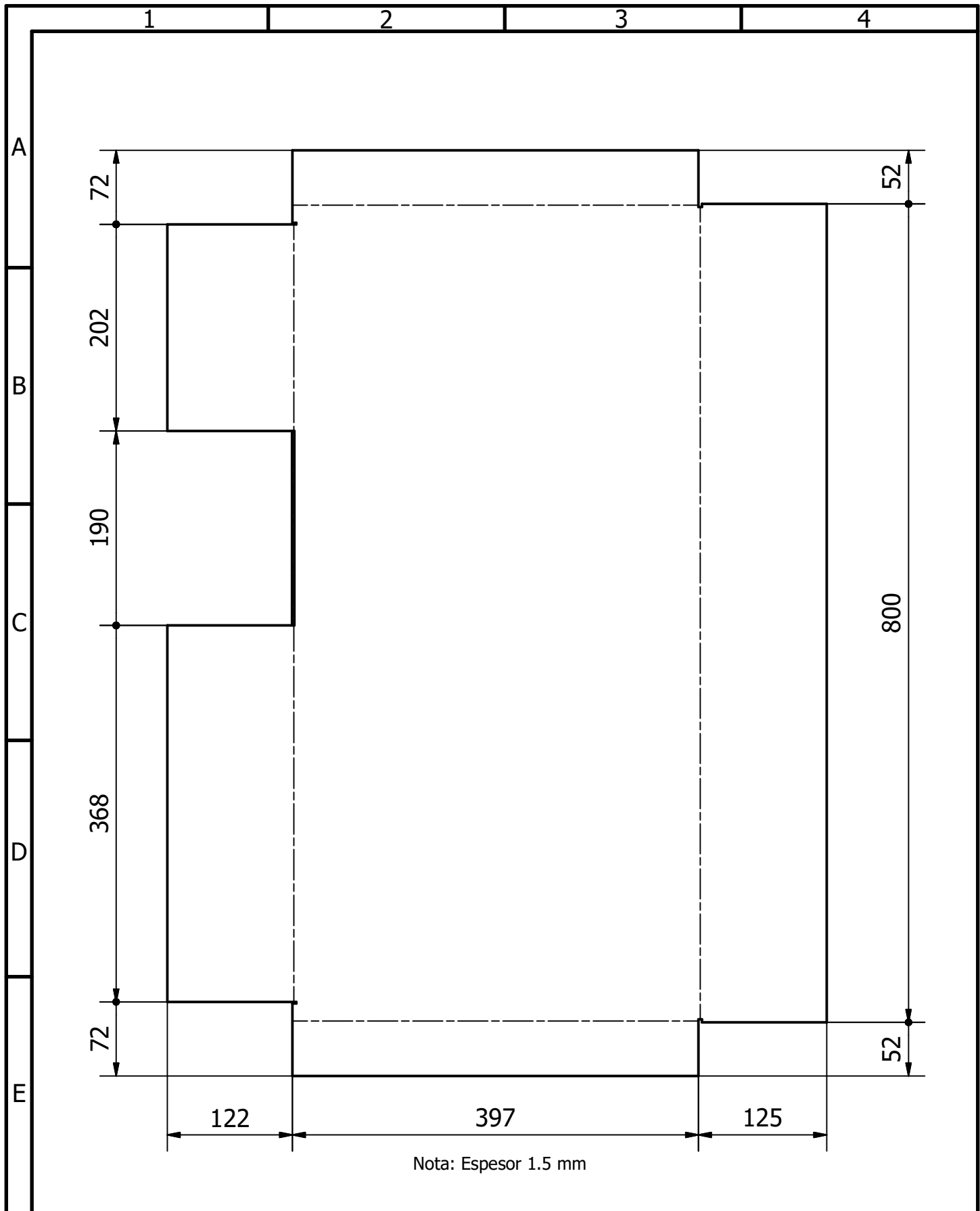
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 0.5	N/D		
					Fecha	Nombre	Descripción: HORNO ELECTRICO
				Dib:	15/04/2017	Llango Liliana	
				Rev:	26/04/2017	Benites E.	
				Apb:	24/07/2017	Ing. Gallardo	
						Nº de dibujo:	ISO E
						Anexo Nº 1	1 : 10
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				
				Universidad Técnica de Cotopaxi		Hoja 2 de 2	





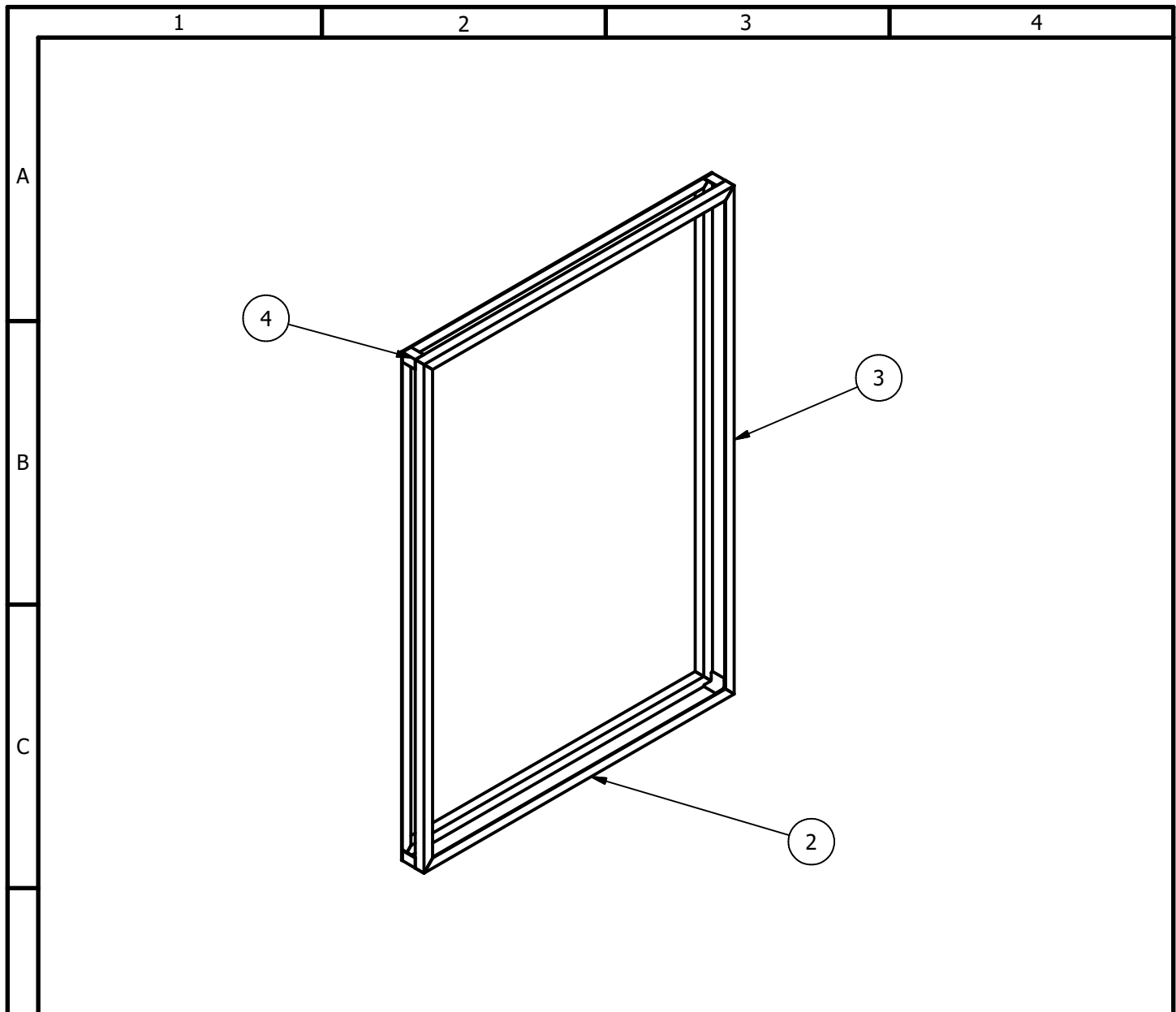
				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 15,4 kg	Material: Acero ASTM A36		
						Descripción: Placa exterior 2	Escala: 1:10	
				Dib:	17/04/2017		Llano Liliana	
				Rev:	01/04/2017		Benites E.	
				Apb:	24/07/2017	Ing. Gallardo		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo: Anexo Nº 2	ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Hoja 1 de 1		





				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 0.5	2,6 kg	Acero ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Descripción:
				Dib:	17/04/2017	Llano Liliana	
				Rev:	01/04/2017	Benites E.	
				Apb:	24/07/2017	Ing. Gallardo	Placa exterior 6
							Escala:
							1 : 4
							ISO E
							
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Nº de dibujo:	
				Universidad Técnica de Cotopaxi		Anexo N° 4	
						Hoja 1 de 1	

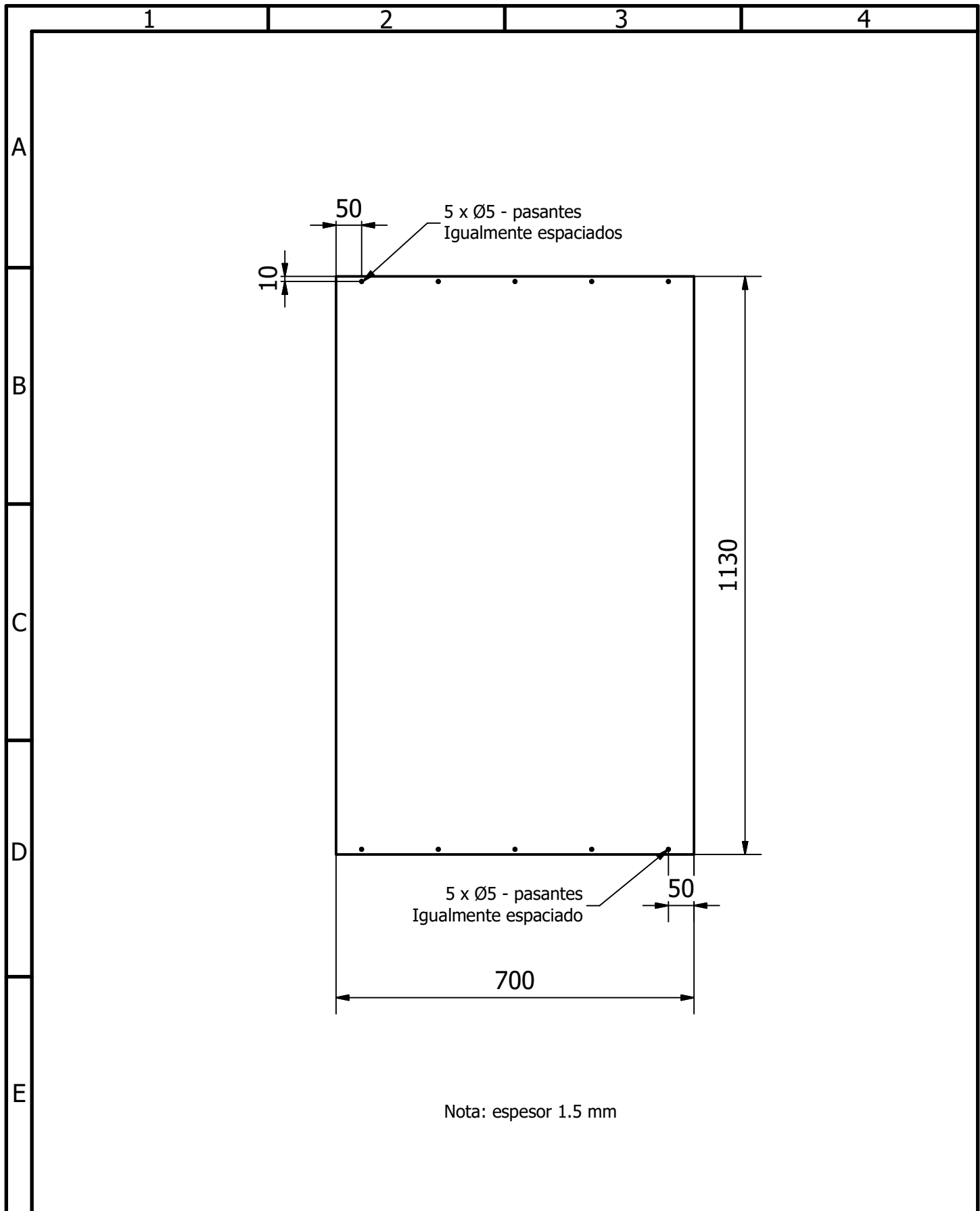




				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 6,2 kg	Material: Acero ASTM A36		
						Descripción: Placa intermedia 3	Escala: 1 : 5	
				Dib:	17/04/2017		Llano Liliana	
				Rev:	01/04/2017		Benites E.	
				Apb:	24/07/2017	Ing. Gallardo		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo: Anexo N° 5	ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Hoja 1 de 1		

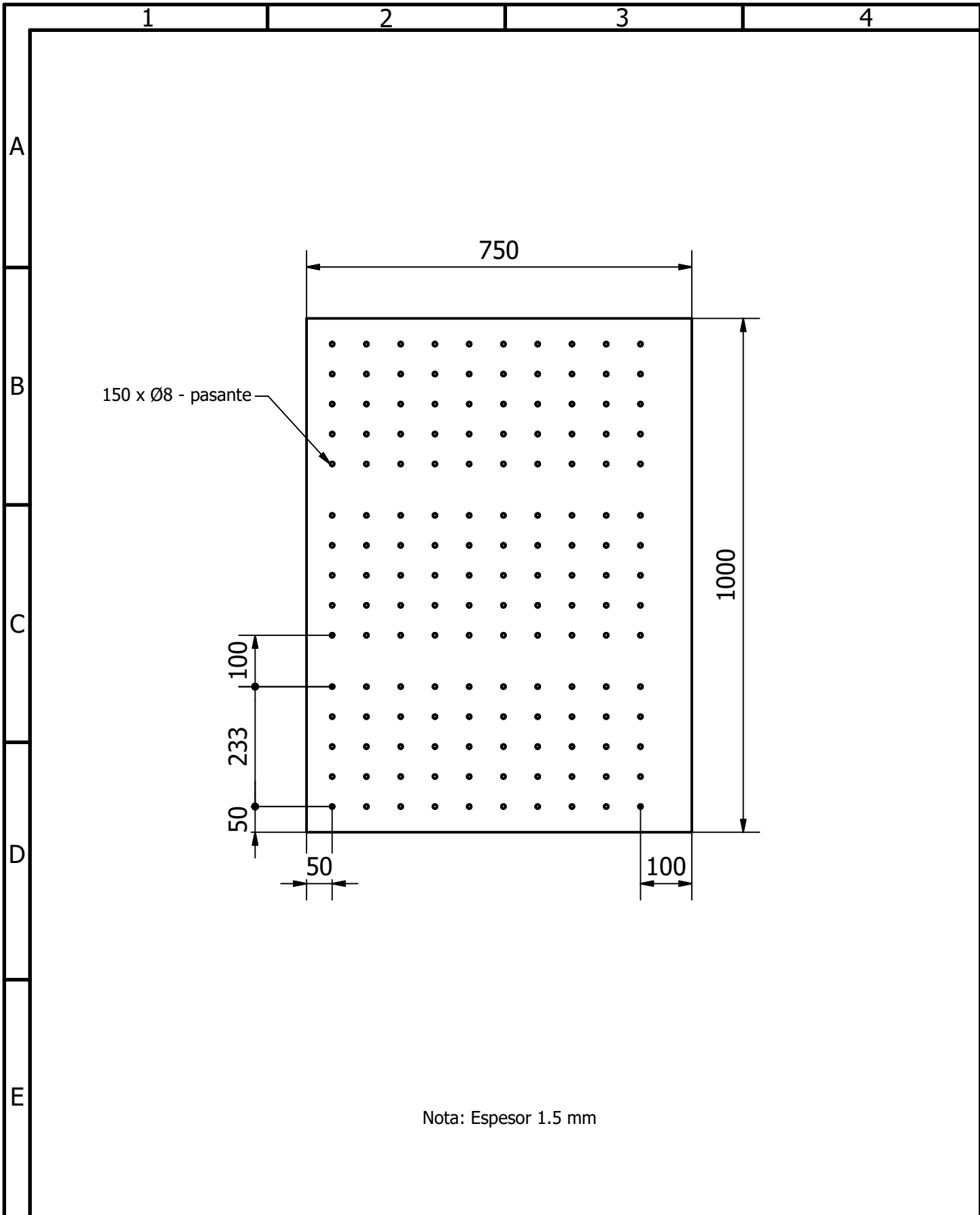



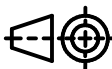
D	1 mm	Estructura alambrica puerta	Generic	1	0,000 kg	
	2860 mm	ISO 657-1 - L20x20x3-715	Acero, suave	2	*Varía*	Secciones de acero laminadas en caliente - Parte 1: ángulos de lados iguales
	4060 mm	ISO 657-1 - L20x20x3-1015	Acero, suave	3	*Varía*	Secciones de acero laminadas en caliente - Parte 1: ángulos de lados iguales
E	120 mm	ISO 657-1 - L20x20x3-30	Acero, suave	4	0,026 kg	Secciones de acero laminadas en caliente - Parte 1: ángulos de lados iguales
	Longitud	Denominación	Material	Nº de Orden	Masa	Observación

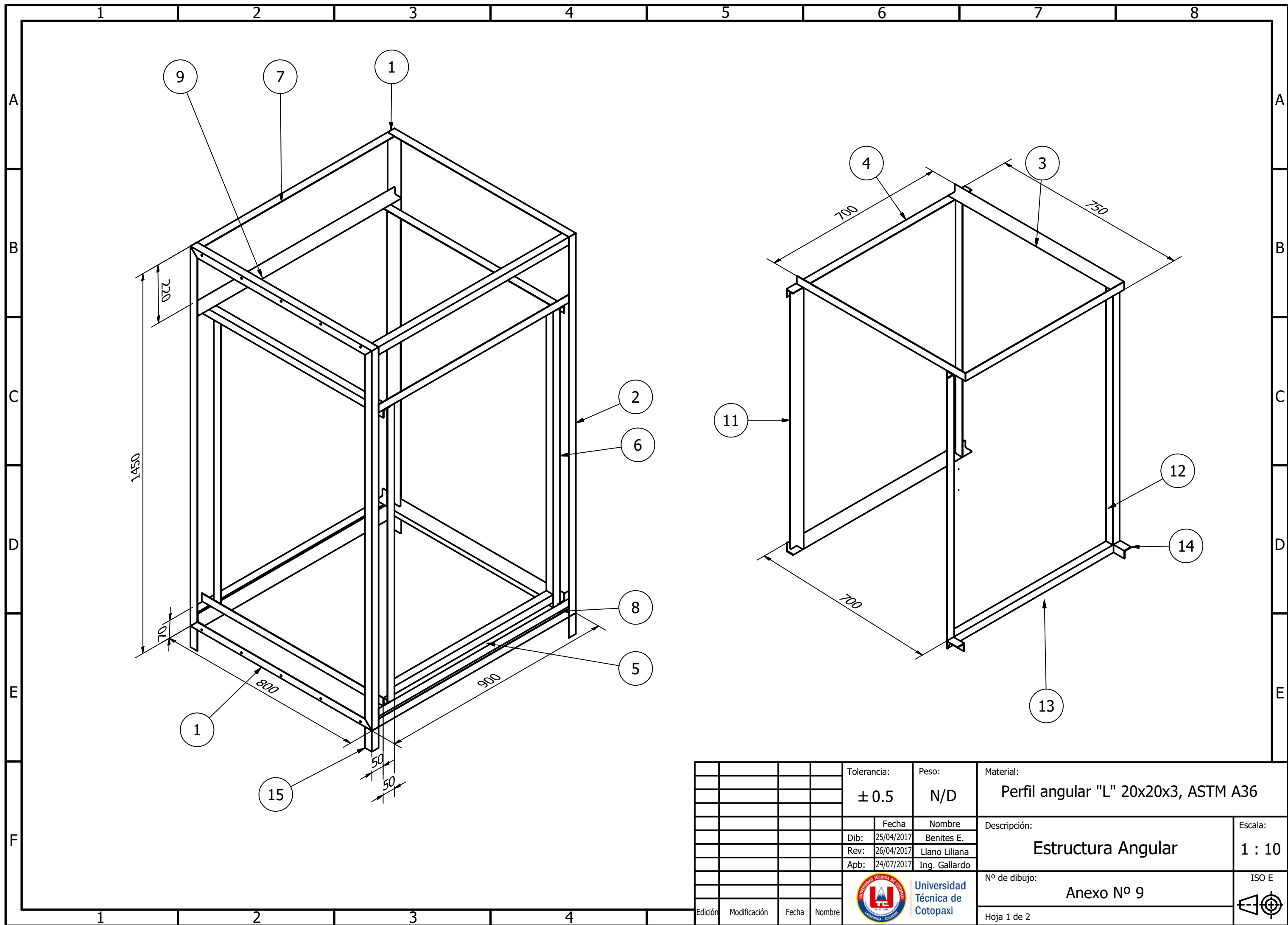
				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 6,0 kg	Material:	
				Fecha	Nombre	Descripción: Estructura angular puerta	Escala: 1:10
				Dib: 17/04/2017	Llano Liliana		
				Rev: 01/04/2017	Benites E.		
				Apb: 24/07/2017	Ing. Gallardo		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo: Anexo Nº 6	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Hoja 1 de 1	



				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 9,3 kg	Material: Acero ASTM A36		
						Descripción: Placa 1	Escala: 1 : 10	
				Dib:	Fecha: 26/04/2017		Nombre: Llano Liliana	
				Rev:	26/04/2017		Benites E.	
				Apb:	24/07/2017	Ing. Gallardo		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo: Anexo Nº 7	ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Hoja 1 de 1		



				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 8,7 kg	Material: Acero ASTM A36	
						Descripción: Placa 4	Escala: 1:10
				Fecha	Nombre		
				Dib: 17/04/2017	Llano Liliana		
				Rev: 01/04/2017	Benites E.		
				Apb: 24/07/2017	Ing. Gallardo		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo: Anexo N° 8	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Hoja 1 de 1	


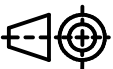



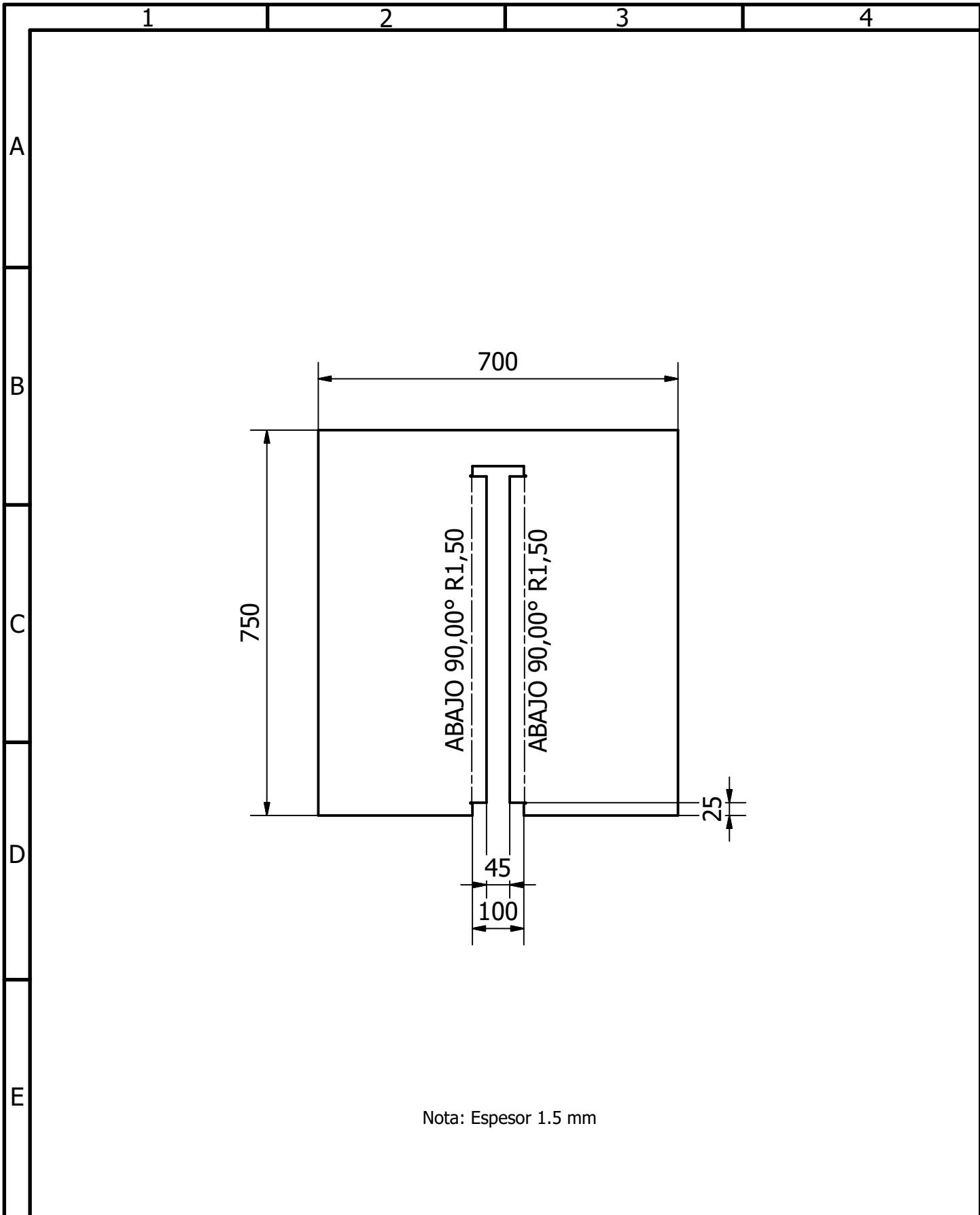
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 0.5	N/D	Perfil angular "L" 20x20x3, ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Descripción:	Escala:
				Dib: 25/04/2017	Benites E.	Estructura Angular	1 : 10
				Rev: 26/04/2017	Llano Liliana		
				Apb: 24/07/2017	Ing. Gallardo		
						Nº de dibujo:	ISO E
						Anexo Nº 9	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Hoja 1 de 2	





Universidad
Técnica de
Cotopaxi

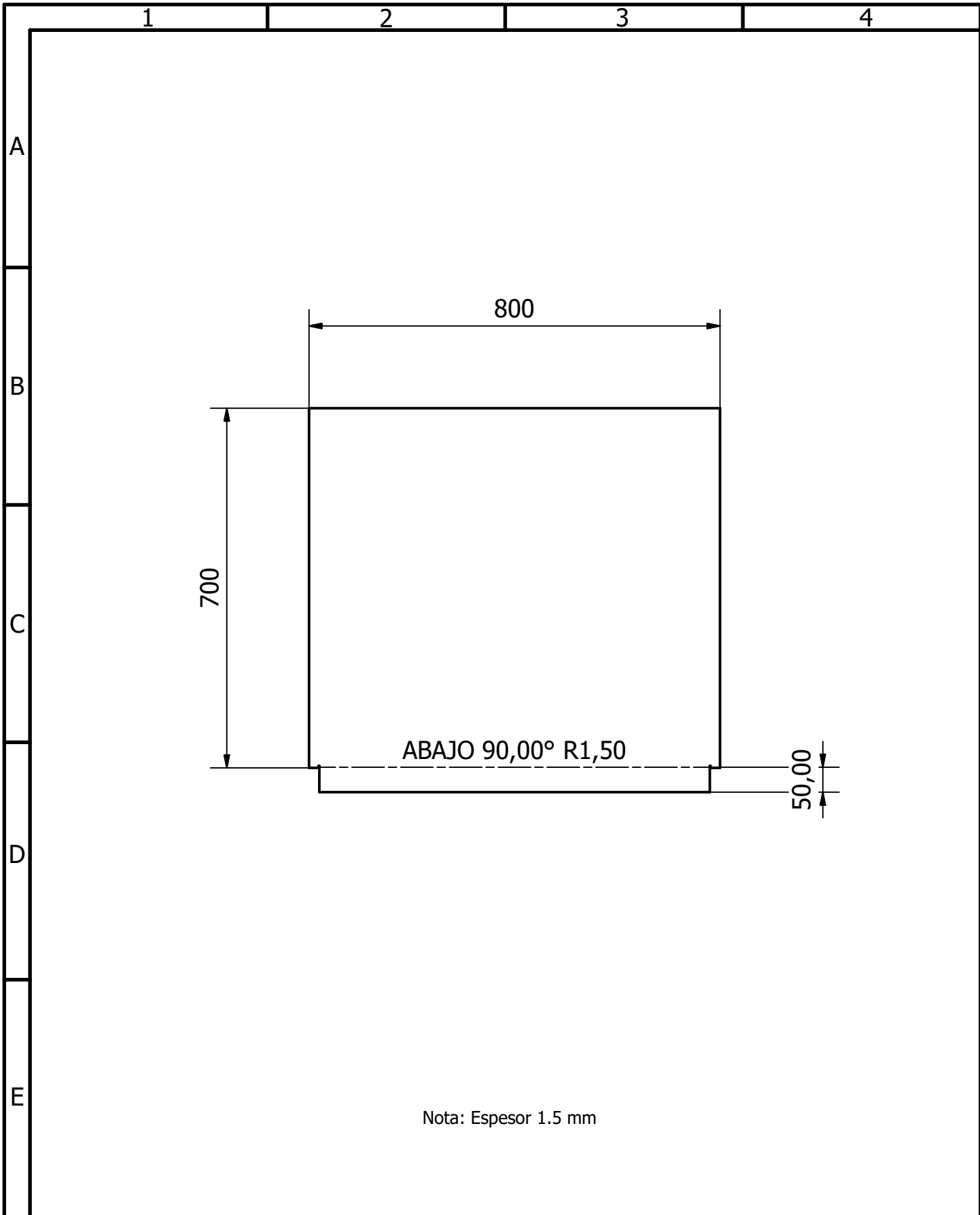
	1	2	3	4
A	15	320,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-80	
	14	94,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-47	
	13	760,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-760	
B	12	2060,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-1030	
	11	1988,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-994	
	10	2248,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-1124	
C	9	1788,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-894	
	8	1800,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-900	
	7	3360,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-840	
D	6	2260,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-1130	
	5	1400,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-700	
	4	1576,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-788	
E	3	1488,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-744	
	2	5800,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-1450	
	1	6400,000 mm	ISO 657-1 - L30x30x3-800	
ELEMENTO		CTDAD	Nº DE PIEZA	

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 0.5	N/D	Perfil angular "L" 30x30x3, ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Descripción:
				Dib:	25/04/2017	Benites E.	
				Rev:	26/04/2017	Llano Liliana	
				Apb:	24/07/2017	Ing. Gallardo	Escala:
							Nº de dibujo:
							ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				
						Hoja 2 de 2	





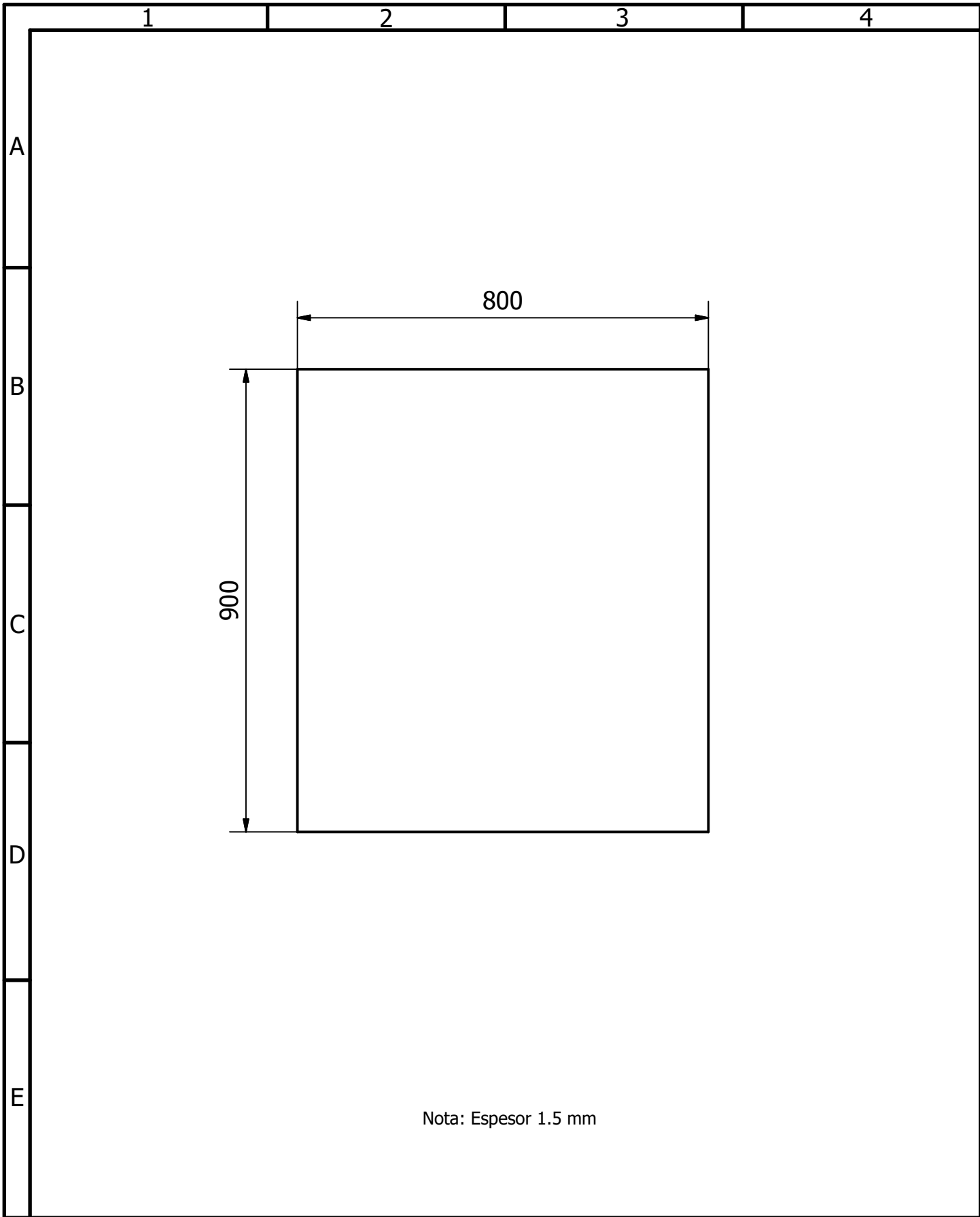
Nota: Espesor 1.5 mm

				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 5,8 kg	Material: Acero ASTM A36	
						Descripción: Placa intermedia 1	Escala: 1 : 10
				Fecha	Nombre		
				Dib: 17/04/2017	Llano Liliana		
				Rev: 01/04/2017	Benites E.	Nº de dibujo: Anexo Nº 10	ISO E
				Apb: 24/07/2017	Ing. Gallardo		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	 Universidad Técnica de Cotopaxi		Hoja 1 de 1	




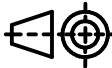
Nota: Espesor 1.5 mm

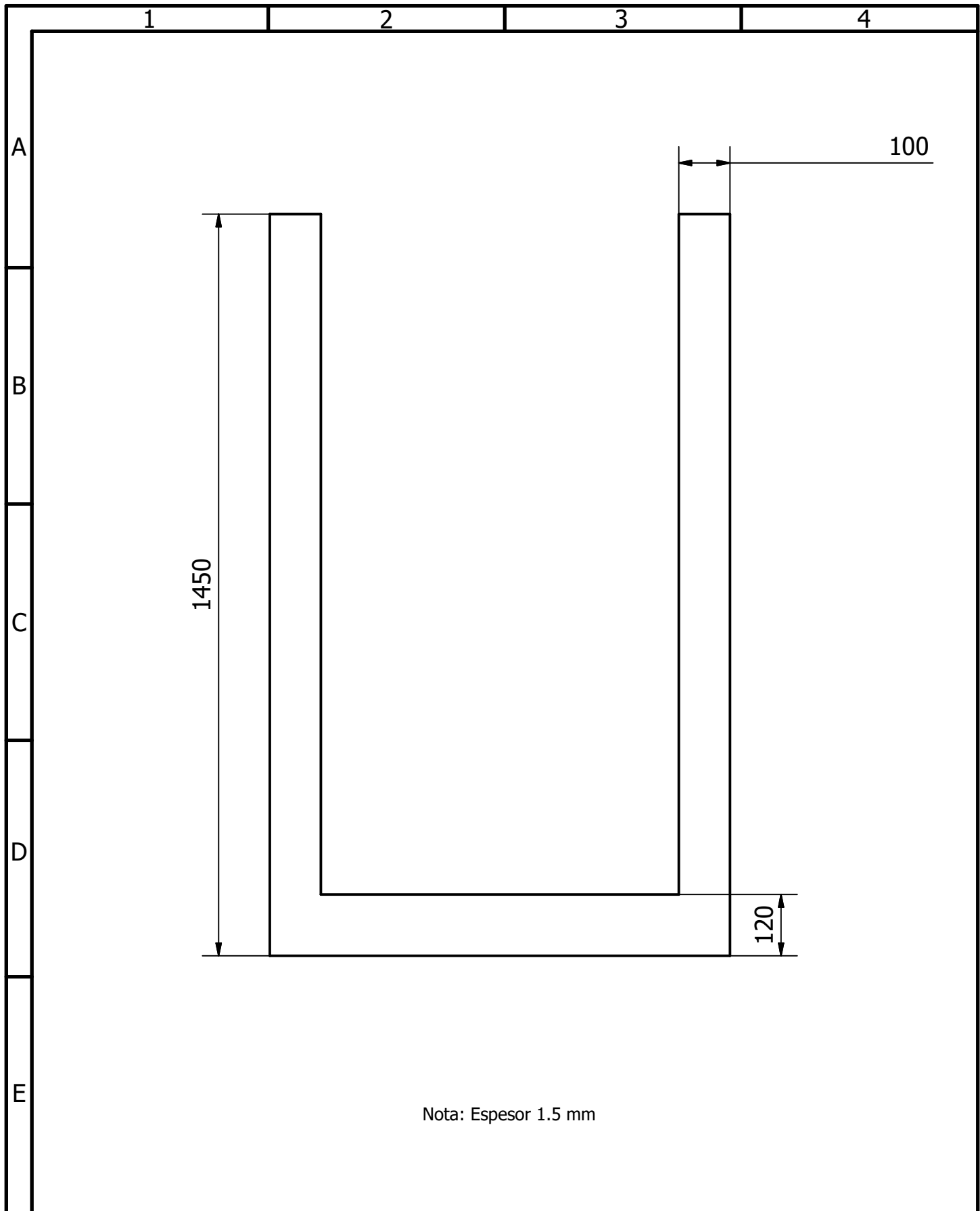
				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 7,0 kg	Material: Acero ASTM A36		
						Descripción: Placa 3	Escala: 1:10	
				Dib:	17/04/2017		Llano Liliana	
				Rev:	01/04/2017		Benites E.	
				Apb:	24/07/2017	Ing. Gallardo		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo: Anexo Nº 11	ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Hoja 1 de 1		




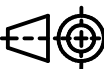
Nota: Espesor 1.5 mm

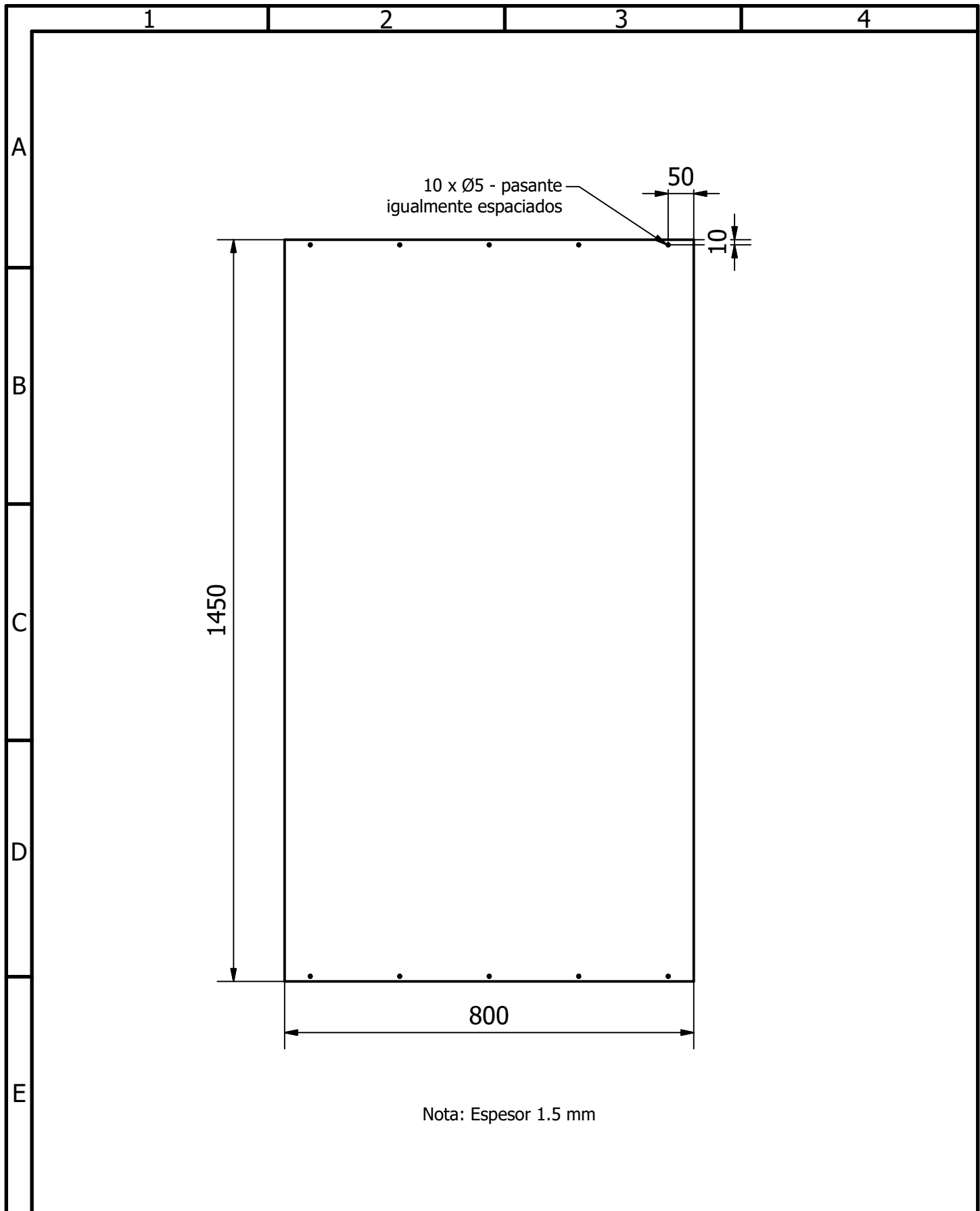
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 0.5	8,5 kg	Acero ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Descripción:
				Dib:	17/04/2017	Llano Liliana	
				Rev:	01/04/2017	Benites E.	
					Apb:	24/07/2017	Ing. Gallardo
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo:	Escala:
						Anexo Nº 12	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Hoja 1 de 1	ISO E







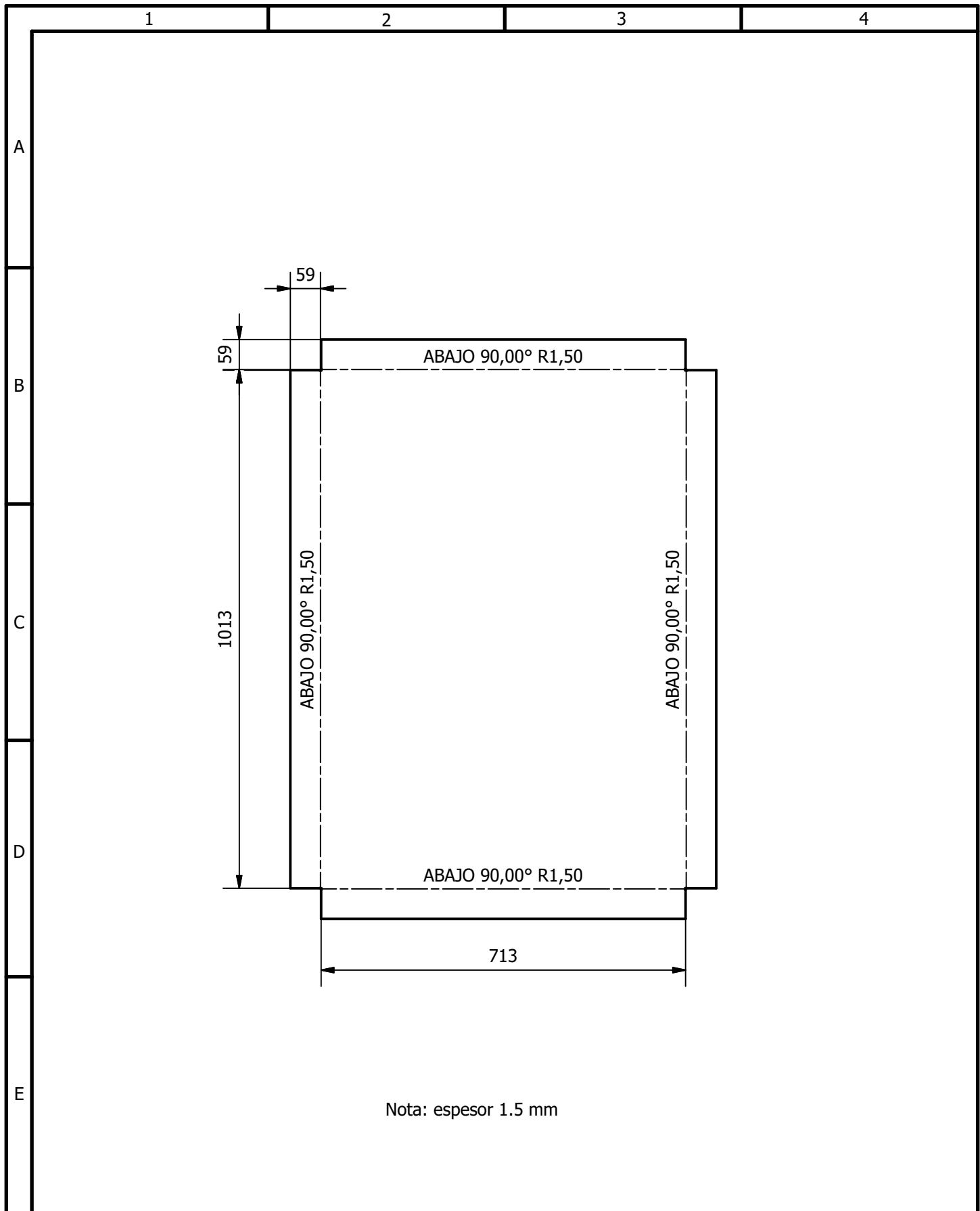
Nota: Espesor 1.5 mm

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 0.5	4,4 kg	Acero ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Descripción:
				Dib:	17/04/2017	Llano Liliana	
				Rev:	01/04/2017	Benites E.	
					Apb:	24/07/2017	Ing. Gallardo
							Escala:
							Nº de dibujo:
							ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	 Universidad Técnica de Cotopaxi			
				Hoja 1 de 1			





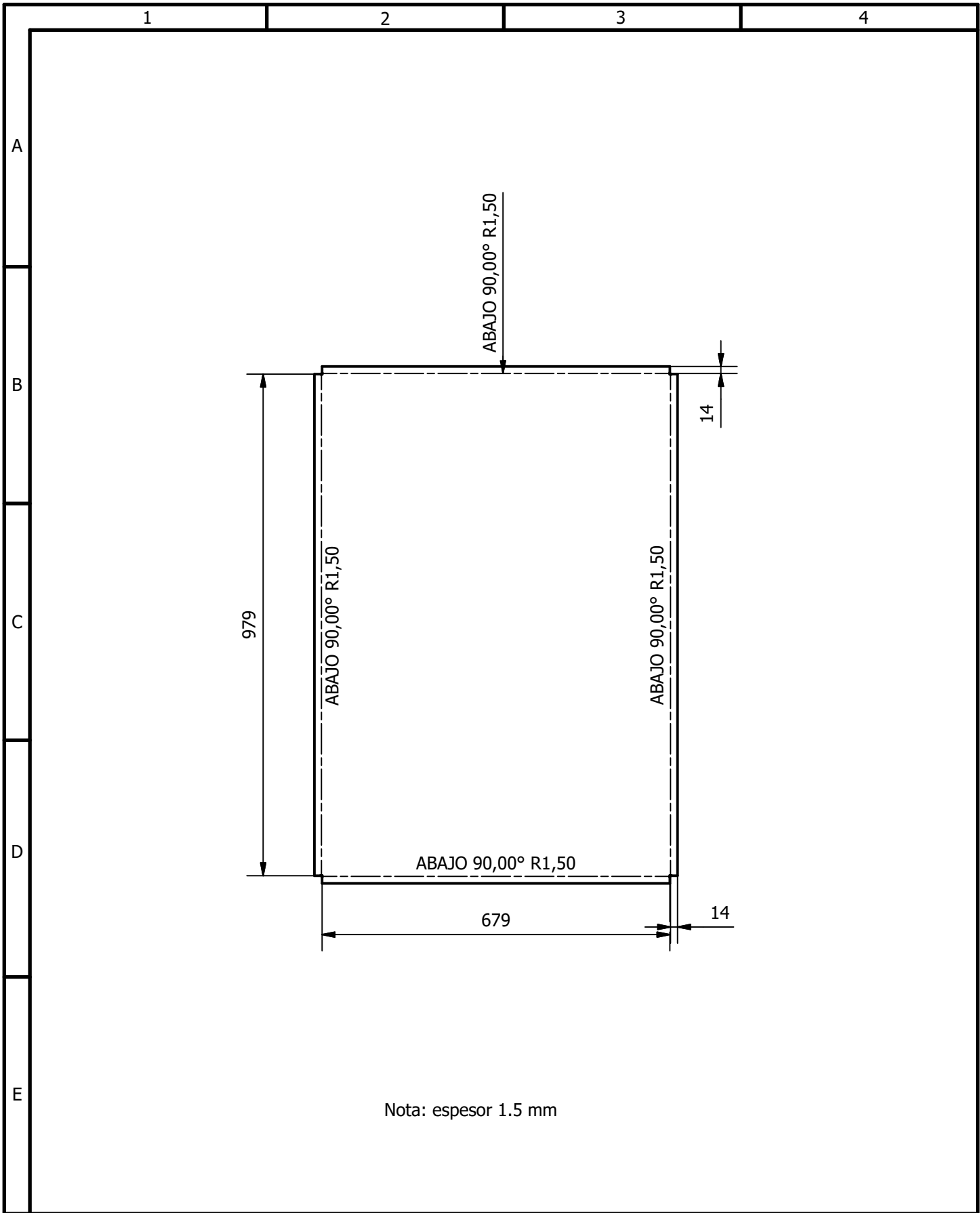
Nota: Espesor 1.5 mm



				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 13,7 kg	Material: Acero ASTM A36		
						Descripción: Placa exterior 1	Escala: 1:10	
				Dib:	17/04/2017		Llano Liliana	
				Rev:	01/04/2017		Benites E.	
				Apb:	24/07/2017	Ing. Gallardo		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo: Anexo Nº 15	ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Hoja 1 de 1		



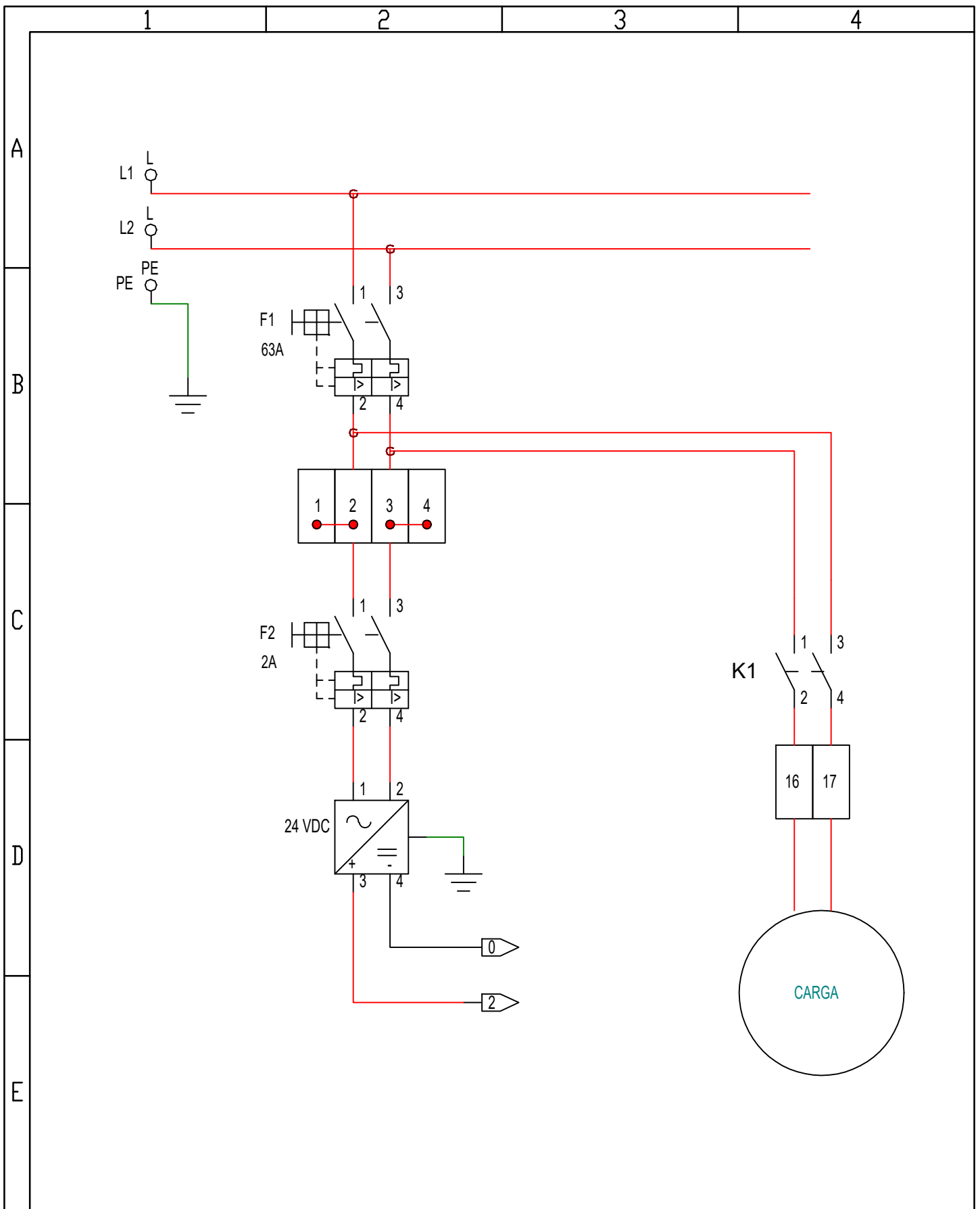
Nota: espesor 1.5 mm


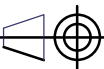
				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 10,9 kg	Material: Acero ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Descripción: Placa puerta 1	Escala: 1:10
				Dib: 17/04/2017	Llano Liliana		
				Rev: 01/04/2017	Benites E.		
				Apb: 24/07/2017	Ing. Gallardo	Nº de dibujo: Anexo Nº 16	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	 Universidad Técnica de Cotopaxi		Hoja 1 de 1	

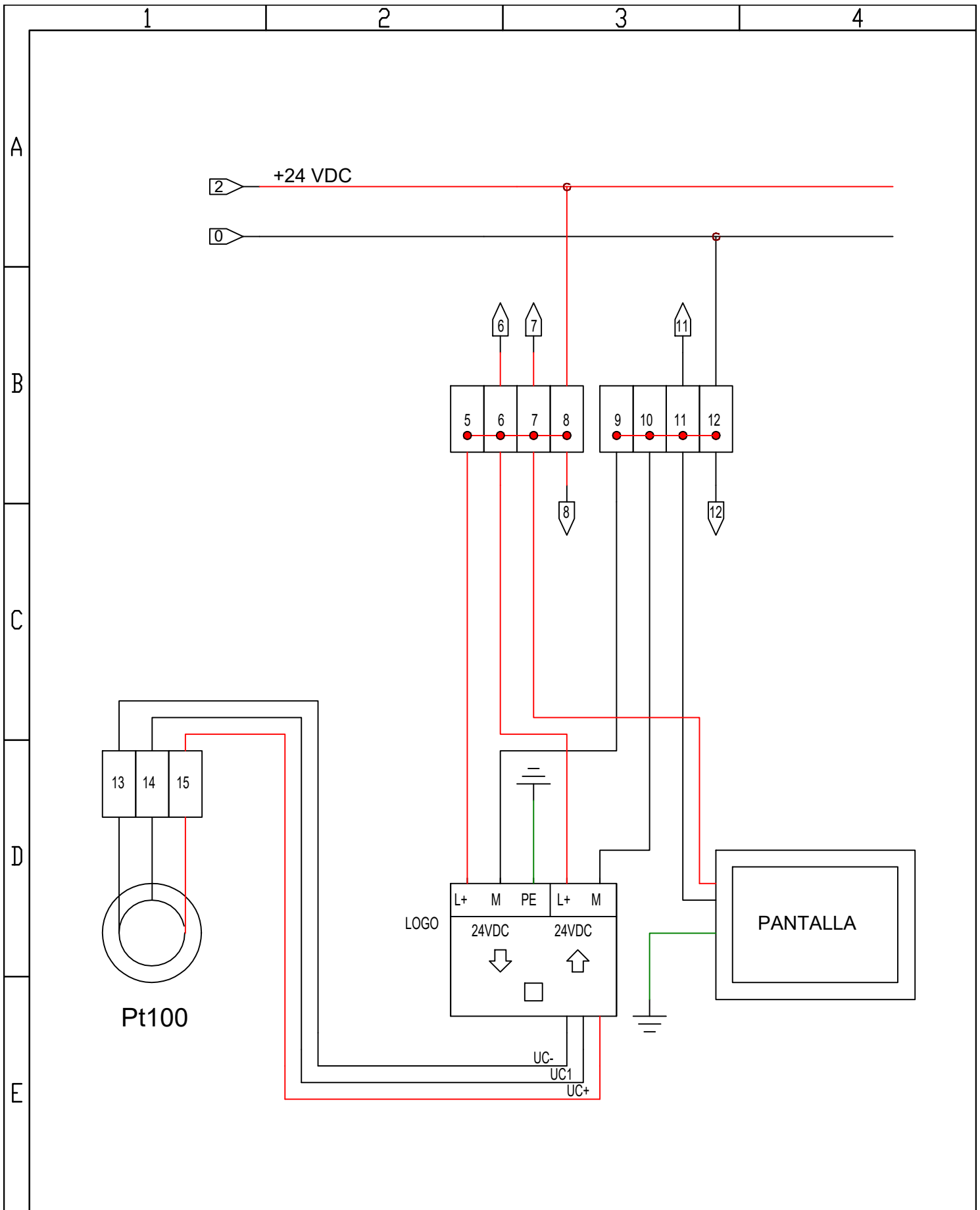



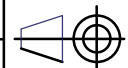
				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 8,4 kg	Material: Acero ASTM A36	
						Descripción: Placa puerta 2	Escala: 1:10
				Fecha	Nombre		
				Dib: 17/04/2017	Llano Liliana		
				Rev: 01/04/2017	Benites E.		
				Apb: 24/07/2017	Ing. Gallardo		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo: Anexo Nº 17	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Hoja 1 de 1	

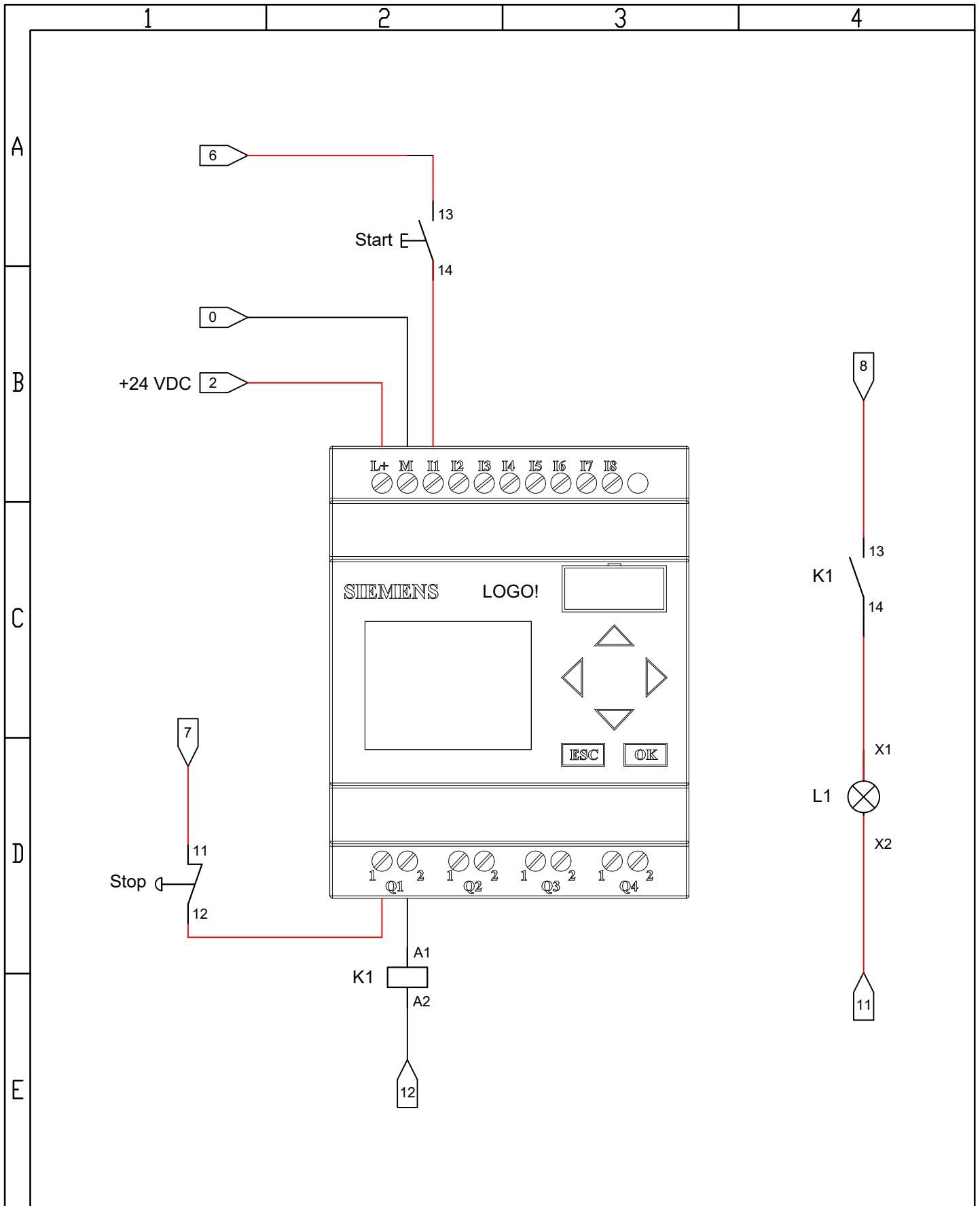
PLANOS ELÉCTRICOS


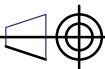






				Tolerancia:	Masa:	Material:	
				± 0.5			
				Fecha	Nombre	Descripción:	Escala:
			Dib:	04.06.2017	Benites E.		
			Rev:	05.06.2017	Llano L.		
				Apb:	06.06.2017	Ing. Gallardo C	
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo:	ISD E
						Anexo 16	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Hoja 1 de 1	





				Tolerancia:	Masa:	Material:	
				± 0.5			
				Fecha	Nombre	Descripción:	Escala:
			Dib:	04.06.2017	Benites E.	Circuito de control	1:10
			Rev:	05.06.2017	Llano L.		
			Apb:	06.06.2017	Ing. Gallardo C		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo: Anexo 18	ISD E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Hoja 1 de 1	



				Tolerancia:	Masa:	Material:	
				± 0.5			
				Fecha	Nombre	Descripción:	Escala:
			Dib:	04.06.2017	Benites E.		
			Rev:	05.06.2017	Llano L.		
				Apb:	06.06.2017	Ing. Gallardo C	
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo:	ISD E
						Anexo 17	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Hoja 1 de 1			

ANEXO 21		ESPECIFICACIONES DRL SECADOR	
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA			
DEPATAMENTO DE MANTENIMIENTO			
FICHA DE LA MAQUINA N°1			
DATOS GENERALES DE LAS MAQUINAS			
NOMBRE:	SECADOR AUTOMÁTICO DE BOBINAS	UBICACIÓN	TALLER TAUROS
PROCEDENTE:	ECUADOR	SECCION:	SECADO DE BOBINAS
FABRICANTE:	BENITES/ LLANO	CODIGO:	S/N
MODELO:	AUTOMÁTICO 2017	LARGO (mm):	900
MARCA:	TIPO ELÉCTRICO	ANCHO (mm):	800
SERIE:		ALTO: (mm)	1450
A DE FABRICACION:	2017	PESO: (kg)	36,5
A DE INSTALACION:	2017		
ACCIONAMIENTO ELECTRICO			
	CAPACIDAD (KVA)		
	MAX CAPACIDAD (KVA)		
	CONEXIÓN A LA RED VOLT.		220
	CONEXIÓN:		BIFÁSICA
	FRECUENCIA (Hz)		60
	CORRIENTE CORTA (A)		15
	SECADOR ELÉCTRICO		
	POTENCIA (W)		6000
	VOLTAJE (V)		220
	FRECUENCIA (Hz)		60
	TEMPERATURA MAX(C)		200
	MATERIAL TRABAJAR		A Bobinas de motores
	MOTORES (hp)		10hp
	TEMPERATURAS DEL PROCESO (HP)		Programadas
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	
			
		2017	

ANEXO 22	MANUAL DE OPERACIÓN
<p>Cuando se utiliza el display externo LOGO! TD existe la posibilidad de asignar la temperatura deseada para el proceso de secado del motor además podemos asignar el tiempo necesario del proceso, un menú de control que se tiene es amigable con el usuario.</p> <p>En la pantalla podemos observar la temperatura máxima y mínima estas temperaturas son las programadas por el usuario.</p> <p>Para programar estas temperaturas y tiempo del proceso se realiza lo siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Presione la tecla ESC por unos 3 segundos para ingresar al menú de programación. 2. Con la flechas nos ubicamos en la línea donde se encuentran las opción ON y presionamos la tecla ENTER nos desplazamos con las flechas para programar la temperatura de encendido del secador. 3. Una vez programada la temperatura de encendido del secador presionamos la tecla ENTER para guardar los cambios. 4. Con la flechas nos ubicamos en la línea donde se encuentran las opción OFF y presionamos la tecla ENTER nos desplazamos con las flechas para programar la temperatura de apagado del secador. 5. Una vez programada la temperatura de encendido del secador presionamos la tecla ENTER para guardar los cambios. 6. Con la flechas nos ubicamos en la línea donde se encuentran las opción TIEMPO y presionamos la tecla ENTER nos desplazamos con las flechas para programar tiempo que se va a durar el proceso de secado. 7. Una vez programada la temperatura de encendido del secador presionamos la tecla ENTER para guardar los cambios. 8. EL selector OFF-ON Lo colocamos en la posición ON. 9. Verificamos que el proceso haya empezado 	

ANEXO 23	MANUAL DE MANTENIMIENTO
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</p> <p>2017</p> </div>  </div>	

Definición de manual

Un Manual es un documento que contiene la descripción de actividades que deben seguirse al realizar realización de las funciones del secador.

Previo a cualquier mantenimiento a realizar en el secado se debe tomar en cuana las siguientes instrucciones de seguridad:

- Desactive la alimentación de la red eléctrica y deje que el secador se enfríe antes de efectuar su servicio o mantenimiento.
- Se requiere la protección nominal apropiada de todos los polos de la red eléctrica los códigos eléctricos locales para la operación segura del secador.

Mantenimiento Preventivo

Entre los beneficios de este mantenimiento es alargar la vida útil del secador.

- Prevención de fallas en los equipos
- El buen estado de los equipos e instalaciones durante su vida útil.
- Utilización planificada del recurso humano.

Procedimiento general de las rutinas

El mantenimiento preventivo es la prolongación de la vida útil de los equipos, y en el mantenimiento de su funcionamiento adecuado, se han determinado estos pasos generales que debe tener una rutina de mantenimiento.

Estos pasos generales constituyen la base de las rutinas para el secador; su aplicabilidad es determinada por las características específica de este equipo

Estos pasos son:

- Limpieza integral externa.
- Inspección externa del secador
- Limpieza integral interna.
- Inspección interna.
- Reemplazo de partes intercambiables si es el caso
- Ajuste de las borneras en el tablero de control
- Revisión de seguridad eléctrica
- Pruebas funcionales completas

El formato de mantenimiento se debe llenar con mucho cuidado, dando de esta manera una explicación simple y detallada, pues así no se descuidan detalles que hacen al mantenimiento preventivo programado más efectivo. Para que de esta manera cualquiera pueda entenderlo y llevar la continuación del servicio preventivo del secador.

Llevar el detalle de cada mantenimiento realizado

Mes	Responsable	Cantidad	Descripción del equipo	Fecha



ANEXO 24**PRUEBAS DE AISLAMIENTO DEL MOTOR**

Proceso de mantenimiento de bobinados El procedimiento mínimo recomendado es el siguiente, desde el momento en que la máquina se detiene:

1. Hacer ensayo de resistencia de aislación con megohmetro (por 1 minuto), anotar temperatura de carcasa. Guardar resultados.
2. Desarmar el motor, evitar el maltrato del bobinado con partes metálicas.
3. Revisar el interior del motor, para ver si hay algunos rastros de corrosión en las partes metálicas.
4. Si hay corrosión limpiar con cepillo suave (cepillos de cerdas de nylon)
5. Si hay suciedad acumulada es posible la limpieza con líquido dieléctrico, o solventes desengrasantes.
6. En caso de suciedad con grasas o aceites, es posible aplicar vapor a presión para eliminarlo.
7. Para armaduras y rotores bobinados se recomienda hacerlo en posición vertical, con un recipiente de color blanco que reciba el líquido residual para determinar cuándo la contaminación deja de salir. Se sigue hasta que quede completamente limpio.
8. Luego de la limpieza hornear por al menos 2 hrs a unos 95-100 °C, para eliminar humedad y líquidos presentes. Según el tamaño de la máquina el tiempo para alcanzar la temperatura indicada varía.
9. Si la limpieza se está realizando en el sitio de la máquina, es posible secar el bobinado con un flujo de aire caliente sobre éste, o por medio de una corriente eléctrica a través del bobinado con una máquina soldadora ajustada al 50% de la corriente nominal de la máquina (medir la temperatura adecuadamente).
10. Dejar enfriar.
11. Hacer ensayo de resistencia de aislación con megohmetro (por 1 minuto), anotar temperatura de carcasa.
12. Comparar resultados con punto 1, debería aumentar. En caso que no aumente revisar si aún quedan residuos de contaminación.
13. En caso de re-barnizar el bobinado, aplicar el barniz por algún método cuando el estator se encuentre a unos 60-65 °C de temperatura. No aplicarlo inmediatamente cuando sale del horno, ya que el barniz o resina se daña.

NOTA: Estar seguro que el bobinado está completamente limpio, NO aplicar barniz sobre contaminación.

14. Si se re-barniza se deberá curar el barniz al horno, con temperatura y tiempo indicado por el fabricante del barniz
15. Dejar enfriar.
16. Hacer ensayo de resistencia de aislación con megohmetro (por 1 minuto), anotar temperatura de carcasa.

17. Comparar resultados con puntos anteriores, debería aumentar.

18. Comprobación de la resistencia de aislamiento mediante el Megger

este aparato se utiliza para saber la resistencia de aislamiento de la máquina entre bobinados o entre ellos y tierra, para ello desconectamos el motor de la línea y aplicamos 500 voltios entre las bobinas (aunque estén conectadas en estrella o triángulo) y;



Podemos guiarnos por estos valores para comprobar el nivel de aislamiento

- **Inferior a 16 MΩ equivale a un mal aislamiento.**
- **16 y 51 MΩ equivale a un aislamiento regular, si el motor estuviese húmedo sería recomendable ponerle nuevamente al secador**
- **superior a 51 MΩ equivale a un buen aislamiento.**



Datos técnicos

	LOGO! 24 LOGO! 24o	LOGO! DM8 24
Intensidad de entrada para <ul style="list-style-type: none"> • señal 0 • señal 1 	< 1,0 mA (I1...I6) < 0,05 mA (I7, I8) > 1,5 mA (I1...I6) > 0,1 mA (I7, I8)	<1,0 mA >1,5 mA
Tiempo de retardo <ul style="list-style-type: none"> • de 0 a 1 • de 1 a 0 	típ. 1,5 ms (I1...I4) <1,0 ms (I5,I6) típ. 300 ms (I7,I8) típ. 1,5 ms (I1...I4) <1,0 ms (I5,I6) típ. 300 ms (I7,I8)	típ. 1,5 ms típ. 1,5 ms
Longitud del conductor (sin apantallar)	100 m	100 m
Entradas analógicas		
Cantidad	2 (I7 y I8)	
Rango	0 ... 10 V DC Impedancia de entrada 76 kΩ	
Tensión de entrada máx.	28,8 V CC	
Longitud del conductor (trenzado y apantallado)	10 m	
Salidas digitales		
Cantidad	4	4
Tipo de las salidas	Transistor, conexión P	Transistor, conexión P
Separación galvánica	no	no
En grupos de		
Activación de una entrada digital	sí	sí
Tensión de salida	△ tensión de alimentación	△ tensión de alimentación
Intensidad de salida	máx. 0,3 A	máx. 0,3 A
Corriente constante I_{th}		

Datos técnicos

	LOGO! 24 LOGO! 24o	LOGO! DM8 24
Carga de lámparas incandescentes (25.000 maniobras) en caso de		
Tubos fluorescentes con dispositivo previo electr. (25.000 histérisis)		
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 maniobras)		
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 maniobras)		
A prueba de cortocircuitos y sobrecarga	sí	sí
Limitación de corriente en cortocircuitos	aprox. 1 A	aprox. 1 A
Derating	Ninguno; en todo el margen de temperatura	Ninguno; en todo el margen de temperatura
Resistencia a cortocircuitos cos 1		
Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7		
Conexión de las salidas en paralelo para aumentar la potencia	no admisible	no admisible
Protección de un relé de salida (si se desea)		
Frecuencia de conmutación		
Mecánica		
Eléctrica	10 Hz	10 Hz
Carga óhmica/carga de lámparas	10 Hz	10 Hz
Carga inductiva	0,5 Hz	0,5 Hz



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

2017



ANEXO 26

ESPECIFICACIONES FUENTE LOGO 24V




	LOGO! Power 24 V / 1,3 A	LOGO! Power 24 V / 2,5 A
Compatibilidad electromagnética		
Grado de supresión de radio-interferencias	EN 50081-1, EN 55022 clase B	
Inmunidad a interferencias	EN 50082-2	
Seguridad		
Separación galvánica primario/secundario	sí, SELV (según EN 60950 / VDE 0805)	
Clase de protección	II (según IEC 536 / VDE 0106 T1)	
Tipo de protección	IP 20 (según EN 60529 / VDE 470 T1)	
Certificación CE	sí	
Certificación UL/CSA	sí; UL 508 / CSA 22.2	
Certificación FM	sí; Class I, Div. 2, T4	
Indicaciones generales		
Temperatura ambiente (margen)	-20 ... +55°C, convección natural	
Temperatura de almacenaje y transporte	-40 ... +70°C	
Conexiones en la entrada	un borne (1 x 2,5 mm ² o 2 x 1,5 mm ²) para L1 y otro para N	
Conexiones en la salida	dos bornes (1 x 2,5 mm ² o 2 x 1,5 mm ²) para L+ y otros dos para M	
Montaje	encajable en perfil soporte de 35 mm	
Dimensiones en mm (AxAxP)	72 x 80 x 55	126 x 90 x 55
Peso aprox.	0,2 kg	0,4 kg

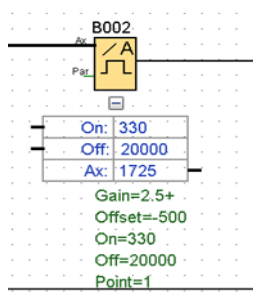
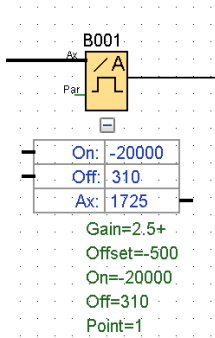
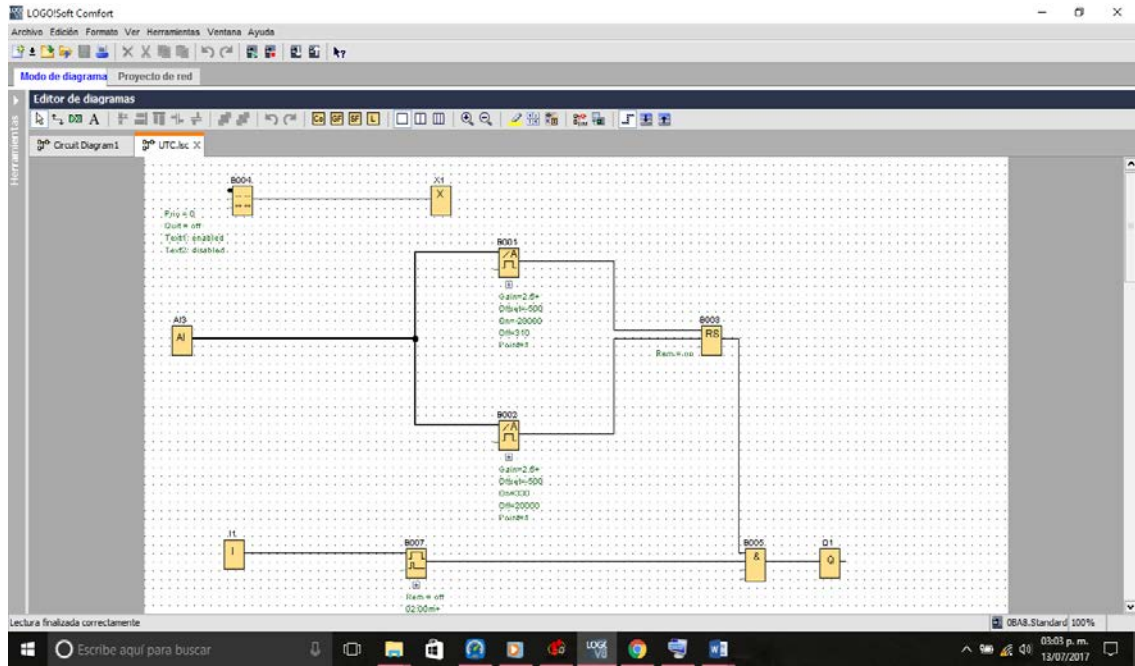
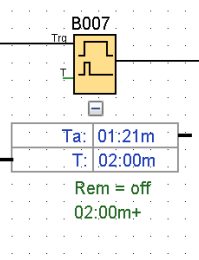
A.8 Datos técnicos: LOGO! AM 2 PT100

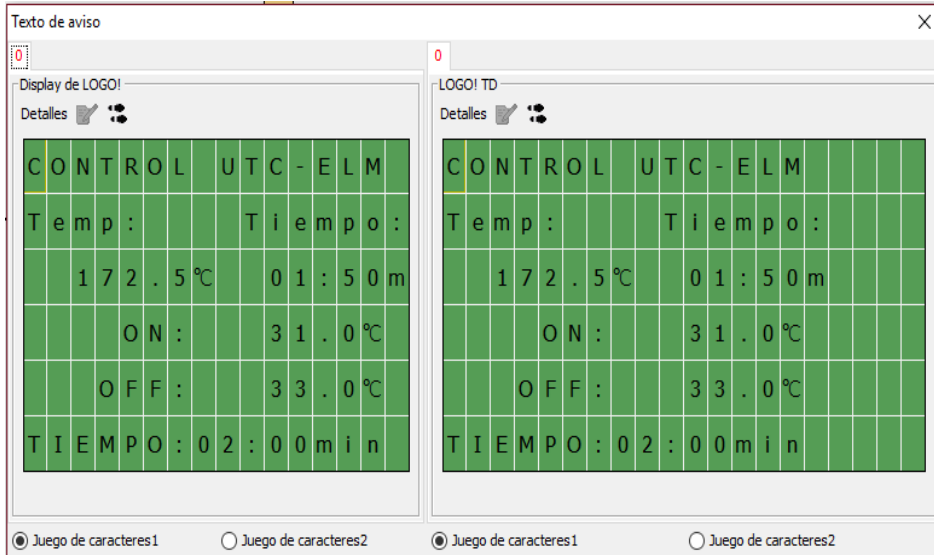
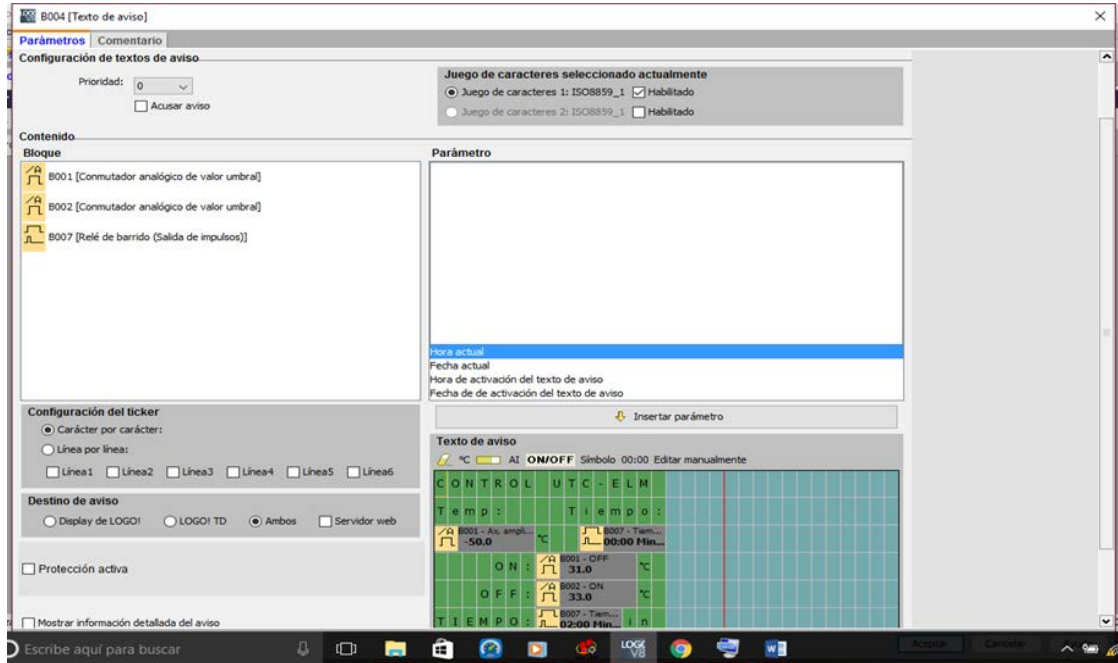
LOGO! AM 2 PT100	
Fuente de alimentación	
Tensión de entrada	12/24 V c.c.
Margen admisible	10,8..... 28,8 V c.c.
Consumo de corriente	25 ... 50 mA
Compensación de fallos de tensión	típ. 5 ms
Potencia disipada a	
• 12 V	0,3 ... 0,6 W
• 24 V	0,6 ... 1,2 W
Separación galvánica	no
Protección contra inversión de polaridad	sí
Borne PE	Conexión a tierra y pantalla del cable de medición
Entradas de sensor	
Cantidad	2
Tipo	Termopar Pt100
Conexión de los sensores	
• a 2 hilos	sí
• a 3 hilos	sí
Rango de medida	-50 °C ... +200 °C -58 °F ... +392 °F



Technical Data

External Text Displays	LOGO! TDE	LOGO! TD
		
Display	64 x 38 mm, adjustable contrast	61 x 33 mm, adjustable contrast
Lines	6 lines	4 lines
Characters	20/10 characters per line, 40/20 in ticker mode (depending on selected character set)	12/16 characters per line, 24/32 in ticker mode (depending on selected character set)
Controllable background colors	3, white, orange, red	white
Special characters	14	9
Menu languages	English, German, French, Italian, Spanish, Dutch, Russian, Turkish, Chinese and Japanese	English, German, French, Italian, Spanish, Dutch, Russian, Turkish, Chinese and Japanese
Character sets	6	6
Supply voltage polarity independent	12...24 V DC / 24 V AC	12...24 V DC / 24 V AC
Power consumption	typ. 145 mA (12 V DC), typ. 70 mA (24 V DC), typ. 75 mA (24 V AC) Ethernet and white back light active	typ. 65 mA (12 V DC), typ. 40 mA (24 V DC), typ. 90 mA (24 V AC)
Inputs	6 standard keys, 4 function keys (tactile surface buttons)	6 standard keys, 4 function keys (tactile surface buttons)
Interface	2 Ethernet ports RJ45	RS485
Connecting cable length max	Standard Ethernet cable (not included) 30 m	LOGO! TD cable 2.5 m included (extendable up to 10 m with standard 'straight-through' 9-pin serial cable)
Dimensions (over all) (W x H x D)	128.2 x 86 x 38.7 mm	128.2 x 86 x 38.7 mm
Cut-out dimensions (W x H x D)	119.5 x 78.5 x 1.5 – 4.0 mm for panel mounting	119.5 x 78.5 x 1.5 – 4.0 mm for panel mounting
Protection	IP 20, Front IP65 (4X/12)	IP 20, Front IP65 (4X/12)
Article No.	6ED1 055-4MH00-0BA1	6ED1 055-4MH00-0BA0

















SIRIUS - Aparatos de maniobra, protección y control de motores

Pulsadores hongo y Lámparas de señalización - Línea plástica

N° Almacén	Descripción del producto	Código
Pulsadores hongo - Línea plástica		
SIRIUS 3SB3	100014932 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, ROJO Emergencia, Pulsar-Girar, c/1NC	 3583203-1HA20
	100014931 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, ROJO, Pulsar-Tirar, c/1NC	 3583203-1CA21
	100014948 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, ROJO Emergencia, Pulsar-Girar c/Llave	 3583000-1BA20
	100035245 Pulsador hongo Ø60mm, plástico, IP66, ROJO Emergencia, Pulsar-Girar	 3583000-1AA20
	100014949 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, NEGRO, Pulsar-Tirar	 3583000-1CA11
	100014951 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, NEGRO, sin retención	 3583000-1GA11
	100014952 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, ROJO, sin retención	 3583000-1GA21
	100014953 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, AMARILLO, sin retención	 3583000-1GA31
	100014954 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, VERDE, sin retención	 3583000-1GA41

SIRIUS - Aparatos de maniobra,
protección y control de motores
Perillas conmutadoras - Línea plástica



N° Almacén	Descripción del producto	Código
Perillas conmutadoras completas - Línea plástica		
100014927	Perilla conmutadora completa, plástica, IP54, 1NA, NEGRA, 2 pos., con retención	35B3202-2KA11
100014966	Perilla conmutadora completa, plástica, IP54, 1NA-1NA, NEGRA, 3 pos., con retención	35B3210-2DA11
100014967	Perilla conmutadora completa, plástica, IP54, 1NA-1NA, NEGRA, 3 pos., sin retención	35B3210-2EA11
100014928	Perilla conmutadora c/cerradura completa, plástica, IP54, 1NA, Llave extraíble O+, 2 pos., c/retención	35B3202-4AD11
Perillas conmutadoras - Línea plástica		
100014970	Perilla conmutadora, plástica, IP66, NEGRA, 2 pos., con retención	35B3000-2KA11
100014971	Perilla conmutadora, plástica, IP66, ROJA, 2 pos., con retención	35B3000-2KA21
100014972	Perilla conmutadora, plástica, IP66, VERDE, 2 pos., con retención	35B3000-2KA41
100014973	Perilla conmutadora, plástica, IP66, BLANCA, 2 pos., con retención	35B3000-2KA61
100014974	Perilla conmutadora, plástica, IP66, NEGRA, 2 pos., sin retención	35B3000-2LA11
100014975	Perilla conmutadora, plástica, IP66, ROJA, 2 pos., sin retención	35B3000-2LA21
100014976	Perilla conmutadora, plástica, IP66, VERDE, 2 pos., sin retención	35B3000-2LA41
100014977	Perilla conmutadora, plástica, IP66, BLANCA, 2 pos., sin retención	35B3000-2LA61
100014956	Perilla conmutadora, plástica, IP66, NEGRA, 3 pos., con retención	35B3000-2DA11
100014957	Perilla conmutadora, plástica, IP66, ROJA, 3 pos., con retención	35B3000-2DA21
100014958	Perilla conmutadora, plástica, IP66, VERDE, 3 pos., con retención	35B3000-2DA41
100014959	Perilla conmutadora, plástica, IP66, BLANCA, 3 pos., con retención	35B3000-2DA61
100014960	Perilla conmutadora, plástica, IP66, NEGRA, 3 pos., sin retención	35B3000-2EA11
100014961	Perilla conmutadora, plástica, IP66, ROJA, 3 pos., sin retención	35B3000-2EA21
100014962	Perilla conmutadora, plástica, IP66, VERDE, 3 pos., sin retención	35B3000-2EA41
100014963	Perilla conmutadora, plástica, IP66, BLANCA, 3 pos., sin retención	35B3000-2EA61
100014981	Perilla conmutadora c/cerradura, plástica, IP54, Llave extraíble O, 2 pos., sin retención	35B3000-4BD01
100014978	Perilla conmutadora c/cerradura, plástica, IP54, Llave extraíble O, 2 pos., con retención	35B3000-4AD01
100014980	Perilla conmutadora c/cerradura, plástica, IP54, Llave extraíble I, 2 pos., con retención	35B3000-4AD21
100014984	Perilla conmutadora c/cerradura, plástica, IP54, Llave extraíble O, 3 pos., sin retención	35B3000-4ED01
100014982	Perilla conmutadora c/cerradura, plástica, IP54, Llave extraíble O, 3 pos., con retención	35B3000-4DD01
100014983	Perilla conmutadora c/cerradura, plástica, IP54, Llave extraíble I+O+II, 3 pos., con retención	35B3000-4DD11

SIRIUS 35B3