UNIVERSIDAD LATINA, CAMPUS HEREDIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

REDISEÑO DEL CILINDRO DE UNA SECADORA DE ROPA INDUSTRIAL, MARCA KANNEGIESSER MODELO 258.100 G-WU, EN LA LAVANDERIA CENTRAL EN EL HOSPITAL MÉXICO

Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Electromecánica

Ing. Andrés Mauricio Ramírez Carballo

HEREDIA, COSTA RICA

ENERO 2019

Tribunal Examinador

Este proyecto titulado "Rediseño del cilindro de una secadora de ropa industrial, marca Kannegiesser modelo 258.100 G-WU, en la Lavandería Central en el Hospital México", por el estudiante Andrés Mauricio Ramírez Carballo, fue aprobado por el Tribunal Examinador de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Latina, sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Electromecánica.

Paulo Irias
Tutor

Samuel Grant Chaves
Lector

Andre Tabash Matamoros
Representante de Rectoría

Heredia, 02 enero de 2019

Señores
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado **"Rediseño del cilindro de una secadora de ropa industrial, marca Kannegiesser modelo 258.100 G-WU, en la Lavandería Central en el Hospital México"**, elaborado por el estudiante **Andrés Mauricio Ramírez Carballo**, como requisito para que el citado alumno pueda optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Electromecánica.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad Latina de Costa Rica y, por tanto, lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,

Ing. Paulo Irias
TUTOR

Heredia, 03 enero de 2019

Señores
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado **"Rediseño del cilindro de una secadora de ropa industrial, marca Kannegiesser modelo 258.100 G-WU, en la Lavandería Central en el Hospital México"**, elaborado por el estudiante **Andrés Mauricio Ramírez Carballo**, como requisito para que el citado alumno pueda optar por la Licenciatura en Ingeniería Electromecánica.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad Latina de Costa Rica y, por tanto, lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,

Ing. Samuel Grant Chaves
LECTOR

Heredia, 7 de enero de 2019

Universidad Latina de Costa Rica

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Estimado/a señor/a:

Hago constar que Andrés Mauricio Ramírez Carballo, cédula de identidad número 4-211-891, me presentó, con el propósito de que yo le realizara la revisión filológica, la tesis titulada *"Rediseño del cilindro de una secadora de ropa industrial marca Kannegiesser, modelo 258.100 G-WU, en la Lavandería Central en el Hospital México".*

Corregí, de acuerdo con la normativa vigente de la Real Academia Española, la ortografía, redacción, sintaxis y semántica del texto; y como miembro de la Asociación Costarricense de Filólogos (ACFIL), doy fe de que el estudiante ha acatado las recomendaciones emitidas por mi persona.

Atentamente,

M.L. Ariana Alfaro Mejía

Céd.: 2-651-370

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES®

"Carta Autorización del autor(es) para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación"

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016

Instrucción: *Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.*

Yo (Nosotros):
Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con " ; "

Ramírez Carballo, Andrés Mauricio

De la Carrera / Programa:
autor (es) del (de la) *(Indique tipo de trabajo):*
titulado:

Licenciatura en Ingeniería Electromecánica

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página web institucional, así como medios electrónicos en general, internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos dentro o fuera de la Red Laureate, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de esta.

La presente autorización se extiende el día *(Día, fecha)* 17 del mes 01 del año 2019 a las 15:00 . Asimismo declaro bajo fe de juramento, conociendo las consecuencias penales que conlleva el delito de perjurio: que soy el autor(a) del presente trabajo final de graduación, que el contenido de dicho trabajo es obra original del (la) suscrito(a) y de la veracidad de los datos incluidos en el documento. Eximo a la Universidad Latina; así como al Tutor y Lector que han revisado el presente, por las manifestaciones y/o apreciaciones personales incluidas en el mismo, de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjuicio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores *Según orden de mención al inicio de ésta carta:*

Andrés Ramírez C.

Agradecimiento

Se le agradece al personal del Área de la Lavandería Central por la oportunidad brindada para desarrollar este proyecto en uno de sus departamentos. A todas las personas que, de una u otra manera, han ayudado para la ejecución de este proyecto, dentro y fuera de la empresa; a profesores y personal administrativo de la Universidad Latina de Costa Rica por la siempre disposición en lo que se ha necesitado durante la elaboración del proyecto.

Dedicatoria

Dedicado a Dios por permitirme la oportunidad de superarme cada día; a mis padres y hermanos, que han hecho todo lo posible por darme la oportunidad de estudiar y han estado conmigo siempre. A mi novia por apoyarme durante estos años de estudio, también a mis amigos por el apoyo en los buenos y malos momentos en todo este tiempo, a todos los profesores y compañeros que me han acompañado a lo largo de la carrera, por todas esas enseñanzas y momentos compartidos y a las demás personas que, de una u otra manera, han tenido relación con este proceso y que son parte de lo que hoy soy como ingeniero y como persona.

Tabla de contenidos

Capítulo 1. Introducción 16

1.1 Antecedentes del problema 17

1.2 Justificación del problema 18

1.3 Planteamiento del problema 19

1.4 Objetivo general 21

1.5 Objetivos específicos 21

1.6 Alcances 22

1.7 Limitaciones 22

Capítulo 2. Marco teórico 24

2.1 Teoría del problema 24

2.2 Lavandería industrial 25

2.2.1 Tipos de lavanderías 26

2.2.2 Máquinas industriales de lavandería 29

2.2.3 Kannegiesser 30

2.2.4 Funcionamiento de una secadora de ropa industrial 31

2.2.5 Partes principales de una secadora de ropa 32

2.2.6 Cilindro de una secadora 32

2.2.7 Quemadores de gas 32

2.2.8 Clasificación de los quemadores 33

2.2.9 Quemador de gas semiautomático monobloque 34

2.2.10 Proceso de funcionamiento de un quemador de gas monobloque 35

2.2.11 Aplicaciones de los quemadores 35

2.2.12 Gas GLP 35

2.2.13 Especificaciones técnicas para propano comercial 36

2.2.14 Especificaciones técnicas para butano comercial 37

2.3 Acero inoxidable 38

2.3.1 Acero 38

2.3.2 Aceros aleados 38

2.3.3 Acero inoxidable 39

2.3.4 Clasificación del acero inoxidable 42

2.3.5 Aceros inoxidables martensíticos 42

2.3.6 Aceros inoxidables ferríticos 43

2.3.7 Aceros inoxidables austeníticos 44

2.3.8 Aceros inoxidables dúplex 45

2.3.9 Aceros inoxidables endurecibles por precipitación 45

2.3.10 AISI (American Iron and Steel Institute) 46

2.3.11 Designaciones del acero inoxidable 46

3.3.12 Ventajas del acero inoxidable 47

3.3.13 Desventajas 49

3.3.14 Principales elementos de aleación y su influencia 50

3.3.15 Aplicación de los diversos tipos de acero inoxidable 51

2.3.16 Expansión térmica 53

2.3.17 Maleabilidad y ductilidad 54

2.3.18 Soldadura para acero inoxidable 54

2.3.19 Equipo para soldadura TIG 55

2.3.20 Ventajas de la soldadura TIG 60

2.3.21 Desventajas de la soldadura TIG 61

2.3.22 Selección e identificación de los electrodos de tungstenos al soldar acero inoxidable 62

2.3.23 Tipos de uniones 63

2.4 Solidworks 66

2.4.1 ¿Qué es Solidworks? 66

2.4.2 Historia y evolución 67

2.4.3 Aplicaciones 67

2.4.4 Soluciones Solidworks 68

2.4.5 Productos 69

Capítulo 3. Marco situacional 71

3.1 Historia 71

3.2 Misión y visión 72

3.3 Servicio brindado por la Lavandería Central 72

3.4 Departamentos que conforman el Área de Lavandería Central. 73

3.5 Recursos materiales 73

3.6 Características de los participantes 74

Capítulo 4. Marco metodológico 75

4.1 Secadora de ropa industrial Kannegiesser, modelo: 258.100 G-WU 75

4.1.1 Tambor original de la máquina 75

4.1.2 Diseño mecánico 76

4.1.3 Características técnicas 77

4.1.4 Características del material 78

4.1.5 Diseño del cilindro original en Solidworks 78

4.2 Modificaciones mecánicas del cilindro 79

4.2.1 Descripción del problema 79

4.2.1 Modificaciones mecánicas del cilindro original en Solidworks 80

4.2.2 Factores por tomar en cuenta 92

4.3 Diseño mecánico con el software Solidworks 93

4.3.1 Diseño del nuevo cilindro en Solidworks 93

4.2.5 Análisis de fuerzas 94

4.4 Presupuesto de la modificación 97

4.4.1 Detalle de materiales, cantidades y costos 97

Capítulo 5. Análisis de resultados 99

5.1 Inversión inicial de este proyecto 99

5.1.1 Método propuesto 99

5.1.2 Resumen de datos 100

5.2 Comparación de costos respecto a método de mantenimiento actual 100

5.2.1 Método actual 100

5.2.2 Tiempos de parada por mantenimiento del cilindro durante un año 101

5.2.3 Comparación del método actual y el propuesto en este documento 101

5.3 Métodos alternativos valorados por la administración 102

5.3.1 Limpieza utilizando una máquina hidrolavadora 102

5.3.2 Limpieza utilizando una máquina de hielo seco 102

5.4 Mejoras en el servicio brindado por la empresa 103

5.5 Capital humano 103

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones 104

6.1 Conclusiones 104

6.2 Recomendaciones 105

Referencias bibliográficas 106

Anexos 109

Anexo 1. Oferta de la lámina perforada en acero inoxidable 109

Anexo 2. Datos técnicos de la máquina secadora marca Kannegiesser modelo 258.100 G-WU. 110

Anexo 3. Descripción del funcionamiento de la máquina secadora marca Kannegiesser modelo 258.100 G-WU. 113

Índice de tablas

Tabla 1. Especificaciones técnicas para propano comercial. 36
Tabla 2. Especificaciones técnicas para butano comercial. 37
Tabla 3. Presupuesto de la implementación del rediseño completo. 98
Tabla 4. Presupuesto para la fabricación de un juego de paneles de repuesto. 98
Tabla 5. Comparación del método propuesto vs. el utilizado actualmente 101

Índice de figuras

Ilustración 1. Lavadora Girbau HS6110 (Girbau, S.A., 2018) 28
Ilustración 2. Túnel de lavado Power Trans, marca Kannegiesser (Kannegiesser, 2018). 29
Ilustración 3. Quemador de gas industrial de tipo monobloque (Weishaupt, 2018). 34
Ilustración 4. Diferencia entre acero y acero inoxidable (Área tecnología, 2018). 39
Ilustración 5. El acero inoxidable forma una capa de óxido de cromo (estudiantesmetalografia, 2012). 40
Ilustración 6. Cuando es rayado, esta película protectora es removida (estudiantesmetalografia, 2012). 41
Ilustración 7. La capa protectora es restaurada (estudiantesmetalografia, 2012). 41
Ilustración 8. Designaciones del acero inoxidable (Medina, 2006). 47
Ilustración 9. Método de soldadura TIG (Aracil, 2018). 55
Ilustración 10. Máquina para soldadura TIG marca Miller (Capris, 2018). 56
Ilustración 11. Cilindros contenedores de gases industriales ofrecidos por Carbone Costa Rica (Carbone Costa Rica, 2018). 57
Ilustración 12. Código de colores de los cilindros, según el tipo de gas de su interior (Instituto Nacional de Seguros INS, 2012). 58
Ilustración 13. Despiece de soplete TIG refrigerado por aire (Aracil, 2018). 59
Ilustración 14. Equipo de protección personal (Concremax, 2018). 60
Ilustración 15. Tabla de electrodos de tungsteno comúnmente utilizados en la industria (Aracil, 2018). 62

Ilustración 16. Unión a tope con bordes rectos (Aracil, 2018). 63
Ilustración 17. Unión a tope con bordes tipo “V” (Aracil, 2018). 63
Ilustración 18. Unión a tope con bordes con pestaña (Aracil, 2018). 64
Ilustración 19. Unión a tope con bordes tipo doble “V” (Aracil, 2018). 64
Ilustración 20. Unión a solape (Aracil, 2018). 64
Ilustración 21. Unión en esquina para espesores hasta 3mm (Aracil, 2018). 64
Ilustración 22. Unión en esquina para utilizar en espesores medios con material de aporte (Aracil, 2018). 65
Ilustración 23. Unión en esquina para utilizar en espesores gruesos (Aracil, 2018). 65
Ilustración 24. Unión en “T” (Aracil, 2018). 65
Ilustración 25. Unión de “canto” (Aracil, 2018). 66
Ilustración 26. Imagen del tambor original. 75
Ilustración 27. Placa técnica de la secadora 258.100 G-WU. 76
Ilustración 28. Información sobre la alimentación de gas del quemador. 77
Ilustración 29. Imagen del diseño del cilindro original diseñado en Solidworks. 79
Ilustración 30. Lámina actual del cilindro original recortada. 81
Ilustración 31. Detalle de las dimensiones del recorte por realizar a cada uno de los paneles actuales. 81
Ilustración 32. Descripción gráfica del resultado de recortar las cuatro láminas del cilindro original. 82
Ilustración 33. Lámina o placa con agujero y tuerca soldada en su curvatura externa. .. 83
Ilustración 34. Dimensiones de la curvatura de la placa con agujero. 84
Ilustración 35. Dimensiones en milímetros, de la placa por soldar al cilindro. 84
Ilustración 36. Posición de las placas con tuerca. 85
Ilustración 37. Distancia de colocación de la placa, del borde de la placa al borde de la lámina recortada. 86
Ilustración 38. Distancia de colocación de la placa, del borde de la placa al borde de la lámina recortada. 86
Ilustración 39. Colocación de la placa intermedia entre cada aspa. 87
Ilustración 40. Cilindro con lámina original recortada y placas soldadas al cilindro, cada una con una tuerca soldada en su parte posterior y un agujero para permitir el paso de un tornillo M12. 88
Ilustración 41. Dimensiones de las perforaciones esquineras. 89
Ilustración 42. Dimensiones para la perforación intermedia de cada panel. 90

Ilustración 43. Diseño del nuevo panel desmontable. 90
Ilustración 44. Tornillo grado 8 (Tornillos y Tuercas Co., 2018). 91
Ilustración 45. Vista axial de la colocación de las partes. 91
Ilustración 46. Diseño del nuevo cilindro completamente terminado y armado. 92
Ilustración 47. Parte del cilindro analizada mediante análisis estático en Solidworks. .. 94
Ilustración 48. Configuración de fuerzas y sujeciones del modelo por analizar. 95
Ilustración 49. Proceso del análisis estático realizado al modelo en Solidworks. 95
Ilustración 50. Configuración del estudio realizado. 96
Ilustración 51. Resultado del análisis estático. 97

Capítulo 1. Introducción

Como punto de partida, cabe indicar que la Lavandería Central se encuentra ubicada en las instalaciones del Hospital México y forma parte de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS). El servicio que ofrece es el de selección, lavado, secado y planchado de la ropa hospitalaria de la gran mayoría de hospitales y clínicas de la Gran Área Metropolitana (GAM).

El servicio brindado por esta entidad es llevado a cabo gracias al trabajo diario de sus colaboradores y por las máquinas que actualmente tienen en operación en dicha lavandería, ambas partes forman una línea de producción muy importante para el bienestar público; por esta razón, se labora de lunes a sábado durante 3 turnos de trabajo, logrando una producción diaria aproximada de 25 000 kg de ropa lavada. Sin duda, tanto la disposición de los colaboradores como la buena operación y eficiencia de las máquinas son primordiales para lograr producir la demanda de sus clientes.

En la línea de producción, una de las etapas más críticas es la parte de secado, pues la producción depende mucho de la eficiencia de estas máquinas industriales. Actualmente, este punto se está viendo afectado, debido a que la ropa proveniente de los hospitales viene con guantes, espadrapo, bolsas plásticas y demás elementos que se derriten con el calor, lo cual provoca que, al generarse altas temperaturas dentro de cada secadora, estos elementos se adhieran al tambor o cilindro, evitando que, a través de este, fluya el adecuado flujo de aire caliente que se encarga de secar o extraer la humedad de la ropa que se encuentra girando en su interior.

Es preciso anotar que en este trabajo, se detalla el planteamiento del rediseño del cilindro de esta secadora de la cual hay 5 unidades operando los 3 turnos de trabajo durante 6 días de la semana. Actualmente, cuando el cilindro está muy lleno de elementos externos adheridos a su estructura, el equipo de mantenimiento de la Lavandería Central debe sacar

de funcionamiento la secadora, realizar las labores correspondientes de extracción del cilindro de la secadora como tal, llevarlo afuera de la lavandería, realizar la limpieza respectiva y volver a instalar y ajustar el cilindro dentro de la secadora; esta tarea le toma al personal como mínimo un día y medio.

Por lo expuesto anteriormente, este proyecto plantea rediseñar el cilindro para que sea posible que la máquina se mantenga fuera de operación lo menos posible, ya que el tiempo de parada afecta directamente la producción de esta lavandería. Esto se desea lograr utilizando un cilindro que tenga paneles extraíbles, los cuales se puedan retirar para ser limpiados, y el equipo se saque de operación únicamente durante el tiempo que se tome retirar los paneles y colocar otros de repuesto que estén completamente limpios.

1.1 Antecedentes del problema

En primera instancia, hay que apuntar que hasta la fecha, la máquina es una de las 5 secadoras modelo 258.100 G-WU que forman parte de la línea de lavado y secado, instalada en el año 2003 en la Lavandería Central; esta máquina trabaja durante 24 horas, 6 días a la semana. Como principal problema se encuentra que la ropa entregada a la lavandería para ser lavada, a pesar de ser seleccionada por personal de la lavandería, incluye elementos que -al generarse altas temperaturas dentro de la secadora por el quemador de gas que tiene en su interior para realizar el proceso de secado- se derriten y adhieren a la estructura perforada del cilindro por donde debe fluir el aire caliente para lograr la extracción de la humedad que contiene la ropa en su interior, esta acción provoca que la eficiencia de la máquina se vea perjudicada y, por consiguiente, la producción de la lavandería.

El equipo de mantenimiento de la lavandería debe realizar la limpieza de los cilindros por lo menos una vez al mes para mantener una adecuada eficiencia; sin embargo, esta tarea les toma como mínimo día y medio, tiempo que la máquina se encuentra fuera de servicio, pues deben sacar de servicio la secadora para realizar las labores correspondientes de

extracción del cilindro de la secadora como tal, llevarlo a fuera de la lavandería, realizar la limpieza respectiva y volver a instalar y ajustar el cilindro dentro de la secadora.

No se puede obviar que el Departamento de Mantenimiento de la lavandería ya ha valorado varias opciones para solucionar este problema sin haber considerado viable alguna de estas y; por esto, se desea ofrecerle el planteamiento de una alternativa que pueda ser implementada en estas cinco máquinas y ayude a mejorar considerablemente la producción de esta entidad.

1.2 Justificación del problema

Esta propuesta es de suma importancia para la Lavandería Central, ya que hasta hoy cada una de las cinco secadoras industriales, con capacidad de carga de 100 kg de ropa, se ven afectadas por la disminución de su eficiencia, debido a que constantemente las cargas de ropa contienen elementos propensos a derretirse y adherirse durante el ciclo de secado. Dado que al Departamento de Mantenimiento de la lavandería le toma más de día y medio realizar la limpieza total del cilindro, antes de realizar dicho trabajo, se debería valorar la producción actual en la lavandería y si es viable sacar de funcionamiento este tiempo, con el objetivo de mejorar la eficiencia, pues puede ser más perjudicial la afectación por tiempo de parada de la máquina que el tiempo ahorrado por una mejora en la eficiencia, tomando en cuenta que una vez limpio el cilindro, con forme avance el tiempo, el cilindro se volverá a saturar de materiales o elementos externos.

Es preciso acotar que el punto importante para mantener una buena producción es tener las máquinas operativas y con un buen valor de eficiencia. Ahora bien, para poder lograr que la eficiencia no afecte el tiempo de secado de las máquinas, se debería realizar un mantenimiento o limpieza del cilindro de forma constante, no más de 2 semanas. Por lo anterior, es de suma importancia adoptar un método para realizar este trabajo sin afectar el

tiempo de trabajo de la máquina secadora y poder garantizar una eficiencia óptima en los equipos de secado.

1.3 Planteamiento del problema

Actualmente, la Lavandería Central ofrece el servicio a diferentes clínicas y hospitales de la Gran Área Metropolitana y periféricos, en sus instalaciones, las cuales se encuentran en las inmediaciones del Hospital México. Además del sistema de lavado y secado de ropa en máquinas convencionales, cuenta con una línea principal automatizada que les produce 500 000 kg de ropa al mes, esta línea funciona 24 horas durante 6 días a la semana. Cabe indicar que en el área de secado se encuentran cinco secadoras industriales marca Kannegiesser.

La gestión de la lavandería la llevan a cabo varios departamentos: producción, mantenimiento, ropería, transporte, proveeduría y oficinas administrativas, cada uno genera valor al servicio brindado; no obstante, el Departamento de Mantenimiento es el encargado garantizar la funcionalidad y eficiencia de las máquinas y sistemas de suministro a las mismas. Cabe destacar que, actualmente, en la línea de secado, se tiene un problema que afecta la eficiencia de las secadoras, el cual no se ha podido solventar del todo.

La ropa que recibe la lavandería, en varias ocasiones, contiene elementos de materiales que se derriten al alcanzar temperaturas menores a 250°C y elementos metálicos. En el área de selección de ropa sucia cuentan con un dispositivo de rayos X para detectar cualquier elemento metálico que pueda afectar el funcionamiento de una de las máquinas durante el proceso de lavado y secado; sin embargo, a pesar de que los empleados en la selección logran sacar los elementos que pueden llegar a derretirse, principalmente cuando las secadoras alcanza temperaturas de hasta 230°C, en algunos casos, estos elementos - bolsas plásticas y diferentes tipos de guantes, entre otros- no se logran observar porque van dentro de la ropa y no hay manera de detectarlos si no es revisando prenda por prenda, lo cual significaría un retraso en el proceso de selección muy significativo. Por tal razón, estos

elementos continúan dentro de las cargas de ropa a través del proceso de lavado, prensado y escurrido de la ropa, al llegar al sistema de secado.

Es preciso indicar que las secadoras industriales utilizan quemadores de gas para introducir aire caliente y hacerlo pasar a través de su cilindro interno, ya que este tiene la característica de ser perforado o troquelado en casi toda su estructura, mientras gira a 170 RPM aproximadamente. Durante un ciclo de secado el aire que fluye en el interior de la secadora puede alcanzar una temperatura de hasta 230°C, una vez que la temperatura alcanza valores altos, todos estos elementos se adhieren a la estructura interna del cilindro obstruyendo el buen flujo de aire a través del cilindro y afectando cada vez más, conforme más elementos se van adhiriendo al cilindro en el tiempo.

Ahora bien, si el flujo de aire se ve afectado, esto incide directamente en la eficiencia de la máquina, requiriendo más tiempo para secar una misma carga de ropa, lo cual afecta la producción diaria. Una máquina secadora utiliza dos mecanismos para lograr secar la ropa: alta temperatura para calentar el aire y flujo de este aire caliente a través de la ropa dentro del cilindro que gira, para lo cual el cilindro está diseñado con perforaciones en su estructura y así permitir un buen flujo de aire a través del mismo.

El periodo aproximado que tarda el cilindro en obstruirse en un 70% de su estructura puede variar, debido a la cantidad de elementos de este tipo que contenga la ropa; sin embargo, se puede hablar de un periodo de mes y medio, aproximadamente. Cuando la obstrucción afecta considerablemente la eficiencia de la máquina casi al punto de no poder operarse por esta situación, el equipo de mantenimiento gestiona las labores de limpieza del cilindro; no obstante, el realizar estas labores le toman como mínimo día y medio; un turno de trabajo para retirar el cilindro de la máquina, pues deben abrir la máquina, extraerlo con mucho cuidado y llevarlo hasta el taller de mantenimiento; un turno como mínimo para realizar la limpieza del mismo; y otro turno para volver a colocar el cilindro dentro de la máquina y realizar los ajustes necesarios para su operación.

Mientras se realiza el servicio de limpieza del cilindro, la máquina se encuentra fuera de operación, lo cual es un poco contradictorio realizar un mantenimiento para mejorar la eficiencia de la máquina y lograr una mejor producción a cambio de sacar de funcionamiento la máquina por día y medio. Es preciso acotar que han valorado la opción de comprar un cilindro extra para tener como repuesto, pero el tiempo de limpieza es lo único que se ahorrarían, debido a que el tiempo de extracción y colocación del cilindro se mantiene y es el intervalo de tiempo mayor; por consiguiente, esta no es una solución efectiva y se quieren valorar nuevas opciones para tomar una decisión lo más pronto posible.

1.4 Objetivo general

- Rediseñar el cilindro de una máquina secadora industrial marca Kannegiesser modelo 258.100 G-WU para obtener una mejora en la eficiencia, al tener paneles desmontables, y disminuir el tiempo de parada por mantenimiento del mismo.

1.5 Objetivos específicos

- Modificar las características constructivas y operacionales del cilindro, manteniendo su funcionabilidad y características mecánicas.
- Analizar el funcionamiento mecánico del cilindro utilizando el software de simulación Solidworks.
- Estimar los costos de desarrollo en caso de llevar a cabo la implementación del planteamiento, en el cual se basa este trabajo.
- Evaluar el costo – beneficio de realizar la implementación de la propuesta desarrollada en este documento.

1.6 Alcances

El proyecto incluye una solución del problema muy valiosa, pues actualmente las cinco secadoras del Sistema Automatizado de Lavado y Secado (SALS) de la Lavandería Central se están viendo afectadas por el material que se adhiere a sus cilindros y se toma mucho tiempo para limpiarlos. Con el propósito de ofrecer una solución, en la cual sea factible fabricar un nuevo cilindro o modificar el actual, se debe modelar el mismo mediante un software de modelado mecánico, en el cual se puedan plasmar las modificaciones o características que permitirían realizar un mantenimiento en un intervalo de tiempo conveniente, y su viabilidad, tomando en cuenta las circunstancias en las que opera la máquina, además de su función y espacio mecánico disponible dentro de ella.

Como parte del rediseño del cilindro es muy importante conocer un estimado de los costos de implementación y fabricación de un nuevo cilindro, con la finalidad de ofrecerle al área de la Lavandería Central una propuesta no solo mecánica, sino también un estudio de costos y beneficios donde se fundamente la viabilidad de implementar la propuesta descrita en este documento.

1.7 Limitaciones

Debido a la afectación de la huelga nacional, tanto en producción como en cantidad de personal de mantenimiento, se debieron reprogramar los mantenimientos de limpieza de estos cilindros; por lo tanto, se debió esperar hasta que se normalizaran las operaciones en la lavandería, esto fue hasta el mes de noviembre, fecha en la cual se realizó la limpieza de uno de los cilindros. Se logró tomar nota de las características físicas y mecánicas del cilindro actual y se empezó a desarrollar la propuesta, rediseñando la forma para que fuera compatible con las características de la máquina y factible, tanto en funcionalidad como en costo de fabricación, para solventar la necesidad que se tiene actualmente.

Cabe indicar que al ser una solución que requería compra de materiales y tiempo de fabricación, en este proyecto no se llevó a cabo la implementación del mismo, solamente se desarrolló una propuesta que fuera factible y se tomara en cuenta para una posible implementación en un corto o mediano plazo. No se puede obviar que pu un proyecto como este, debe ser aprobado por varios departamentos internos de la institución y llevarse a cabo varios trámites, los cuales requieren bastante tiempo.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Teoría del problema

En primera instancia, se debe señalar que la Lavandería Central es una de las principales lavanderías de ropa del país, es parte de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) y está ubicada dentro del Hospital México en la Uruca, San José. Es una entidad que le ofrece sus servicios al propio Hospital México y a otros hospitales y clínicas de la Gran Área Metropolitana y periféricos. La producción mensual de la lavandería es de aproximadamente 600 000 kilogramos de ropa, basados en la producción que se logró durante los meses de agosto, septiembre y octubre de 2018.

Es preciso indicar que la lavandería tiene dos líneas de producción paralelas: una más manual, con máquinas convencionales y otra llamada SALS que es automatizada y produce mucho más que la anterior; por lo tanto, esta última es la línea de producción principal, la cual cuenta con un túnel de lavado de 12 módulos, una prensa de extracción de agua a la salida de dicho túnel, un conveyor que se encarga de trasladar la ropa que sale de la prensa a cada una de las cinco secadoras, de manera automática. Cada una de estas cinco secadoras son de marca Kannegiesser y modelo 258.100 G-WU.

La ropa entregada a la lavandería para ser lavada, es seleccionada por personal del Departamento de Selección de Ropa Sucia. Esta ropa es entregada en sacos y, en su interior, incluye elementos metálicos punzocortantes, los cuales se sacan gracias a un sistema de rayos X; sin embargo, dentro de las pacas de ropa, además, se pueden encontrar elementos que al generarse altas temperaturas dentro de la secadora -por el proceso normal de secado que llevan a cabo estas máquinas, se derriten y adhieren a la estructura perforada del cilindro por donde debe fluir el aire caliente para lograr la extracción de la humedad que contiene la ropa en su interior. Lo anterior provoca que la eficiencia de la máquina se vea perjudicada y, por consiguiente, la producción de la lavandería.

El equipo de mantenimiento de la lavandería es quien realiza la limpieza de los cilindros, por lo menos una vez al mes para lograr mantener una adecuada eficiencia; sin embargo, esta tarea les toma como mínimo día y medio, tiempo que la máquina se encuentra fuera de servicio, pues deben sacar de servicio la secadora para realizar las labores correspondientes de extracción del cilindro de la secadora como tal, llevarlo a fuera de la lavandería, realizar la limpieza respectiva y volver a instalar y ajustar el cilindro dentro de la secadora.

Es preciso indicar que dentro de la ropa no debería de encontrarse este tipo de materiales; sin embargo, a pesar de haberse realizado notas de oficio y campañas para que los trabajadores de diferentes centros médicos no envíen este tipo de materiales dentro de la ropa, esta sigue sucediendo y, en el área de selección de ropa sucia, es muy difícil de identificar estos materiales cuando vienen envueltos por ropa.

No se puede obviar que además de ser un problema que afecta la eficiencia de cinco máquinas secadoras, también significa tiempo de trabajo para el Departamento de Mantenimiento, el cual se podría aprovechar en la implementación de tareas de mantenimiento preventivo o correctivo en otras áreas o máquinas de la lavandería.

2.2 Lavandería industrial

Una lavandería es una empresa o negocio donde, por lo general, se ofrece el servicio de lavado, secado, planchado e incluso el doblado de ropa. Comúnmente, estos establecimientos requieren de maquinaria, agua y químicos o detergentes como materia básica para poder ofrecer sus servicios, así como el capital humano el cual es una pieza indispensable en el servicio.

2.2.1 Tipos de lavanderías

Dentro de los tipos de lavandería más comunes a nivel mundial se pueden encontrar los siguientes:

- Lavanderías autoservicio
- Lavanderías pequeñas
- Lavanderías industriales

Lavanderías autoservicio

Como lo muestra la página web española de la Lavandería La Wash, de tipo autoservicio, en esta clase de establecimientos, el cliente puede encontrar a su disposición una variedad de lavadoras y secadoras de diferentes capacidades de carga, en las cuales puede llevar a cabo el lavado de toda su ropa en menos de una hora.

Estos establecimientos funcionan de forma totalmente automática y, por lo tanto, no hay empleados. Los usuarios encuentran a su disposición las instrucciones que deben seguir al utilizar las máquinas y el protocolo en caso de surgir algún incidente.

El usuario llega al establecimiento con la ropa sucia y la introduce en la lavadora que mejor se acomode a la cantidad que va a lavar. Al haber máquinas de diferentes capacidades, para el usuario es posible lavar su ropa personal de la semana o incluso de toda su familia con un solo ciclo de lavado. Una vez que se haya ingresado la ropa a la lavadora, se debe efectuar el pago del servicio, en algunas lavanderías autoservicio se realiza el pago en un dispositivo colocado en la misma máquina y en otras tienen una central de pago, como en el caso de La Wash.

Posterior al pago, se debe elegir el ciclo de lavado o secado deseado, el detergente y el suavizante en las lavanderías autoservicio se cargan automáticamente. El cliente puede

esperar dentro del establecimiento a que su ropa esté lavada, porque en su mayoría tiene un área de espera (La Wash, 2018).

Este tipo de negocios es cada vez más común en ciudades muy pobladas, debido a que en los hogares en los últimos tiempos tanto el hombre como la mujer trabaja, otras personas viven solas, las largas presas para trasladarse del lugar de trabajo a sus hogares, las diferentes actividades sociales a las que suele acudir las personas después del trabajo, cada una de estas razonas y otras más son la causa de que las personas estén menos tiempo en la casa; por lo tanto, resulta mejor para los habitantes que tienen estilos de vida ajetreados acudir a un centro de lavado que realizar estas labores en casa.

Lavanderías pequeñas o comerciales

Se hace referencia a las lavanderías de negocios cuya actividad principal no es el servicio de lavandería. El fabricante de máquinas de lavandería comercial Girbau, en su página web, muestra que su enfoque de marcado es ofrecer maquinaria comercial a empresas u organizaciones que buscan conseguir que el lavado de la ropa -que utilizan durante su actividad comercial- sea impecable para que su limpieza e higiene se traduzcan en un mejor servicio para sus clientes. Algunos ejemplos de clientes de la marca Girbau son: residencias para personas mayores de edad, gimnasios, centros de estética, alojamientos de turismo rural, equipos deportivos, hoteles de paso y empresas que requieren lavar la ropa de trabajo de sus empleados.

Este tipo de clientes valora mucho el acabado que demuestran sus piezas de ropa, ya que se convierte en un valor añadido para su actividad y que los clientes tienen muy en cuenta, por lo tanto, se requiere de un especial control y gestión para mantener siempre la calidad (Girbau, S.A., 2018).

El fabricante Girbau ofrece máquinas con capacidad de hasta 110 Kkg de ropa. A continuación, se puede observar uno de sus productos:

Ilustración 1. Lavadora Girbau HS6110 (Girbau, S.A., 2018)

Lavanderías industriales

Son lavanderías con máquinas industriales con capacidades de hasta 250 kg de ropa, sistemas de lavado y secado automatizados, que permiten llevar a cabo una producción bastante significativa, con clientes fijos y tiempos de entrega cortos. Debido al tipo de máquinas y a la cantidad de ropa que producen diariamente, este tipo de establecimiento requiere de bastante espacio físico en planta e incluso varios turnos de trabajo para poder cumplir con la demanda de los clientes. En algunos casos, una lavandería industrial se puede encontrar dentro de grandes hoteles u hospitales principales.

En la siguiente imagen, se puede observar una lavadora de ropa tipo túnel de la marca alemana Kannegiesser:

Ilustración 2. Túnel de lavado Power Trans, marca Kannegiesser (Kannegiesser, 2018).

2.2.2 Máquinas industriales de lavandería

Las principales máquinas que se pueden encontrar en una lavandería son:

- Lavadoras
- Secadoras
- Planchadores

2.2.3 Kannegiesser

Según la historia publicada en la página oficial de la empresa Kannegiesser, esta compañía fue fundada en el año 1948 por el ingeniero Herbert Kannegiesser, quien se había dedicado hasta finales de la Segunda Guerra Mundial a la industria aeronáutica. Con cuatro empleados y un almacén antiguo de madera, comenzó a fabricar máquinas para el planchado del sector textil, en aquellos momentos, tuvo mucho auge en la zona este de Westfalia. Progresivamente y gracias a las prensas de planchado, se hizo con una reputación a nivel internacional.

Desde 1950 se empezaron a introducir prensas desarrolladas especialmente para el planchado de camisas, que poco a poco se fueron introduciendo en las lavanderías. En el mercado, había otras marcas en su entorno competitivo, como Kleindienst, Brown, Ajax o Prosperity. Las relaciones comerciales hacia la industria de la confección, por un lado, y la lavandería industrial, por el otro, fueron determinantes para el desarrollo de la empresa.

En el año 1970, Herbert Kannegiesser enfermó gravemente y traspasó la dirección de la empresa a su hijo Martin Kannegiesser, quien por entonces cumplía los 27 años. Tras el fallecimiento de su padre, a principios de 1974, se convirtió en el dueño de la empresa. Su madre Irma actuó de forma activa en la empresa hasta el año 1980 y participa en la empresa desde entonces y todavía con continuo interés (Kannegiesser, 2018). Según lo muestra esta información, la expansión de la empresa continuaba, mientras ampliaban la oferta de productos.

Kannegiesser ofrece hoy en día, como aliado técnico de la lavandería industrial, toda la gama de equipos para lavanderías industriales. En los campos de la técnica de lavado, ropa plana, ropa de uniformidad y tecnologías integrales, Kannegiesser opera en 51 países y destaca como líder en el sector del fabricante de equipos para la lavandería industrial (Kannegiesser, 2018).

2.2.4 Funcionamiento de una secadora de ropa industrial

Dentro del mundo de las secadoras industriales, se pueden encontrar de varios tipos en función del sistema aplicado para secar la ropa.

Las secadoras de evacuación son las más habituales. Este tipo de dispositivos toman el aire que hay en el ambiente y lo calientan a través de unas resistencias eléctricas, convirtiéndolo en aire caliente y seco. Ese aire pasa directamente al bombo en el cual se encuentra la ropa y va eliminando la humedad. La humedad de la ropa se transfiere al aire y dicho aire es expulsado al exterior (La Wash, 2018).

Un punto por recalcar sobre este tipo de secadoras es el alto consumo de electricidad, dado que funciona con resistencias eléctricas y, para lograr alcanzar altas temperaturas, se requiere de un alto consumo de energía eléctrica.

Las secadoras de condensación son un modelo algo más evolucionado, pero muy similar al anterior. En este caso, el dispositivo coge el aire del exterior, lo calienta a través de resistencias eléctricas y lo traspasa al bombo para secar la ropa. El aire húmedo que está en el interior del bombo pasa por un intercambiador refrigerado que hace que se condense la humedad, haciendo que el agua caiga en una bandeja especialmente dispuesta para recogerla. El aire sin humedad vuelve a ser enviado al bombo para seguir secando la ropa. La ventaja de estas secadoras es que ahorran más energía que las de evacuación (La Wash, 2018).

Los modelos de secadoras industriales más avanzados son las secadoras con quemadores industriales de gas GLP. Su funcionamiento es completamente distinto a los mencionados anteriormente, a la entrada de aire de la secadora se produce la combustión y se introduce el aire por medio de una turbina hacia la flauta donde se da la combustión, el aire caliente fluye a través del cilindro donde la ropa se encuentra en movimiento y, de esta manera, le extrae la humedad a la ropa, el aire húmedo sale hacia el ambiente por medio de

la chimenea; sin embargo, cuando la secadora requiere aumentar la temperatura, recircula parte de aire caliente que sale hacia el exterior.

2.2.5 Partes principales de una secadora de ropa

- Estructura
- Cilindro
- Turbina
- Quemador
- Intercambiador de calor
- Resistencias
- Filtro de pelusa
- Chimenea
- Panel de control
- Sistema de tracción

2.2.6 Cilindro de una secadora

El cilindro o tambor de una secadora de ropa es donde se coloca la ropa a secar, el cual al girar a una velocidad configurada de acuerdo con la cantidad de ropa, provoca que la ropa gire media vuelta y caiga desde la parte más alta hasta la más baja, lo que al sumarle un flujo de aire caliente a través de la ropa, logra retirarle la humedad a la ropa en el transcurso del tiempo.

2.2.7 Quemadores de gas

El quemador es un elemento cuya función se basa en mezclar el combustible (gas, diésel o búnker) con el aire para que salte la llama que inicia la combustión. La salida de la

mezcla combustible-aire se realiza a través de los orificios situados en la cabeza del quemador. El quemador sirve también para regular la llama según las necesidades de la máquina mediante un control electrónico de válvulas y bombas de impulsión.

Este tipo de equipos requieren de un presostato de seguridad diseñado para bloquear el funcionamiento del quemador cuando se produce una falla de presión de aire o combustible.

2.2.8 Clasificación de los quemadores

Según el blog "Características a tener en cuenta en los quemadores industriales", publicado por la página web de la empresa Naturgy, los quemadores industriales se pueden clasificar de la siguiente manera:

> Si atendemos al combustible utilizado, se clasificarán en quemadores para gas natural, gasóleo, petróleo y todos aquellos gases derivados del petróleo.
>
> Si nos fijamos en la forma de operación, pueden distinguirse tres clases: quemadores manuales, semiautomáticos y automáticos en función de los distintos grados de automatización del control de las funciones del dispositivo.
>
> Si atendemos a la colocación del quemador con respecto a la caldera, es decir, a su disposición, nos encontramos con quemadores horizontales y quemadores verticales. (Naturgy, 2016).

Cada una de estas clasificaciones tiene diferentes tipos y tamaños de acuerdo con una aplicación específica. En el mercado, es posible encontrar diferentes opciones, donde es muy importante valorar minuciosamente las características de los mismos para poder elegir el más adecuado para la aplicación que se necesita cubrir.

2.2.9 Quemador de gas semiautomático monobloque

Un quemador de gas monobloque es un equipo bastante compacto, puede ser utilizado en una caldera pequeña o máquina secadora de ropa industrial. Además, al ser semiautomático tiene su propia secuencia de trabajo y un sistema de control interno que verifica que sus condiciones óptimas de funcionamiento se cumplan para poner en marca su operación; sin embargo, es posible tener un enlace con la máquina y logra que la misma pueda dar la señal de arranque del quemador, siempre y cuando se cumplan las condiciones de funcionamiento propias del quemador.

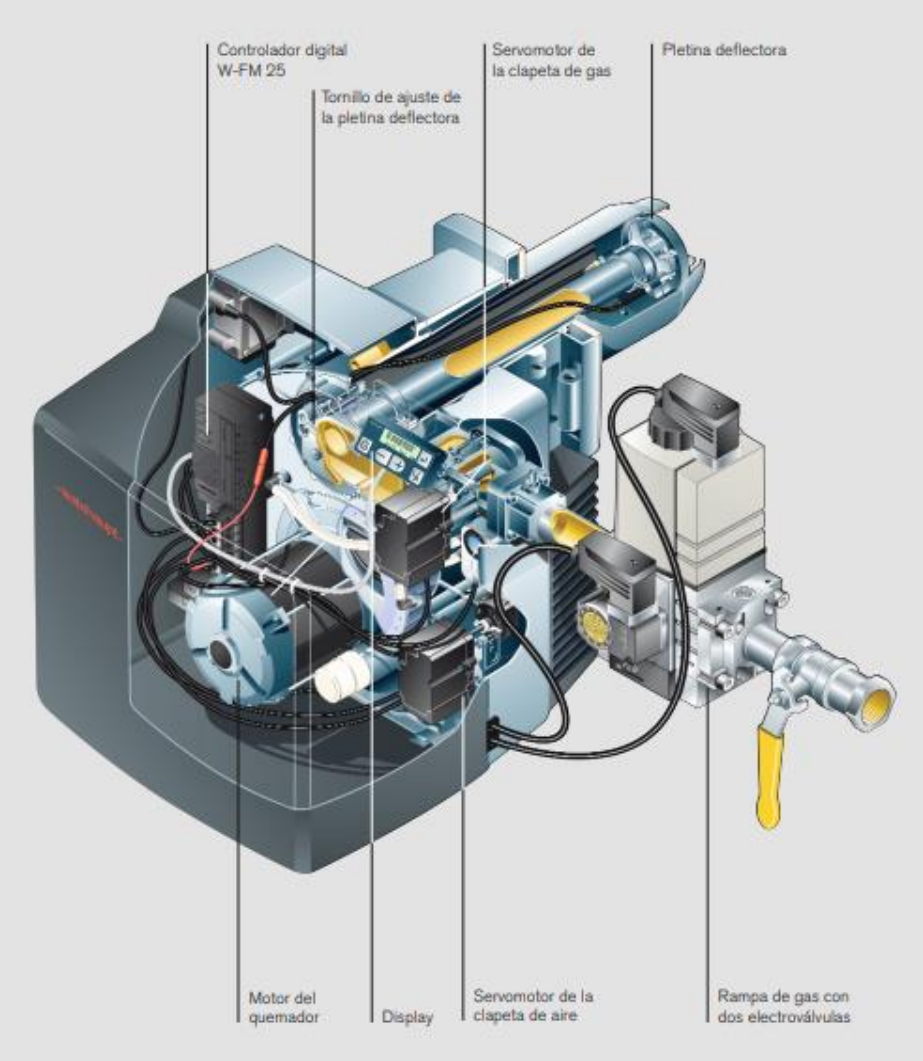

Ilustración 3. Quemador de gas industrial de tipo monobloque (Weishaupt, 2018).

2.2.10 Proceso de funcionamiento de un quemador de gas monobloque

"El controlador de la combustión de Weishaupt (W-FM25) regula la velocidad de la soplante a través un variador de frecuencia (VdF) en función de las demandas de potencia. Con la velocidad de la soplante se predetermina el caudal de aire. La velocidad de la soplante es controlada durante el funcionamiento. El caudal de gas necesario es aportado a través de la clapeta de gas a la correspondiente velocidad de la soplante / caudal de aire" (Weishaupt, 2018).

2.2.11 Aplicaciones de los quemadores

A continuación, se muestran algunas de las posibles aplicaciones de un quemador:

- Calderas
- Secadoras de ropa industriales
- Equipos de industria alimenticia

2.2.12 Gas GLP

Según la página web de RECOPE, el gas que conocemos como GLP se puede entender de la siguiente manera:

> El Gas Licuado de Petróleo (GLP) es la mezcla de gases condensables provenientes del proceso de refinación del petróleo, también se origina de la producción y procesamiento del gas natural, este último energético se está convirtiendo en la principal fuente del GLP en los países productores de hidrocarburos. El mismo es inodoro e incoloro, pero se le adiciona un odorizante (un metil mercaptano) que le otorga un olor pestilente para

posibilitar su identificación en caso de fugas. Los tipos de GLP dependen de los componentes, puede ser solo propano, solo butano o una mezcla de ambos y en menor proporción también están presentes etileno, propileno, butileno y pentano (RECOPE, 2018).

2.2.13 Especificaciones técnicas para propano comercial

Tabla 1. Especificaciones técnicas para propano comercial.

Especificaciones técnicas para propano comercial			
Características	**Unidades**	**Método ASTM**	**Valores**
Corrosión tira de cobre, 1 h, 37,8 ºC - (100ºF) (después de adicionar el odorizante)	———-	D-1838	No.1 máx.
Contenido de azufre (después de adicionar odorizante)	g/m3 de gas (ppmw)	D-2784	0,35 (185) máx.
Densidad relativa 15,56ºC/15,56ºC (60ºF/60ºF)	———-	D-2598	Reportar
Temperatura de evaporación a 95% evaporado	ºC	D-1837	-38,3 máx.
Residuo en 100 mL de evaporación	mL	D-2158	0,05 máx.
Mancha de aceite observada	———-	D-2158	Pasar la prueba
Odorizante	g/m3 líquido	D-5305	12 – 24
Presión de vapor manométrica a 37,8 ºC (100ºF)	kPa (psig.)	D-1267	1434 (208) máx.
Contenido de agua libre	———-	Visual	Nada
Sulfuro de Hidrógeno	mg/kg	D-2420	Pasa la prueba
Composición: Butanos (C4) y más pesados	% volumen	D-2163	2,5 máx.

2.2.14 Especificaciones técnicas para butano comercial

Tabla 2. Especificaciones técnicas para butano comercial.

Especificaciones técnicas para butano comercial			
Características	**Unidades**	**Método ASTM**	**Valores**
Corrosión tira de cobre, 1 h, 37,8 ºC (100ºF) (Después de adicionar el odorizante).	———-	D-1838	No.1 máx
Contenido de azufre (después de adicionar odorizante).	g/m3 de gas (ppmw)	D-2784	0,35 (140) máx
Densidad relativa 15,56 ºC/15,56 ºC (60ºF/60ºF).	———-	D-2598	Reportar
Temperatura de evaporación a 95% evaporado.	ºC	D-1837	2,2 máx.
Residuo en 100 mL de evaporación.	mL	D-2158	0,05 máx.
Mancha de aceite observada	———-	D-2158	Pasar la prueba
Odorizante	g/m3 líquido	D-5305	12 – 24
Presión de vapor manométrica a 37,8 ºC	kPa (psig)	D-1267	485 (70) máx.
Contenido de agua libre	———-	Visual	Nada
Sulfuro de Hidrógeno	mg/kg	D-2420	Pasar la prueba
Composición: Contenido de C5 y más pesados	% volumen	D-2163	2,0 máx.

2.3 Acero inoxidable

2.3.1 Acero

El acero es una aleación (combinación o mezcla) de hierro (Fe) y carbono (C), siempre que el porcentaje de carbono sea inferior al 2%. Este porcentaje de carbono suele variar entre el 0,05% y el 2% como máximo. Newell (2016) afirma que "en algunos casos se puede agregar otros elementos para reforzar soluciones sólidas, añadir resistencia a la corrosión o incrementar la dureza del material. Estos aceros se conocen como aceros aleados y pueden contener hasta 50% de elementos no ferrosos" (p.20).

Dentro de los materiales que se agregan comúnmente para conseguir los aceros aleados, se pueden encontrar el cromo (Cr), el níquel (Ni) o el manganeso (Mn). La aleación se puede definir como una mezcla entre dos o más elementos, de los cuales al menos uno, el que se encuentra en mayor proporción, es un metal.

El acero se puede comprender como un metal ferroso, porque su principal componente es el hierro y, por consiguiente, su fabricación, al igual que todos los metales ferrosos, corresponde a la industria de la siderurgia. Además, por las características mecánicas de sus elementos, es un material de elevada dureza, tenacidad y de gran resistencia mecánica.

2.3.2 Aceros aleados

Según lo muestra Casals (2017), si se le añade al acero otros componentes, se puede mejorar. Seguidamente, se detallan algunos de estos materiales y cuál es su aporte a la mezcla final:

- Manganeso: le aporta al acero dureza y resistencia al desgaste.

- Cromo: aumenta su dureza, le da brillo y hace que el acero sea inoxidable.

- Níquel: evita la corrosión del acero, mejora la resistencia a la tracción y su tenacidad.

2.3.3 Acero inoxidable

El acero inoxidable es un metal, cuyo principal componente, como en todos los aceros, es el hierro, al cual se le añade una pequeña cantidad de carbono. La diferencia con los otros aceros es que el acero inoxidable es una aleación de acero con cromo, con un porcentaje entre el 10% y el 12% en masa. El acero inoxidable también se puede mezclar con otros elementos como el molibdeno y el níquel.

En la información compartida por Área tecnología (2018), se explica que "la mayoría de los metales se oxidan, por ejemplo, la plata se pone negra, el aluminio cambia a blanco, el cobre cambia a verde y ordinariamente el acero cambia a rojo. En el caso de acero, el hierro presente se combina con el oxígeno del aire para formar óxidos de hierro o "herrumbre" de color rojizo".

Ilustración 4. Diferencia entre acero y acero inoxidable (Área tecnología, 2018).

El oxígeno del agua o de la atmósfera al hacer contacto con el hierro forma óxido ferroso “herrumbre”. Para lograr evitar esto en el acero, se le añade una cierta proporción de cromo. Al agregar cromo a la aleación, se evita la oxidación del acero; este es el acero que comúnmente se conoce como acero inoxidable.

El cromo al hacer contacto con el oxígeno que se encuentra en la atmósfera forma una película dura y delgada de óxido de cromo, la cual actúa como protección del metal, evitando que el oxígeno penetre en el material y provoque la corrosión del mismo.

Aunque es extremadamente fina, esta fina película se adhiere fuertemente a la superficie del metal y, en caso de rayarse dicha superficie, se vuelve a formar rápidamente la capa protectora. Por esta razón, cualquier daño en la película de óxido de cromo causado por abrasión, mecanizado o corte se repara de forma casi inmediata al tener contacto con el oxígeno (Kalpakjian, 2002). Para que el efecto anterior se lleve a cabo, el macero debe tener un contenido de cromo entre el 10% y el 12%.

Ilustración 5. El acero inoxidable forma una capa de óxido de cromo (estudiantesmetalografia, 2012).

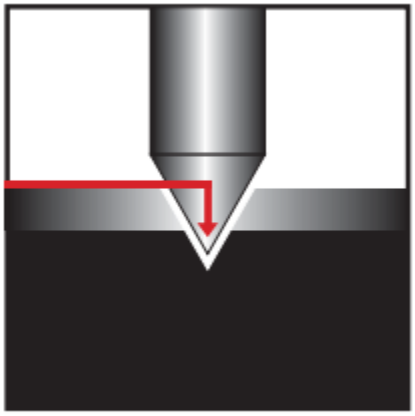

Ilustración 6. Cuando es rayado, esta película protectora es removida (estudiantesmetalografia, 2012).

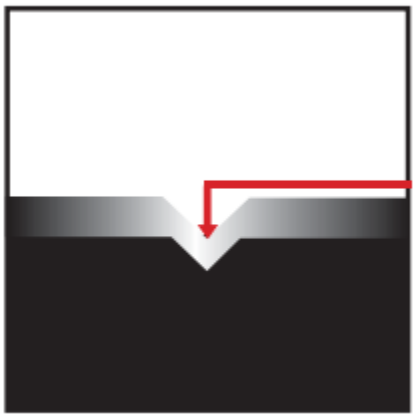

Ilustración 7. La capa protectora es restaurada (estudiantesmetalografia, 2012).

Algunos tipos de acero inoxidable contienen además otros elementos aleantes, los principales son el molibdeno y el níquel. Por otra parte, según información ofrecida por Metales industriales de Puebla, S.A. (2018), el acero inoxidable tiene múltiples propiedades, entre ellas cabe destacar:

- Resistente a la corrosión u oxidación
- Reciclable
- Resistente al calor
- Biológicamente neutro

- Estético
- Buen coste
- Fácil de limpiar
- Elevada dureza (no se raya)
- Tenacidad (resistencia a los golpes)
- Resistencia mecánica

2.3.4 Clasificación del acero inoxidable

El acero inoxidable se puede clasificar en cinco familias diferentes; de las cuales cuatro corresponden a las estructuras cristalinas particularmente formadas en la aleación austenita, ferrita, martensita y dúplex la cual se conforma de austenita más ferrita; mientras que la quinta es la aleación endurecida por precipitación, que está basada más en el tipo de tratamiento térmico usado que en la estructura cristalina.

Según la clasificación por familias, comentada anteriormente, Newell (2016) detalla cada una de estas familias de la siguiente manera.

2.3.5 Aceros inoxidables martensíticos

Estos representan parte de la serie 400 y son la primera rama de acero inoxidable, simplemente al cromo. Entre sus características se pueden encontrar:

- Buena resistencia a la corrosión
- Mediante tratamiento térmico son endurecibles y, por esta razón, es posible desarrollar altos niveles de dureza y resistencia mecánica.
- Ofrecen características magnéticas.

- Dado a la naturaleza de su dureza y a que contienen alto contenido de carbono, no brinda buena capacidad de soldabilidad.

Los aceros inoxidables martensíticos tienen un contenido de cromo entre el 10.5% y el 18%, mientras que el carbono es cercano al 1.2%.

2.3.6 Aceros inoxidables ferríticos

Estos aceros inoxidables cuentan con una estructura ferrítica muy estable desde una temperatura ambiente hasta su punto de fusión. También, es importante conocer que corresponden a la serie 400 AISI (American Iron & Steel Institute). Algunas de sus características son:

- Buena resistencia a la corrosión, la cual es posible incrementar con el contenido de cromo y algunas aleaciones de molibdeno.
- Pueden ser endurecidos mediante trabajo en frío.
- No es posible un endurecimiento por tratamiento térmico.
- Ofrecen características magnéticas.
- No poseen buenas características de soldabilidad; por lo tanto, se recomienda eliminar las uniones por soldadura en calibres delgados.
- En la industria, usualmente, se someten a un tratamiento de recocido con el cual se logra mayor suavidad, ductilidad y resistencia a la corrosión.
- Su uso se ve limitado a procesos de formado en frío, debido a su poca dureza.

Los aceros inoxidables ferríticos son aleaciones normalmente con cromo. El contenido de cromo puede variar entre el 10.5% y el 30%; sin embargo, su contenido de carbono es limitado con un valor de 0.08%.

Algunos grados pueden contener niobio, aluminio, silicio, titanio y molibdeno para obtener diferentes características.

2.3.7 Aceros inoxidables austeníticos

Los aceros inoxidables austeníticos conforman la familia con el mayor número de aleaciones, integran las series 200 y 300 AISI. Su popularidad se debe a su maleabilidad y gran resistencia a la corrosión. Entre sus características se pueden encontrar las siguientes:

- Resistencia excelente a la corrosión.
- Son endurecidos mediante trabajo en frío y no se utilizan tratamientos térmicos.
- Excelentes características de soldabilidad.
- Muy buen factor de higiene y limpieza.
- Excelente maleabilidad.
- Grandes características de funcionabilidad a temperaturas extremas.
- Poseen capacidades magnéticas.

Los austeníticos se obtienen adicionando elementos formadores de austenita, entre los cuales se encuentra el níquel, manganeso y nitrógeno. Su contenido de cromo puede variar entre el 16% y el 26% y su contenido de carbono está entre el 0.03% y el 0.08%.

El cromo posee una resistencia a la oxidación en temperaturas cercanas a 650º C en una variedad de ambientes. Por otro lado, es preciso indicar que esta familia se divide en dos categorías:

- SERIE 300 AISI.- Aleaciones cromo-níquel
- SERIE 200 AISI.- Aleaciones cromo-manganeso-nitrógeno

<u>SERIE 300 AISI</u>

Es la familia más extensa, mantiene alto contenido de níquel y valores de manganeso de hasta 2%. También puede contener aluminio, cobre, molibdeno, silicio, niobio y titanio,

los cuales son adicionados para obtener diferentes características. En algunos tipos, se adiciona azufre o selenio para mejorar su habilidad de ser maquinados.

SERIE 200 AISI

El contenido de níquel es menor. El contenido de manganeso ronda entre el 5% y el 20%. Al agregar nitrógeno se logra incrementar su resistencia mecánica.

2.3.8 Aceros inoxidables dúplex

Esta familia se conforma de aleaciones cromo-níquel-molibdeno, algunas de sus características son las siguientes:

- Buena soldabilidad.
- No es posible su endurecimiento por tratamientos térmicos.
- Buena capacidad magnética.
- La característica de su estructura dúplex mejora la resistencia a la corrosión.

2.3.9 Aceros inoxidables endurecibles por precipitación

Esta familia ofrece una buena alternativa a la familia de los aceros inoxidables austeníticos cuando se requiere adicionar excelentes características mecánicas y de maleabilidad. Se conforman de aleaciones hierro-cromo-níquel y se caracterizan por la gran resistencia mecánica obtenida a partir del endurecimiento por tratamiento térmico. Frecuentemente, los aceros endurecidos por el método de precipitación, se encuentran patentados y se les designa con las siglas de la empresa productora.

2.3.10 AISI (American Iron and Steel Institute)

Según sus siglas en inglés, se traduce como el Instituto Americano del Hierro y el Acero. La norma AISI es conocida como la clasificación que se le da a los aceros y sus aleaciones, la cual es predominantemente utilizada en Estados Unidos y en Latinoamérica, para la designación de los aceros por utilizar a nivel industrial.

2.3.11 Designaciones del acero inoxidable

A nivel mundial existen diversas designaciones hacia los distintos tipos de acero inoxidable, las diferencias se dan de un país a otro u área geográfica, debido a que cada una de estas regiones tiene sus propias normas y utilizan unidades de medida diferentes. En la siguiente imagen, se pueden observar las denominaciones que tiene cada una de estas áreas con respecto a los tipos de acero inoxidable.

EN (10088)	Anglaterra BSI	Estados Unidos		Alemania DIN	Suecia SIS	EN (10283)	Francia AFNOR	Composición guía				
		AISI	UNS					C	Cr	Ni	Mo	Others
.	.	.	.	.	.	.						
1.4005	416S21	416	-	X12CrS13	-	-	Z 11 CF 13					
1.4006	410S21	410	-	X10Cr13	-	-	Z 10 C 13					
1.4016	430S17	430	-	X6Cr17	-	-	Z 8 C 17					
1.4021	420S37	420	-	X20Cr13	-	-	Z 20 C 13					
1.4301	304S31	304	S30400	X5CrNi18-10	2333	1.4308	Z 6 CN 18-09	0.07x	18	8	-	-
1.4303	305S19	305	S30500	X5CrNi18-12	-	-		0.06x	18	11	-	-
1.4305	303S31	303	S30300	X10CrNiS18-9	2346	-	-	0.10x	18	8	-	0.35xS
1.4306	-	304L	-	X2CrNi19-11	2352	-	Z 2 CN 18-10	0.030x	18	10	-	-
1.4307	304S11	304L	S30403	-	2352	-		0.030x	18	8	-	-
1.4310	301S21	301	S30100	X12CrNi17-7	2331	-		.05/.15	17	6	-	-
1.4311	304S61	304LN	S30453	X2CrNiN18-10	2371	1.4309	Z 2 CN 18-10 Az	0.030x	18	9	-	0.22xN
1.4372	-	201	S20100	-	-	-		0.15x	17	4.5	-	6.5Mn
1.4401	316S31	316	S31600	X5CrNiMo17-12-2	2347	-	Z 6 CND 17-11	0.07x	17	11	2	-
1.4404	316S11	316L	S31603	X2CrNiMo17-13-2	2348	1.4408	Z 2 CND 17-12	0.030x	17	11	2	-
1.4406	316S61	316LN	S31653	X2CrNiMoN17-12-2	-	1.4409	Z 2 CND 17-12 Az	0.030x	17	11	2	0.22xN
1.4432	316S13	316L	-	-	2353	-		0.030x	17	11	2.5	-
1.4435	316S13	316L	-	XCrNiMo18-14-3	2353	-	Z 2 CND 17-13	0.030x	17	13	2.5	-
1.4436	316S33	316	-	X5CrNiMo17-13-3	2343	-	-	0.05	17	11	2.5	-
1.4438	317S12	317L	S31703	-	2367	-	-	0.030x	18	13	3	-
1.4439	-	-	-	X2CrNiMoN17-13-5	-	1.4446		0.030x	17	13	4	0.22xN
1.4462	Duplex 2205	-	S31803	X2CrNiMoN22-5-3	-	-	Z 2 CND 22-5 Az	0.030x	22	5	2.5	0.22xN
1.4541	321S31	321	S32100	X6CrNiTi18-10	2337	-	Z 6 CNT 18-10	0.08x	18	9	-	0.5Ti
1.4550	347S31	347	S34700	X6CrNiNb18-10	2338	1.4552		0.08x	18	9	-	0.5Nb
1.4563	-	-	N08028	X1NiCrMoCu31-27-4	2584	-		0.02x	26	30	3.0	1.0Cu
1.4567	394S17	304Cu	S30430	-	-	-		0.04x	18	9	-	4xCu
1.4571	320S31	(316Ti)	S31635	X6CrNoMoTi17-12-2	2350	1.4581	Z 6 CNDT 17-12	0.08x	17	11	2	0.5Ti
1.4539	904S13	-	N08904	X1CrNiMoCuN25-20-5	2562	1.4584	Z 1 CNDU 25-20	0.020x	19	24	4	1.5Cu
1.4547	-	-	S31254	-	2378	1.4593		0.020x	20	18	6	0.75Cu
1.4529	-	-	N08925	X1NiCrMoCuN25-20-6	-	1.4588		0.020x	19	24	6	1.25Cu

Ilustración 8. Designaciones del acero inoxidable (Medina, 2006).

3.3.12 Ventajas del acero inoxidable

El acero inoxidable es comúnmente utilizado en distintas industrias alrededor del mundo, dado que es posible crear diferentes aleaciones obteniendo excelentes características químicas y mecánicas. Al ser posible generar diversas combinaciones del acero, se logran ventajas como las que nombra Metales industriales de Puebla, S.A. (2018), las cuales se detallan a continuación.

Resistencia a la corrosión

Los diferentes grados o denominaciones del acero inoxidable ofrecen alta resistencia a la corrosión. Los grados de baja aleación resisten la corrosión en condiciones atmosféricas,

mientras los grados altamente aleados son capaces de resistir la corrosión no solo en condiciones normales, sino también en la mayoría de los medios ácidos, incluyendo ambientes a elevadas temperaturas.

Resistencia a temperaturas extremas

Algunos grados resisten grandes variaciones térmicas manteniendo su resistencia a temperaturas muy altas, algunos grados demuestran tener dureza excepcional a temperaturas extremadamente frías.

Facilidad para la fabricación

Estos estos aceros ofrecen la característica de ser cortados, forjados, soldados y maquinados fácilmente con equipo industrial, obteniendo resultados satisfactorios sin disminuir sus capacidades mecánicas.

Resistencia mecánica

El endurecimiento por trabajo en frío en varios grados, se usa en el diseño para reducir espesores y, así, los costos. Algunos aceros inoxidables pueden ser tratados térmicamente y así poder fabricar componentes de alta resistencia.

Estética

El acero inoxidable está disponible en muchas terminaciones superficiales, además, es posible aplicar diferentes métodos de acabado con alta efectividad como en el caso del pulido y sandblasteado, lo cual le permite al fabricante ofrecer una muy buena calidad y estética del producto que se ofrece.

Propiedades higiénicas

El acero inoxidable es muy usado en la industria farmacéutica y alimenticia, debido a la facilidad de limpieza del mismo y sus propiedades antibacteriales e hipoalergénicas.

Ciclo de trabajo

El acero inoxidable al tener una oxidación muy leve lo convierte en un material durable, y es una opción económica en comparación con su ciclo de vida.

3.3.13 Desventajas

El acero inoxidable a como tiene sus ventajas, también posee sus desventajas al utilizarlo en la industria. Seguidamente, algunas de ellas:

- Si la superficie es de un calibre delgado se puede rayar o abollar, y cualquiera de los anteriores que suceda es bastante difícil reparar.
- Es ruidoso cuando se utiliza en estructuras o mecanismos donde tiene una función dinámica.
- Al tener la característica de conducir el calor fácilmente puede afectar si se utiliza en aplicaciones en donde pueda causar quemaduras a una persona u otros equipos que se puedan ver afectados por la alta temperatura; por lo tanto, es muy importante considerar esta característica a la hora de diseñar un componente de máquina con este material.
- Costo. Si se compara con su vida útil, su uso es económico, sin embargo, la inversión inicial es considerable.

3.3.14 Principales elementos de aleación y su influencia

Como lo muestra la información anteriormente presentada, hay algunos elementos que al estar presentes en una aleación de acero influyen de una u otra manera en las características del resultado final de la aleación (Metales industriales de Puebla, S.A., 2018). A continuación, se exponen los tres elementos más comúnmente utilizados y los cuales, según su porcentaje de masa en la aleación, pueden determinar el grado del acero inoxidable.

Cromo

• Es el elemento responsable de la resistencia a la corrosión, este material al tener contacto con el oxígeno permite la formación de la película de óxido sobre la superficie.

Níquel

• Brinda una mejor resistencia a la corrosión en líquidos no oxidantes.

• Mejora la tenacidad y la ductilidad.

• Ayuda a reducir levemente la conductividad del calor.

• Aumenta la resistencia eléctrica.

• Genera una mejor resistencia a la fatiga.

• Mejora la soldabilidad.

• Ayuda a mejorar las propiedades mecánicas de la solución, al ser añadido a los grados con cromo.

Molibdeno

- Ayuda a mejorar la resistencia a la corrosión en medios no oxidantes y por picadura en la superficie.
- Brinda resistencia a altas temperaturas.

3.3.15 Aplicación de los diversos tipos de acero inoxidable

Vale la pena destacar las aplicaciones de los tipos o grados del acero inoxidable más utilizados a nivel industrial.

Austeníticos serie 200:

AISI 201 / J4

Es comúnmente utilizado como sustituto del acero 304, tiene menor porcentaje de níquel 1.0 – 4.0. Se usa en electrodomésticos, equipos ornamentales, estructuras de tipo automotriz, escaleras, muebles.

AISI 202 /JSL AUS

También se puede utilizar como sustituto del acero 304, ya que ofrece características mecánicas similares, tiene un poco mayor porcentaje de níquel que el AISI 201, alrededor del 5%.

Se emplea en escaleras y herramientas para la manipulación de carnes.

Austeníticos serie 300:

AISI 301

Por su capacidad estructural, se utiliza en bandas transportadoras, electrodomésticos, elementos de la industria automotriz, equipos de transporte ferroviario y aeronaves como herrajes, fijadores, cierres de presión y elementos estructurales de alta resistencia.

AISI 304

Es comúnmente utilizado en equipos para la industria química, farmacéutica, naval, refinería de petróleo, instalaciones criogénicas y frigoríficas, como tanques de almacenamiento de bebidas, tuberías de líquidos o gases a presión, válvulas.

AISI 304L

Se puede emplear como recubrimiento para tolvas de carbón, en tanques de pulverización de fertilizantes líquidos; tanques de almacenamiento de alimentos.

AISI 310

Se usa en aplicaciones a alta temperatura, como los calentadores de aire, intercambiadores de calor, escudos para calderas de vapor, compuertas de hornos, componentes de turbinas y partes de máquinas incineradoras.

AISI 316

Es utilizado en elementos con demanda de resistencia a la corrosión localizada, como lo son los equipos de la industria química, farmacéutica, textil, petrolera, además de componentes empleados en construcción naval e instrumentos quirúrgicos.

AISI 316L

Su uso es similar al AISI 316, sin embargo, es especialmente utilizado cuando las piezas no pueden recibir tratamiento térmico después de ser soldados, como en los adornos, tanques almacenamiento de productos químicos y orgánicos, previamente soldados.

AISI 316Ti

Su uso se enfoca en elementos con demanda de resistencia mecánica y a la temperatura, usualmente se emplea en equipos para industrias químicas y petroquímicas.

Martensíticos serie 400:

AISI 420

Este grado de acero inoxidable se encuentra normalmente en cerraduras, válvulas y bombas, tuberías para calefacción, instrumentos de medición, cubertería, ejes de maquinaria de la industria minera y herramientas manuales.

Ferríticos serie 400:

AISI 430

Su uso se aplica en la fabricación de monedas, placas de identificación, equipos para la producción de ácido nítrico, calentadores, cubertería, cerraduras de cajas fuertes y en el recubrimiento de las cámaras de combustión en los motores diésel.

2.3.16 Expansión térmica

Puede ser calculada multiplicando la dimensión original de la pieza metálica por el diferencial de temperatura y por el coeficiente de expansión térmica que se incluye en las hojas de datos de los diferentes grados de acero inoxidable. Es muy importante conocer el grado antes de utilizar un elemento de este material e investigar sobre sus características.

A continuación, se nombran, en términos generales, algunos de los coeficientes de expansión térmica, según el tipo de acero inoxidable:

- Acero al carbono 12
- Austeníticos 17
- Dúplex 14
- Ferríticos 10
- Martensíticos 10

La expansión térmica del material es muy importante tenerla presente a la hora de trabajar con el acero inoxidable, especialmente, en aplicaciones donde se requiere precisión. Indura (2010) afirma que "el efecto de la expansión térmica es más notable cuando los componentes están restringidos en su movimiento, ya que la expansión origina distorsiones en el material" (p.52).

2.3.17 Maleabilidad y ductilidad

La maleabilidad se denomina como la capacidad o propiedad de obtener láminas de diferentes calibres o grosores del material, mediante la aplicación de una fuerza, sin quebrar o romper el material. Por su parte, la ductilidad, por medio de una fuerza de compresión, permite obtener hilos de dicho material. Ambas características las obtiene el acero debido al hierro que lo compone.

2.3.18 Soldadura para acero inoxidable

Soldadura TIG (Tungsten Inert Gas)

También se conoce como GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), inicialmente se desarrolló para la soldadura de acero inoxidable y de metales, y aleaciones de difícil soldabilidad.

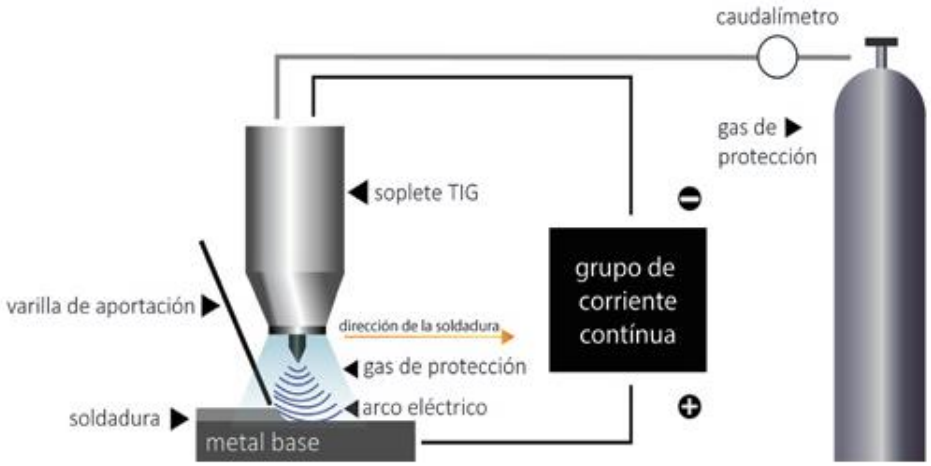

Ilustración 9. Método de soldadura TIG (Aracil, 2018).

De acuerdo con Aracil (2018), este método expresa que "el procedimiento TIG es un proceso de soldadura con arco eléctrico en el que se emplea un gas inerte para proteger la zona de la unión, de la atmósfera. El calor necesario para soldar es proporcionado por un arco eléctrico que se hace saltar entre un electrodo de tungsteno, que apenas se consume, y la pieza de metal a soldar" (p.88).

La separación entre el aporte de calor y el de material consumible, mediante el procedimiento TIG, permite lograr una mayor penetración. En las uniones donde se necesite metal de aporte, se alimenta la zona de fusión con aporte de material en forma de varilla, la cual se funde en el metal base.

2.3.19 Equipo para soldadura TIG

El equipo necesario para soldar con TIG, en términos generales, se conforma por:

- Fuente de alimentación.
- Suministro de gas inerte con regulación de presión.

- Soplete, boquilla y repuestos.
- Equipo de seguridad.

Seguidamente, se detalla cada uno de los puntos anteriores.

Fuente de alimentación

A la hora de seleccionar la fuente de alimentación para el equipo de soldadura TIG, es muy importante tener claro las necesidades según el tipo de soldadura que se quiera aplicar. Para realizar soldadura en acero inoxidable, es necesario considerar las siguientes características:

- Soldadura con corriente continúa
- Si se requiere equipo fijo o portátil.
- Intensidad máxima necesaria para la aplicación.
- Factor de utilización.
- Soldadura de tipo manual o para instalar en un robot; en este último caso, será necesario que el equipo cuente con las condiciones para ser instalado con la interface requerida.

Ilustración 10. Máquina para soldadura TIG marca Miller (Capris, 2018).

Suministro de gas inerte con regulación de presión

El gas de protección comúnmente utilizado en la soldadura TIG es el argón, sin embargo, es posible utilizar helio o algunas mezclas de argón-helio, argón-hidrógeno, para lograr mejores resultados en la soldadura. Ahora bien, para decidir el gas por emplear, se debe tener en cuenta las características del material por soldar.

Ilustración 11. Cilindros contenedores de gases industriales ofrecidos por Carbone Costa Rica (Carbone Costa Rica, 2018).

Debido a la cantidad de gases industriales que existen en el mercado es muy importante considerar un código de colores de los mismos, con el fin de identificar a simple vista qué tipo de gas hay en su interior y, de esta manera, evitar accidentes.

En la siguiente imagen, se muestra una tabla con los códigos de color de los cilindros contenedores de gases industriales, según lo detalla el Instituto Costarricense de Seguros (INS) en su página web.

COLOR	ELEMENTO
Roja Cereza	Acetileno
Verde Oscuro	Oxígeno
Gris	Bióxido de Carbono
Blanco	Aire
Negro	
Amarillo	Amoníaco
Gris	Argón
Azul	
Rojo Vivo	Hidrógeno
Negro	Nitrógeno
Rosa Salmón	Cloro
Violeta	Etileno
Marrón	Helio
Amarillo	Oxido de Etileno
Violeta Vivo	
Azul	Oxido Nitroso
Gris Aluminio	Propano

Ilustración 12. Código de colores de los cilindros, según el tipo de gas de su interior (Instituto Nacional de Seguros INS, 2012).

Soplete, boquilla y repuestos

El soplete es el encargado de alimentar la corriente para soldar y el gas de protección, a la zona de soldadura. Todos los sopletes tienen el aislamiento necesario y, dependiendo de la intensidad de la corriente que suministra, cuentan con refrigeración por gas o agua. Cuando se trabaja con intensidades superiores a 200 A, los sopletes utilizan refrigeración por medio de agua, en otros casos, se usa gas.

La corriente es alimentada a la zona de soldadura por medio del electrodo de tungsteno, el cual debe estar fijado al portaelectrodo o soplete. El gas sale a la zona de soldadura a través del mismo soplete o boquilla. La colocación de la punta del electrodo debe sobresalir de 3 a 5 mm, fuera de la boquilla para las soldaduras a tope; y de 6 a 10 mm, aproximadamente, para soldadura a solape o ángulo. Como medida de seguridad es muy importante asegurarse siempre de que la corriente de alimentación está desconectada antes de manipular el electrodo.

Dependiendo del metal por soldar, se debe seleccionar el electrodo de tungsteno apropiado y el tipo de corriente (continua o alterna); también en función del calibre o espesor por soldar, va el ajuste de la intensidad eléctrica de la fuente. El diámetro del electrodo de tungsteno y los repuestos necesarios como boquilla de gas, pinza y porta pinza, se seleccionan de acuerdo con el espesor y tipo de material por soldar, esto con el objetivo de proteger el baño de fusión y evitar un caudal extremo que puede significar gasto de gas innecesario y turbulencia en el baño de fusión, la cual puede causar contaminación de la zona, generando oxidación de la soldadura.

Ilustración 13. Despiece de soplete TIG refrigerado por aire (Aracil, 2018).

Equipo de seguridad

A la hora de soldar, con cualquier tipo de soldadura, lo más importante es utilizar el equipo de seguridad necesario para proteger tanto la integridad del soldador como la de las personas que se encuentren cerca del área de soldado. El equipo primordial por emplear es la máscara de soldar, hay de diferentes tipos entre las que se pueden dividir entre manuales y automáticas, estas últimas son eléctricas y cuando detectan el arco encienden la protección visual, en algunas es posible modificar el grado de protección y la sensibilidad a la hora de detectar el primer arco eléctrico que se genera al soldar.

Además de la máscara de soldar que protege la vista del soldador, es recomendado utilizar gustes de cuero para evitar quemaduras y utilizar vestimenta que no se vea afectada

por los rayos de luz que son suficientemente fuertes para ocasionar quemaduras en la piel del soldador como de las personas que se encuentren cerca. Dependiendo del tipo de trabajo que se esté realizando también se recomienda utilizar zapatos de seguridad.

Ilustración 14. Equipo de protección personal (Concremax, 2018).

2.3.20 Ventajas de la soldadura TIG

De acuerdo con Aracil (2018), algunas de las ventajas de utilizar soldadura TIG en un proceso son:

- La calidad de la soldadura es superior en comparación con otros procesos.
- Por la naturaleza del proceso, permite minimizar las deformaciones del material.
- Permite llevar a cabo soldadura en todas las posiciones.
- Ofrece control independiente del aporte de calor y del aporte del consumible, permitiendo un mejor control de la penetración del material si se compara con otros procesos.

- No produce escoria, permitiendo utilizar el proceso sistemas de soldado automático o robots.
- La limpieza después de realizar la soldadura es mínima y se puede hacer de manera sencilla.
- Hace posible soldar casi todos los metales empleados industrialmente, como lo son el acero inoxidable, acero al carbón, aluminio, cobre, níquel y sus diferentes aleaciones.

2.3.21 Desventajas de la soldadura TIG

El proceso de soldadura TIG es muy utilizado a nivel mundial, pues permite realizar soldadura de muy buena calidad; sin embargo, también tiene sus limitaciones, como las que se mencionan seguidamente.

- Al realizar soldadura manual se obtiene una velocidad de deposición (Kg/h) menor con respecto a la obtenida en otros procesos de soldeo.
- Requiere de soldadores de buena experiencia para lograr soldaduras de gran calidad, como la de grado sanitario.
- En procesos donde se utiliza espesores mayores a 10 mm, puede resultar costoso y, de esta manera, afectar la rentabilidad.
- Al generarse una atmósfera de gas inerte en el baño de fusión, existe el riesgo de que este gas sea desplazado por una corriente de aire y contamine la soldadura, produciendo contaminación y, por consiguiente, la corrosión de la misma.
- Demanda utilizar buen equipo de seguridad para proteger la vista y la piel de la radiación ultravioleta.

2.3.22 Selección e identificación de los electrodos de tungstenos al soldar acero inoxidable

Elegir el electrodo de tungsteno más apropiado en la soldadura TIG es primordial para lograr una buena calidad en la unión. A la hora de elegir el tipo de electrodo apropiado, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Material por soldar.
- Espesor.
- Polaridad.
- Intensidad de soldadura.

Los electrodos de tungsteno, comúnmente utilizados en la industria, se detallan en la siguiente ilustración, en la cual se identifica cada electrodo con su color, clasificación, aleación y materiales en los que se recomienda utilizar.

Electrodo	Clasificación AWS A5.12	Clasificación EN ISO 6848	Distintivo
T-Puro	EWP	WP	verde
Aplicación: aluminio, magnesio y sus aleaciones con CA y preparación redondeada. Buena estabilidad del arco para soldadura con CA, razonablemente buena resistencia a la contaminación. Se debe emplear con bajas intensidades. Mantiene bien la preparación redondeada del extremo.			
T-2% Th	EWTh2	WT20	rojo
Aplicación: **acero inoxidable**, aceros al carbono, cobre, níquel y aleaciones con CCPD y extremo afilado. Fácil inicio del arco. Permite utilizar elevadas intensidades. Gran estabilidad del arco. Elevada resistencia a contaminar el baño de fusión. Dificultad para mantener la preparación redondeada con CA. El torio es ligeramente radiactivo, pero el principal problema para su uso, es el polvo que se forma en el afilado que es mucho más perjudicial. En general se puede decir que han sido sustituidos por electrodos T-2%La y T-2%Ce.			
T-2% Ce	EWCe-2	WC20	gris
Aplicación: comportamiento similar al de los electrodos con torio. Fácil inicio del arco, buena estabilidad del arco, larga duración. Posible sustituto de los electrodos torio. Soldadura de **acero inoxidable**, aceros al carbono, cobre, níquel y aleaciones con CCPD y extremo afilado. También pueden utilizarse con CA pero en este caso con la preparación de la punta redondeada.			
T-1% Zr	EW Zr1	WZ3	marrón
Aplicación: aluminio. magnesio y aleaciones con CA donde sea necesario evitar la contaminación de la soldadura, debido a la larga duración de la preparación redondeada. Electrodo preferido cuando no se pueda permitir la contaminación del baño con el electrodo. Buen inicio del arco.			
T-2% La	EWLa-2%	WLa-20	azul
Aplicación: **acero inoxidable**, acero al carbono, cobre, níquel y aleaciones con CCPD y extremo afilado. También pueden utilizarse con CA con aluminio y magnesio, pero en este caso con la preparación de la punta redondeada. Comportamiento similar al de los electrodos con torio. Fácil inicio del arco, buena estabilidad del arco, larga duración. Permite soldar con intensidades elevadas. Posible sustituto de los electrodos torio.			

Ilustración 15. Tabla de electrodos de tungsteno comúnmente utilizados en la industria (Aracil, 2018).

Preparación del electrodo

El electrodo de tungsteno debe operarse de manera que las estrías o marcas estén longitudinalmente y no transversalmente, incluso cuando se realiza el esmerilado del mismo, el cual se debe realizar de manera longitudinal, pues si se da que las marcas están de forma transversal, el arco eléctrico saltaría a través de las marcas provocadas por el esmerilado, afectando directamente la calidad de la soldadura.

2.3.23 Tipos de uniones

La soldadura TIG permite realizar prácticamente todos los tipos de uniones, sin embargo, acá se muestran algunos de los más comunes en la industria de la metalmecánica, los cuales se detallan mediante imágenes:

Uniones a tope

Ilustración 16. Unión a tope con bordes rectos (Aracil, 2018).

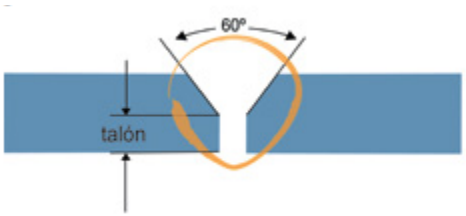

Ilustración 17. Unión a tope con bordes tipo “V” (Aracil, 2018).

Ilustración 18. Unión a tope con bordes con pestaña (Aracil, 2018).

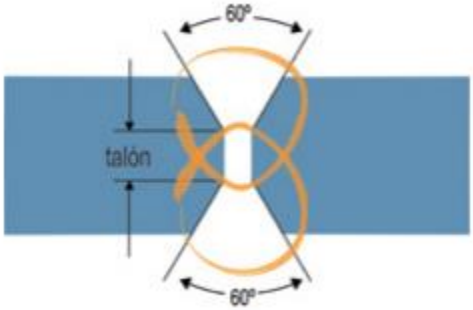

Ilustración 19. Unión a tope con bordes tipo doble "V" (Aracil, 2018).

Unión a solape

Ilustración 20. Unión a solape (Aracil, 2018).

Uniones en esquina

Ilustración 21. Unión en esquina para espesores hasta 3mm (Aracil, 2018).

Ilustración 22. Unión en esquina para utilizar en espesores medios con material de aporte (Aracil, 2018).

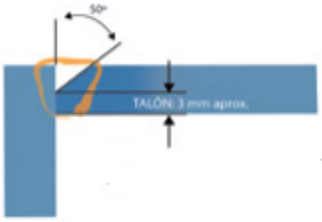

Ilustración 23. Unión en esquina para utilizar en espesores gruesos (Aracil, 2018).

Unión en “T”

Ilustración 24. Unión en “T” (Aracil, 2018).

Uniones de “canto”

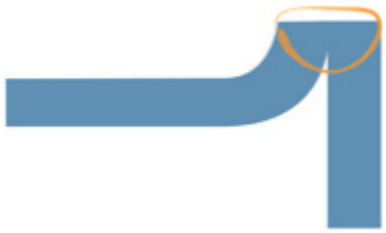

Ilustración 25. Unión de “canto” (Aracil, 2018).

2.4 Solidworks

2.4.1 ¿Qué es Solidworks?

Según lo indica Solidbi (2018), “SOLIDWORKS es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D”.

Este software ofrece múltiples aplicaciones y soluciones para cubrir cualquier necesidad de diseño a la hora de llevar a cabo el proceso de desarrollo de un producto. Dentro de las facilidades que ofrece Solidworks, vale la pena destacar que permite crear piezas o componentes, diseñar a base de un conjunto de piezas, simular los modelos, fabricar las piezas en físico gracias a la facilidad de generar planos de diseño mecánico y eléctrico, publicar y compartir sus creaciones y gestionar de manera ordenada los datos del proceso de diseño.

2.4.2 Historia y evolución

Solidworks fue fundada en 1993 por Jon Hirschtick, con sede en Masachuset. Al inicio de 1995, se lanzó al mercado la primera versión del CAD 3D y fue en 1997 cuando fue adquirida por la empresa Dassault Systemes por un monto de 310 millones de dólares, convirtiéndose en una filial de esta. (Solidbi, 2018).

En 1993, su fundador Jon Hirschtick, conformó un equipo de ingenieros con la misión de lograr que la tecnología CAD 3D fuese más accesible para todos. De hecho, lo lograron al desarrollar la primera tecnología de CAD en 3D, a nivel mundial, la cual se podía ejecutar en el entorno Windows. Para el año 1995, fue cuando lanzaron la primera versión al mercado y, en dos meses, la herramienta ganó reconocimientos destacando la facilidad de uso.

Solidworks ofrece actualmente un amplio espectro de herramientas las cuales permiten crear elementos en 3D, compartir, publicar, gestionar y administrar datos de proyectos y procesos, aumentando la innovación y la productividad de los recursos de ingeniería. Todas estas herramientas se emplean en conjunto dentro del entorno Solidworks, permitiendo a las organizaciones diseñar mejores productos y ofrecer un mejor servicio de manera ágil y muy rentable.

2.4.3 Aplicaciones

El uso del software CAD 3D ha revolucionado la industria y Solidworks es uno de los productos más utilizados en el desarrollo en 3D. Cabe destacar que se puede emplear en gran cantidad de áreas; sin embargo, acá se nombran algunos de las principales nichos o áreas del mercado donde las empresas, que conforman estas industrias, acuden a las herramientas Solidworks para lograr mejorar e innovar el producto final y durante la fabricación de los mismos:

- Automotriz.
- Maquinaria.
- Aeroespacial.
- Plantas de producción.
- Investigación y desarrollo.
- Productos de consumo masivo.
- Tecnología.

2.4.4 Soluciones Solidworks

Solidworks ofrece soluciones intuitivas para diferentes fases de diseño, porque las herramientas ayudan a realizar un diseño de mayor calidad, pues permite visualizar en 3D el diseño antes de fabricarlo, lo cual reduce costos de diseño de prototipos al ser posible visualizar mediante las vistas o simulaciones los errores o posibles mejoras, las cuales se pueden hacer de inmediato sin gastar en fabricación. No solo es un producto que sirve para diseñar, también ofrece herramientas que ayudan al usuario o diseñador en todas las fases del proceso de diseño. La facilidad de manipular este software le da valor a su uso en la industria, ya que esto es un punto muy importante para las empresas a la hora de elegir por un software de diseño u otro.

De acuerdo con Solidbi (2018), algunos de los productos que ofrece este software se resumen en los siguientes cinco puntos:

1. Herramientas de diseño, las cuales permiten crear piezas modelo y ensamblajes.

2. Herramientas de fabricación mecánica que se aplican en los modelos, lo cual automatiza el proceso de documentación y permite generar planos de diseño 2D de forma sencilla.

3. Simulación de prototipos que permiten evaluar el diseño y optimizarlo al máximo.

4. Herramientas para evaluar el impacto medioambiental que podría tener el diseño durante su periodo de vida estimado.

5. El método de diseño permite reutilizar los archivos CAD en 3D para simplificar el diseño de nuevos modelos, ofreciendo facilidad para crear, conservar y aprovechar contenido valioso en el proceso de diseño.

Las herramientas mencionadas anteriormente permiten, de forma conjunta, que las empresas mejoren sus procesos de fabricación y elaboren de forma más rápida y económica sus productos.

2.4.5 Productos

Diseño mecánico: SOLIDWORKS CAD 3D

SOLIDWORKS es el software CAD 3D estándar a nivel mundial, utilizado por la mayoría de las empresas de la industria mecánica, el cualpermite tener compatibilidad a la hora de compartir información con clientes y proveedores, facilitando de manera general todo el proceso de diseño. Actualmente existen más de 3 millones de usuarios trabajando con Solidworks y cada vez la cantidad es mayor (Solidbi, 2018).

Este producto proporciona productividad y eficacia a sus usuarios al permitir reducir los tiempos de diseño, costos de fabricación e incrementar la calidad de los productos.

Análisis, cálculo y validación: SOLIDWORKS Simulation

Es un software de cálculo y validación que permite someter los diseños a condiciones que podrían experimentar en un ambiente real, esto elimina los costos de fabricación de prototipos, los tiempos de pruebas de los mismos en una línea de tiempo y, por consiguiente, es posible fabricar el producto optimizado en un tiempo menor que diseñando y probando de una manera convencional.

Dentro de los productos que ofrece, en términos de simulación, se pueden encontrar:

- Solidworks Flow Simulation: es un paquete de simulación que ofrece la opción de realizar diferentes análisis de fluidos a modelos o ensamblajes mecánicos.
- Solidworks Plastics: ofrece la simulación de moldes y piezas de plástico en diferentes ambientes y condiciones de trabajo, además permite conocer el comportamiento de estos modelos a través del tiempo.

Capítulo 3. Marco situacional

Lavandería Central de la Caja Costarricense del Seguro Social CCSS

3.1 Historia

Al iniciarse la construcción del Hospital México, la Caja Costarricense del Seguro Social CCSS vio la urgente necesidad de construir una nueva lavandería para poder procesar la ropa sucia diaria, contratar personal y adquirir equipos más modernos para su época.

La Lavandería Central inició operaciones en octubre de 1967 y ofrecía sus servicios, inicialmente, al Hospital Calderón Guardia y al Hospital Nacional de Niños, dos años después, al Hospital México, con motivo de su inauguración.

En enero de 1988, la lavandería obtuvo la independencia administrativa, económica y contable del Hospital México y pasó a la Gerencia de Logística. Por su parte, en el 2003 se adquirió un Sistema de Automatizado de Lavado y Secado de Ropa (SALS) conformado por un sistema de carga -por medio de banda trasportadora-, un túnel de lavado de ropa, una prensa de extracción y cinco secadoras industriales, las cuales son cargadas por medio de un sistema de bandas de transferencia entre la prensa y cada una de estas secadoras, de forma automática. Se debe destacar que este sistema SALS, hasta el día de hoy, se mantiene como el equipo principal donde se centra la actividad productiva (Caja Costarricense de Seguro Social, 2018).

En aquel entonces, el cambio de tecnología, de convencional a automatizada, marcó una etapa muy importante en el Área de Lavandería Central, ubicándola. En su momento, como la lavandería más avanzada del país y Centroamérica.

3.2 Misión y visión

Según información ofrecida por el personal administrativo de la lavandería, la misión y visión de la empresa son:

Misión:

Proporcionar un servicio de procesamiento de ropa sucia, bajo un modelo administrativo eficiente, eficaz y de calidad, acorde con los cambios institucionales, con el fin de suministrar ropa limpia, oportunamente a nuestros clientes.

Visión:

Ser la lavandería más eficiente y técnicamente preparada mediante la utilización adecuada de los recursos financieros y materiales, con pleno desarrollo y aprovechamiento del recurso humano que permita una transformación de la ropa sucia en ropa limpia para nuestros clientes.

3.3 Servicio brindado por la Lavandería Central

Actualmente, el Área de Lavandería Central de la CCSS ofrece servicio de lavandería a los siguientes centros médicos:

- Hospitales: México, Calderón Guardia, Centro Nacional de Rehabilitación (CENARE), Nacional Psiquiátrico, San Vicente de Paul y, en algunos casos, Calderón Guardia.

- Clínicas: Marcial Fallas, Oftalmológica, Central de Heredia, Coronado, Moreno Cañas, Pavas y Solón Núñez.

3.4 Departamentos que conforman el Área de Lavandería Central.

El servicio ofrecido por el Área de Lavandería Central, actualmente, se logra llevar a cabo gracias a un trabajo conjunto realizado por los siguientes departamentos, los cuales día a día se empeñan en sus diferentes tareas y lograr ser una de las lavanderías más importantes del país:

- Oficinas administrativas
- Producción
- Mantenimiento
- Proveeduría

3.5 Recursos materiales

Para realizar el rediseño del cilindro del tambor de una secadora Kannegiesser, el personal de mantenimiento de la Lavandería Central ha puesto a mi disposición los manuales y diagramas de dicha máquina. Cabe indicar que por ser este un proyecto en el cual no se incluye fabricación, no se requiere mayor recurso material, más que la información técnica y mecánica de la máquina, además de una computadora personal.

3.6 Características de los participantes

Tutor académico de la Universidad Latina de Costa Rica

Paulo Irias

Lic. Ingeniería Electrónica

Jefe de Departamento de Mantenimiento de la Lavandería

Jaime Ríos Garro

Lic. Ingeniería en mantenimiento industrial

Jefe de Taller de Mantenimiento

Julián Ortiz Bonilla

Técnico en Electromedicina

Capítulo 4. Marco metodológico

4.1 Secadora de ropa industrial Kannegiesser, modelo: 258.100 G-WU

4.1.1 Tambor original de la máquina

Como parte de este proyecto es comparar el cilindro original de la máquina secadora industrial con el rediseño por proponer, a continuación se muestra el diseño del cilindro original, el cual está actualmente instalado en cada una de las respectivas secadoras.

Ilustración 26. Imagen del tambor original

4.1.2 Diseño mecánico

El diseño del cilindro de la secadora y de toda la máquina, en general, fue llevado a cabo por la empresa alemana Kannegiesser GmbH en el año 2002. En la siguiente imagen, se puede observar la placa técnica de la máquina.

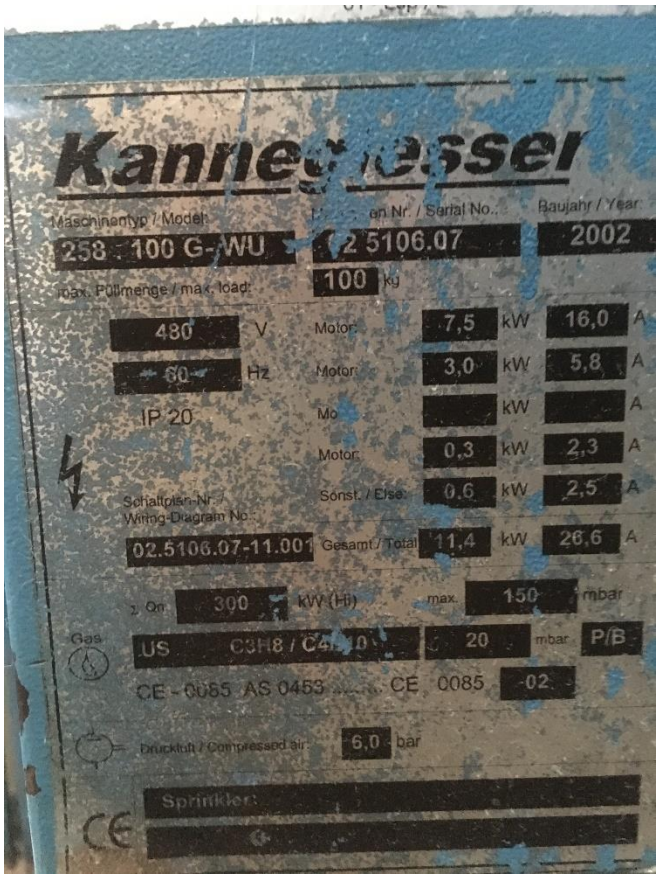

Ilustración 27. Placa técnica de la secadora 258.100 G-WU.

Esta máquina corresponde a la primera generación de las secadoras Power-Dry de la marca Kannegiesser, la cual tiene la capacidad de secar 100 kg de ropa sin representar ningún problema para la máquina. Es preciso señalar que el método utilizado para generar el aire caliente dentro de la máquina y lograr retirar la humedad de las prendas se lleva a cabo mediante un quemador de gas GLP marca Wheishaupt. La placa técnica de los requerimientos de suministros de gas se puede observar en la siguiente imagen.

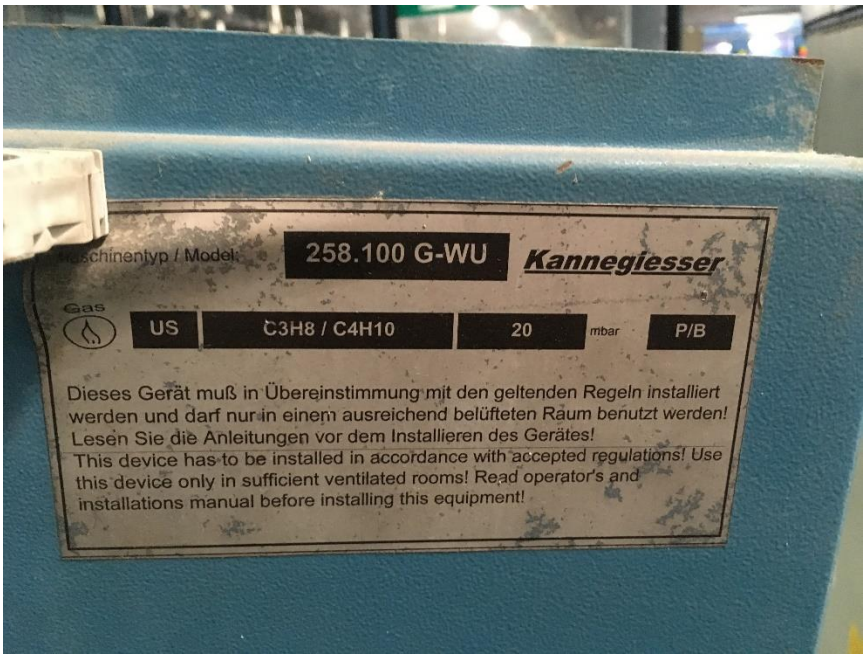

Ilustración 28. Información sobre la alimentación de gas del quemador.

Como limitación a la hora de realizar este rediseño, se ha encontrado que los datos de diseño de las máquinas no son compartidos por su fabricante, debido a los derechos de ingeniería, por lo tanto, no es posible mostrarlos en este documento.

4.1.3 Características técnicas

El cilindro de esta máquina secadora industrial cuenta con las siguientes características:

Diámetro interno: 1500 mm
Diámetro externo: 1580 mm
Longitud interna: 1590 mm
Longitud externa: 1600 mm
Peso: 300 kg
Cantidad de aspas internas: 4

4.1.4 Características del material

Como se comentó anteriormente, hay datos de diseño que no son compartidos por el fabricante, el material del cilindro es uno de estos datos, lo cual convierte esta investigación aún más interesante, ya que para el diseño de un nuevo tambor o rediseñar el actual, se deben tomar en cuenta las siguientes características con las que cuenta el material del cilindro original, pues en caso contrario se podrían obtener resultados no deseados:

- Resistente a la oxidación.
- No expandible al alcanzar temperaturas de hasta 250°C.
- Repelente a plástico u otros materiales que se puedan adherir a él (deseable).

4.1.5 Diseño del cilindro original en Solidworks

A continuación, se muestra el diseño del cilindro actual diseñado en el software Solidworks. El diseño se hizo basado en las dimensiones del cilindro original:

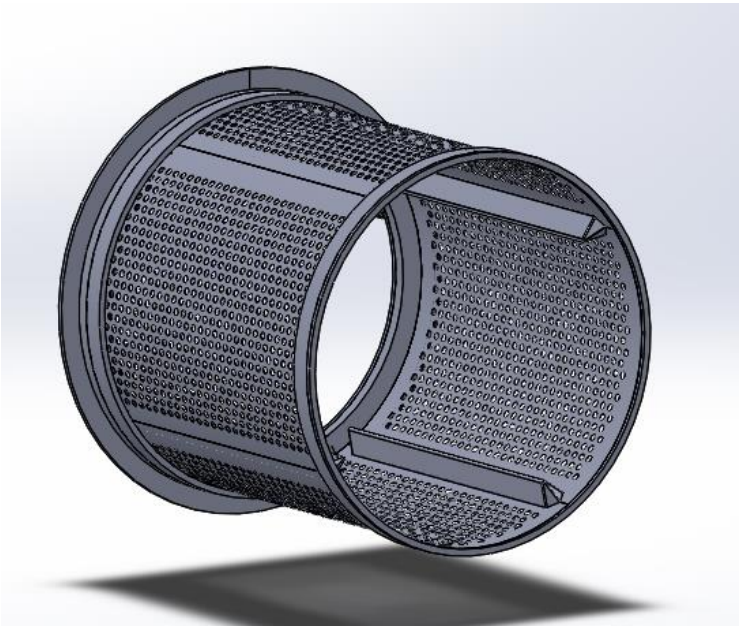

Ilustración 29. Imagen del diseño del cilindro original diseñado en Solidworks.

Estas medidas fueron tomadas directamente del cilindro, aprovechando el tiempo de parada de la máquina durante uno de los mantenimientos preventivos realizados por parte del Departamento de Mantenimiento de la Lavandería Central.

4.2 Modificaciones mecánicas del cilindro

4.2.1 Descripción del problema

El objetivo de realizar una serie de modificaciones mecánica, específicamente sobre el cilindro de la secadora, es obtener como resultado una mejoría en la eficiencia promedio de la máquina, reduciendo los tiempos de parada por mantenimiento o limpieza de su cilindro, ya que este se ve afectado por diferentes tipos de residuos como guantes, bolsas plásticas y espadrapos que se encuentran dentro de la ropa que se carga a la secadora y los cuales se derriten y adhieren al cilindro mientras la secadora realiza su ciclo de secado.

4.2.1 Modificaciones mecánicas del cilindro original en Solidworks

Recorte de la lámina original del cilindro actual

Partiendo del cilindro original tal y como actualmente se encuentra funcionando en la máquina secadora, su modificación se debe enfocar básicamente en cada uno de sus cuatro paneles, los cuales son completamente soldados a su chasis o estructura de soporte, la cual le permite desempeñar la función que cumple dentro de la máquina.

Basándose en el conocimiento adquirido durante cursos de análisis y diseño mecánico, además de la enseñanza obtenida como experiencia laboral, a continuación se expone la secuencia que se considera conveniente desarrollar para solucionar la necesidad existente, tomando en cuenta el factor económico, mercado nacional, características mecánicas del cilindro y, por sobre todo, las características técnicas que se deben abarcar para no afectar la funcionabilidad de la máquina.

El cilindro tal y como se puede observar en las ilustraciones anteriores, consta de cuatro paneles de lámina perforada, completamente soldada a su estructura. Se sabe que el material de dicha lámina es acero inoxidable austenítico, ya que estas láminas cumplen con las características conocidas sobre este tipo de acero inoxidable como lo es quizá la característica que describe mejor este tipo de material: poca o casi nula capacidad magnética.

Cada uno de los cuatro paneles, que conforman la zona de contacto con la ropa, debe cortarse utilizando una esmeriladora angular con un disco especial para corte o la herramienta a convenir para realizar este trabajo. La idea de llevar a cabo este recorte es mantener en el cilindro original un borde de esta lámina actual, la cual serviría como base para las siguientes modificaciones. El corte que se debe realizar en estas láminas debe ser tal y como se muestra en la siguiente ilustración.

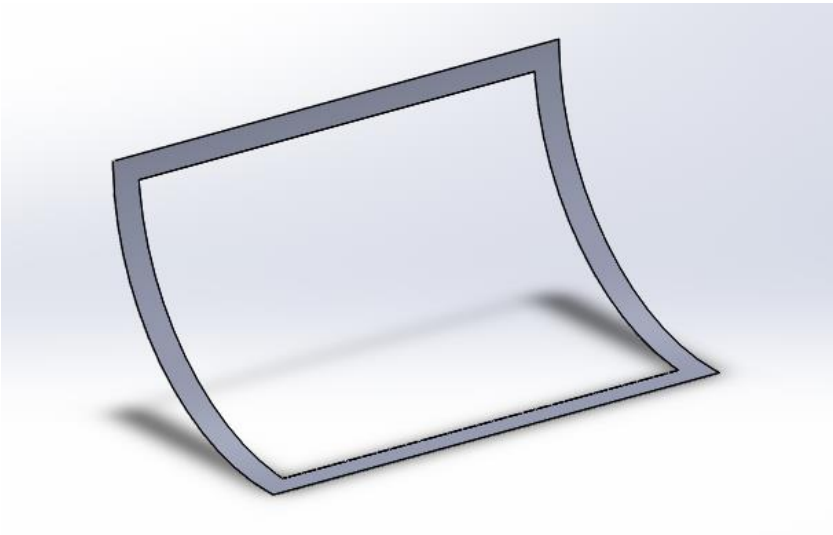

Ilustración 30. Lámina actual del cilindro original recortada.

El recorte se debe realizar con el panel soldado al cilindro, respetando las dimensiones mostradas en la siguiente ilustración, en la cual la parte superior hace referencia al extremo de la lámina que está en contacto con la lámina de al lado. Muy importante destacar que la unidad de medida de las dimensiones dadas es en milímetros.

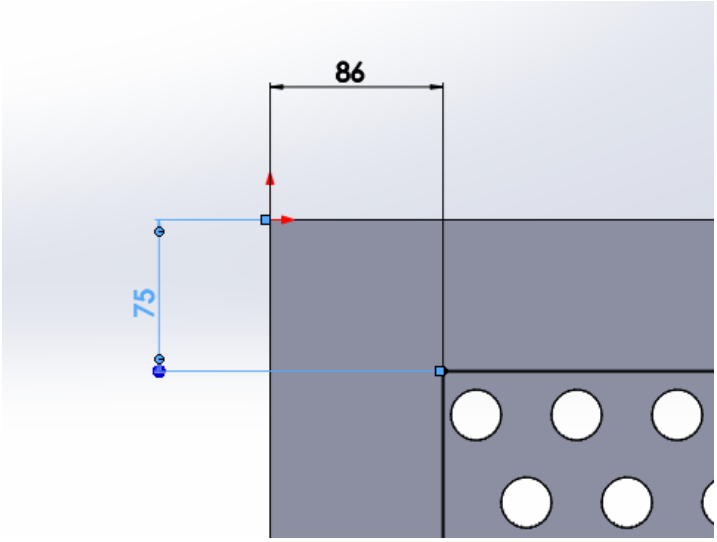

Ilustración 31. Detalle de las dimensiones del recorte por realizar a cada uno de los paneles actuales.

Esta modificación debe obtener un resultado final en los cuatro paneles de la manera que se muestra en la siguiente ilustración, donde se observa el diseño del cilindro con todos sus paneles recortados, como se detalló anteriormente.

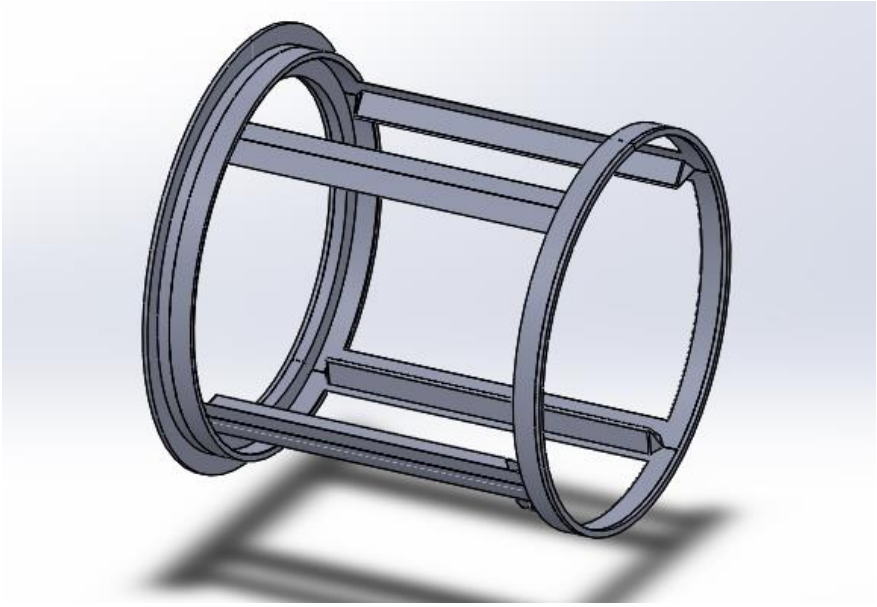

Ilustración 32. Descripción gráfica del resultado de recortar las cuatro láminas del cilindro original.

Fabricación y colocación de placas al cilindro original

Una vez que se tenga el cilindro, como se muestra en la ilustración anterior, se le debe soldar unas placas o láminas de acero inoxidable, las cuales se deben fabricar con la misma curvatura y tener una tuerca soldada a la misma. Estas piezas son la base o el soporte donde se van a colocar los nuevos paneles. Es recomendable realizar la fabricación de estas láminas antes de sacar de operación la máquina y realizar cualquier modificación, con el fin de intervenir la producción de la máquina el menor tiempo posible.

En la siguiente imagen, se muestra una de estas piezas por fabricar, para hacer la colocación de los cuatro paneles. Teniendo en cuenta que cada panel tenga 6 puntos de

fijación al cilindro, se debe fabricar en total 24 piezas como la mencionada y soldarlas al cilindro.

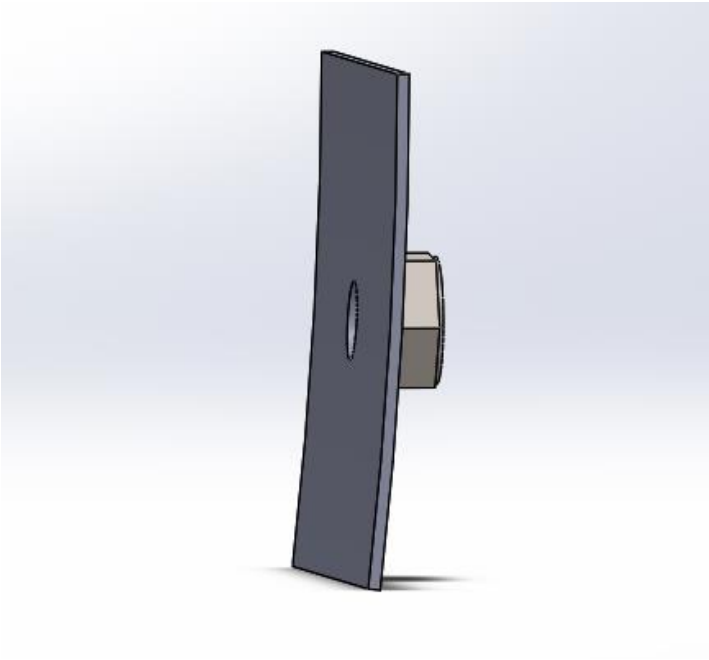

Ilustración 33. Lámina o placa con agujero y tuerca soldada en su curvatura externa.

Es importante destacar que el material de la lámina debe ser acero inoxidable y tener un calibre entre 2 y 3 milímetros, además el material de la tuerca también debe ser en acero inoxidable. La unión entre la tuerca y la lámina, según sus características, se recomienda que sea realizada utilizando soldadura TIG con electrodo 308 de 1/6.

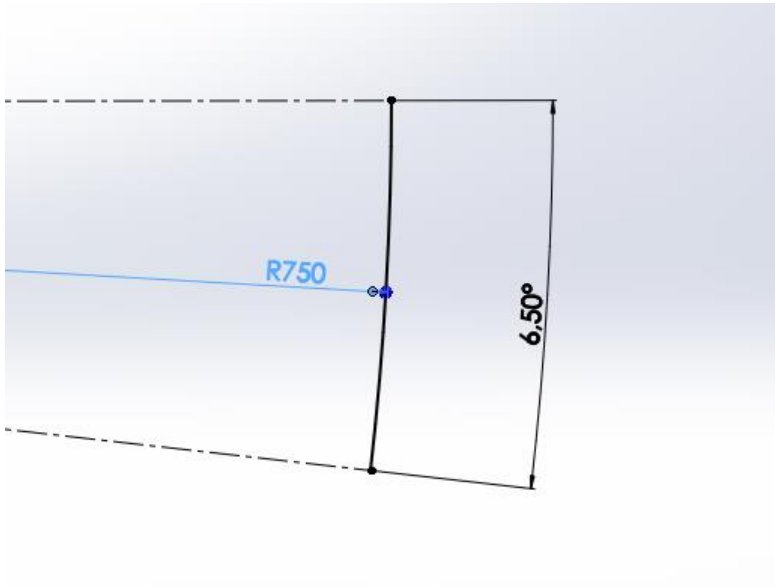

Ilustración 34. Dimensiones de la curvatura de la placa con agujero.

Debido a la capacidad de expandirse el material y ofreciendo una mayor comodidad al personal de mantenimiento, a la hora de colocar cada panel, se recomienda que el diámetro del agujero sea de mínimo 13 milímetros.

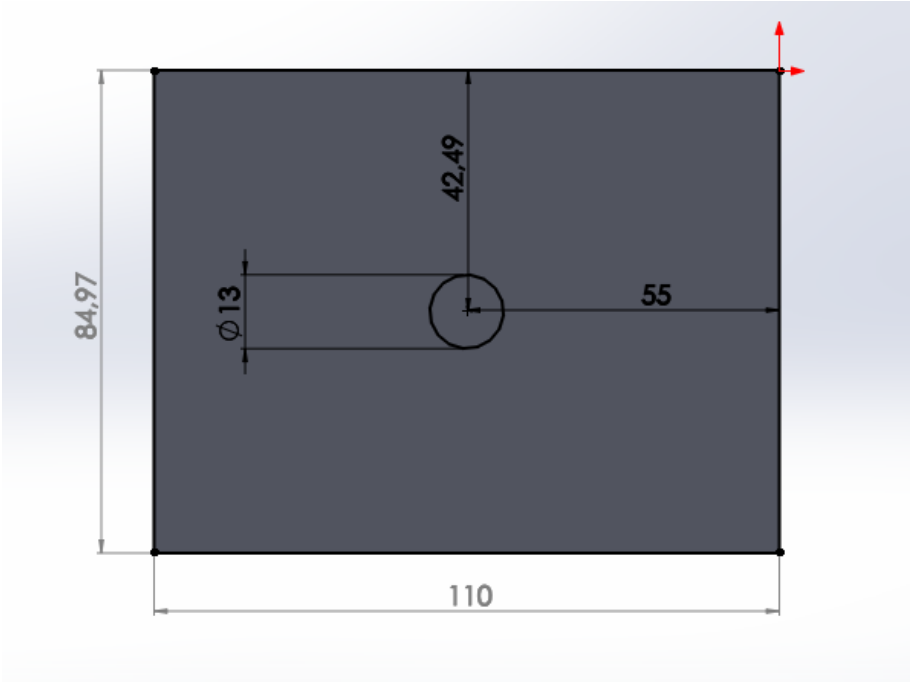

Ilustración 35. Dimensiones en milímetros, de la placa por soldar al cilindro.

La colocación de estas piezas ya fabricadas debe realizarse como se muestra en la siguiente ilustración.

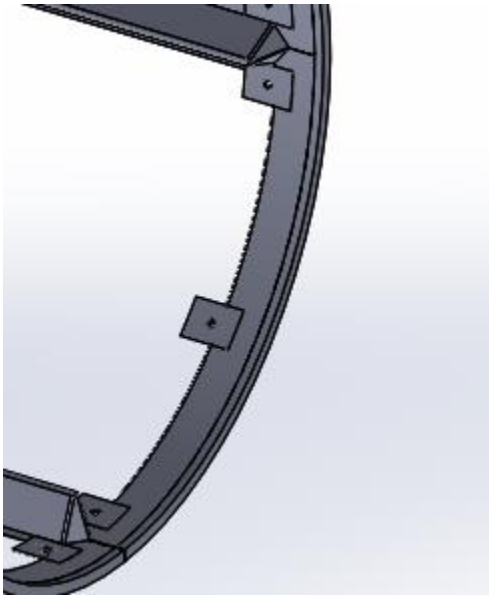

Ilustración 36. Posición de las placas con tuerca.

Se debe procurar realizar la colocación de las placas respetando las dimensiones descritas seguidamente. Para la colocación de las placas en los extremos de las aspas, en la siguiente imagen, se describe de una manera visual la colocación de las mismas.

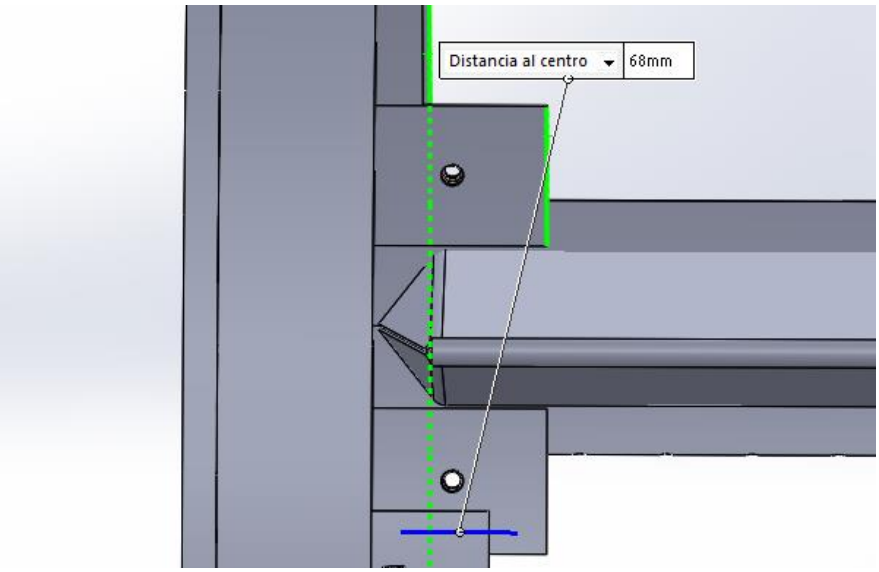

Ilustración 37. Distancia de colocación de la placa, del borde de la placa al borde de la lámina recortada.

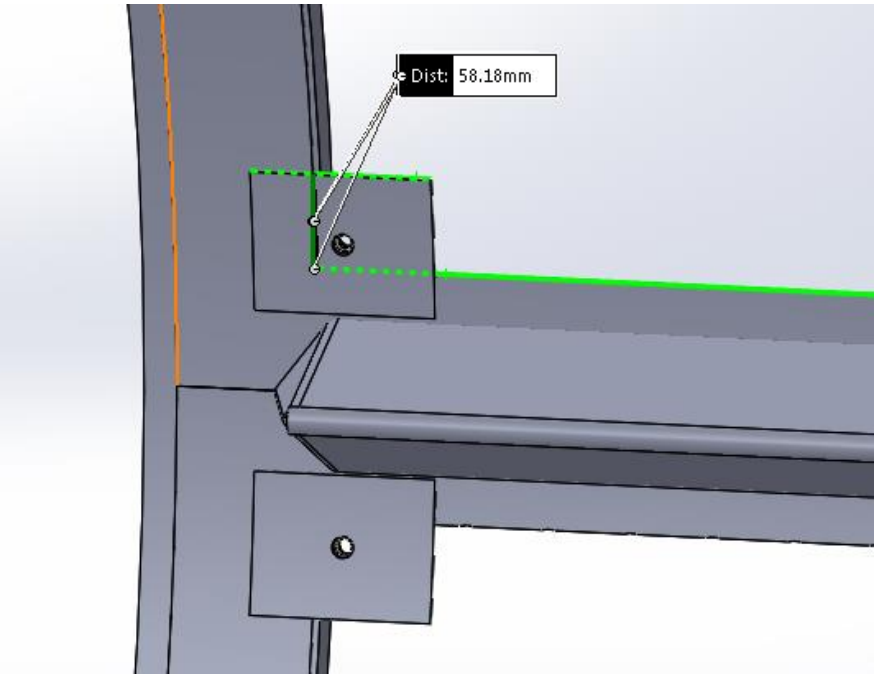

Ilustración 38. Distancia de colocación de la placa, del borde de la placa al borde de la lámina recortada.

Para la colocación de la placa intermedia, se recomienda colocarla al centro de la distancia del área de la lámina original recortada. Seguidamente, se muestra de una manera más grafica la colocación de la misma.

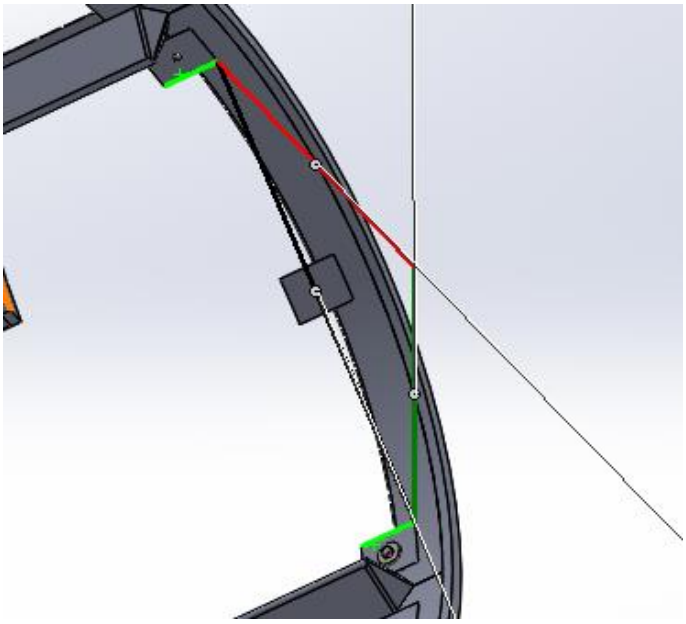

Ilustración 39. Colocación de la placa intermedia entre cada aspa.

El objetivo de colocar una placa intermedia entre las aspas es asegurarse de que el nuevo panel perforado mantenga la posición deseada dentro del cilindro, en todo momento. Es muy importante colocar las placas de la misma manera de un panel a otro, con el fin de manejar los nuevos paneles de forma estándar, esto significa que cualquier panel es posible colocarlo en cualquiera de las cuatro posiciones que tiene el cilindro.

Una vez que se tengan todas las 24 placas soldadas al cilindro, este debe verse como se muestra a continuación.

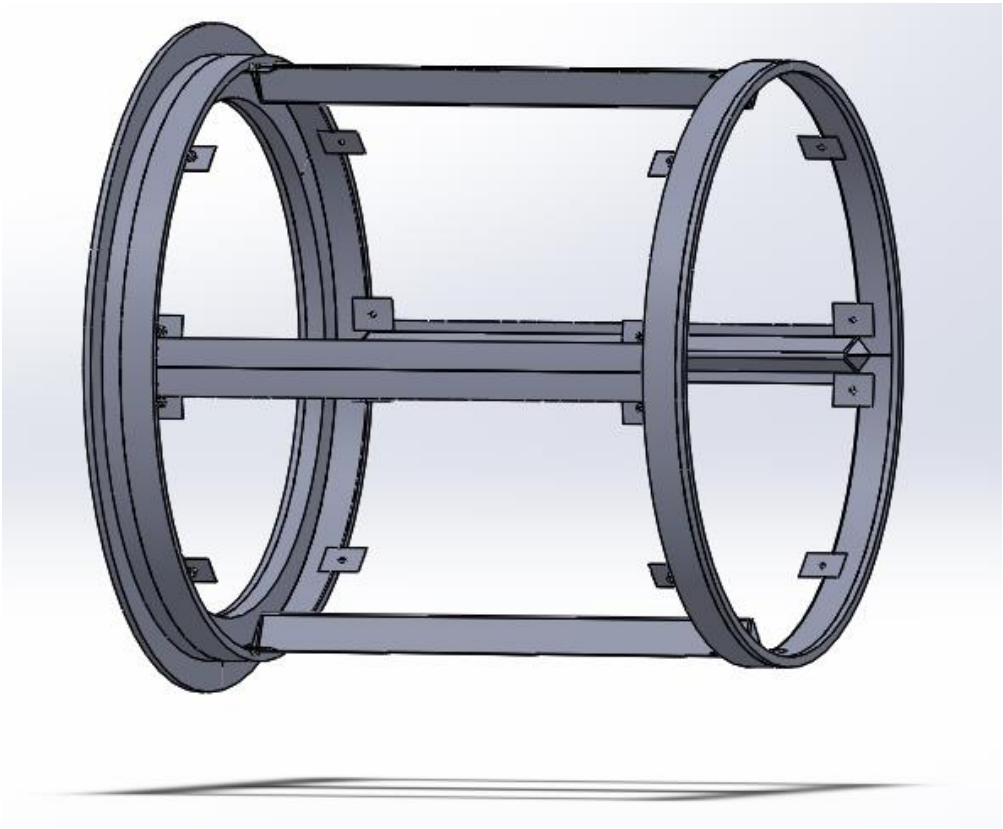

Ilustración 40. Cilindro con lámina original recortada y placas soldadas al cilindro, cada una con una tuerca soldada en su parte posterior y un agujero para permitir el paso de un tornillo M12.

Fabricación de cada uno de los cuatro paneles

Para colocar un nuevo panel desmontable en el cilindro que hasta el momento se debería tener, como en la imagen anterior, se tiene que tomar una lámina de acero inoxidable austenítico 304 perforada, la cual en el mercado nacional se consigue con dimensiones de 1220 milímetros de ancho y 2440 milímetros de largo. Sin embargo, para esta aplicación se requiere realizar dos cortes con guillotina, de manera que quede un panel plano de 1081 milímetros de ancho por 1435 milímetros de largo.

Ahora bien, debido a estas dimensiones, se requiere una lámina por cada panel, una vez que se tengan estas dimensiones, es necesario someter cada uno de los cuatro paneles a una máquina roladora para obtener la curvatura del cilindro y, así, facilitar la colocación de

los mismo dentro del cilindro por parte del personal que le brinda mantenimiento a dicha secadora.

A estos nuevos paneles hay que realizarle 6 perforaciones para permitir el paso de un tornillo M12 grado 8, estas perforaciones se pueden realizar antes o después del rolado; no obstante, si es muy importante que las perforaciones se hagan respetando la posición de las placas soldadas al cilindro, de esta manera, si estas placas se colocaron como se recomienda en este documento, las perforaciones de estos nuevos paneles deben realizar según se observa en la siguiente imagen.

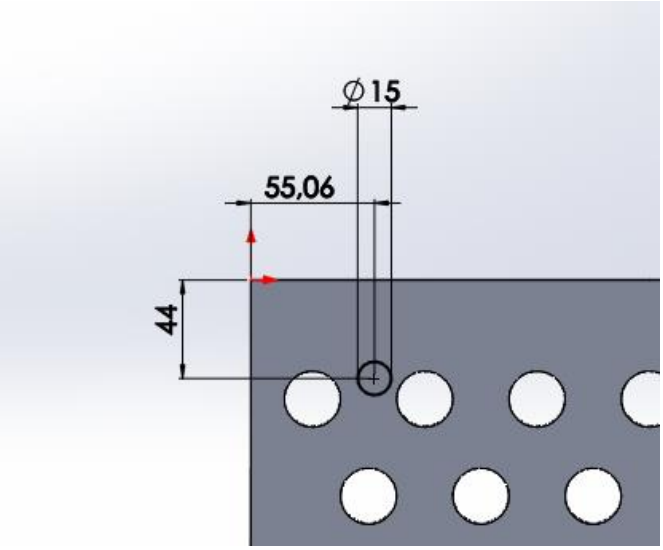

Ilustración 41. Dimensiones de las perforaciones esquineras.

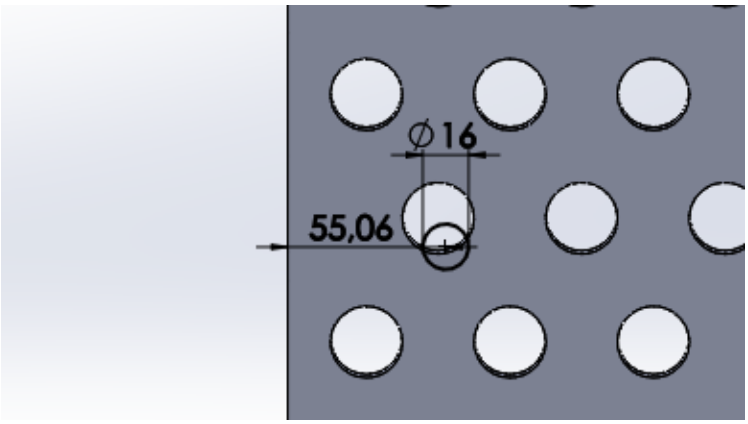

Ilustración 42. Dimensiones para la perforación intermedia de cada panel.

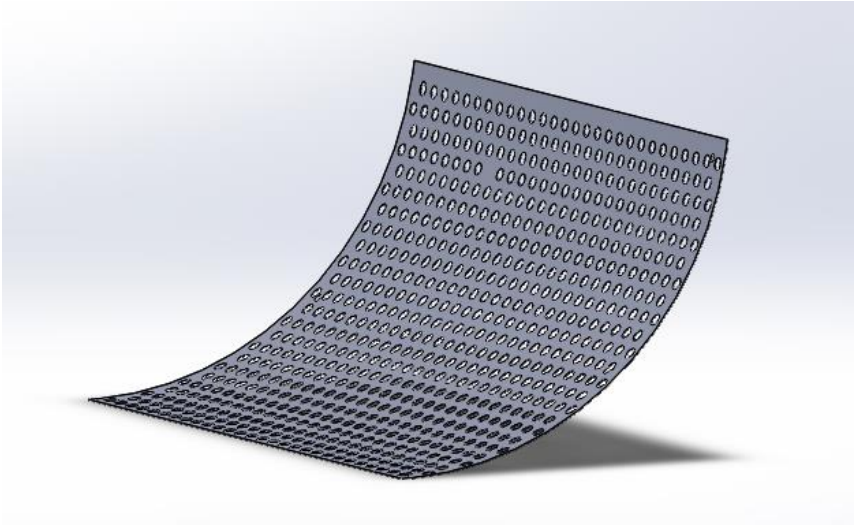

Ilustración 43. Diseño del nuevo panel desmontable.

Colocación de los paneles en el cilindro

Una vez que se tengan los cuatro paneles fabricados, es necesario colocarlos en el cilindro, para esto se requieren 24 tornillos M12 grado 8 por 20 milímetros de longitud y la misma cantidad de arandelas anchas de material acero inoxidable.

A continuación, se muestra un tornillo grado 8.

Ilustración 44. Tornillo grado 8 (Tornillos y Tuercas Co., 2018).

Sobre las placas con tuerca soldada se debe colocar cada uno de los paneles, sobre estos una arandela y un tornillo, en cada uno de los seis puntos de sujeción que tiene cada panel.

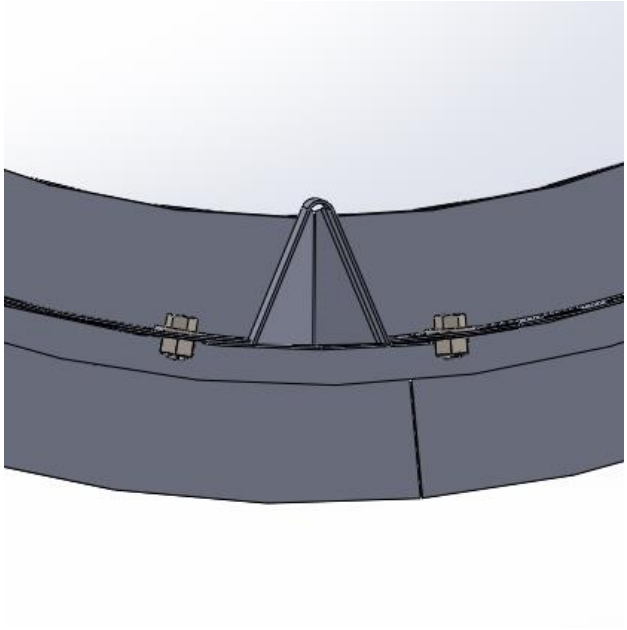

Ilustración 45. Vista axial de la colocación de las partes.

A continuación, se muestra el diseño del cilindro completamente terminado, el cual se elaboró utilizando medidas reales en el software de modelado mecánico Solidworks.

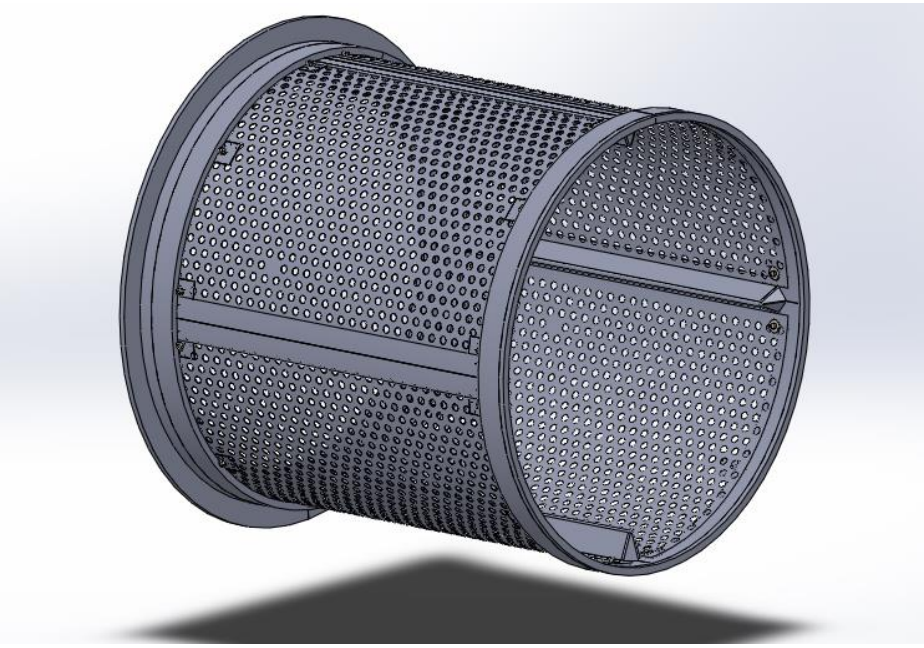

Ilustración 46. Diseño del nuevo cilindro completamente terminado y armado.

4.2.2 Factores por tomar en cuenta

El proceso de rediseño de este cilindro está conformado por varias etapas, por lo tanto, es muy importante tener un plan de trabajo antes de iniciar con la ejecución del proyecto planteado en este documento.

Vale la pena recalcar que es primordial intervenir la máquina en el menor tiempo posible, ya que el tiempo de producción es muy valioso, por consiguiente, se recomienda realizar la fabricación de las piezas pequeñas y la compra de todos los materiales necesarios antes de iniciar con el proceso de modificación.

La lámina perforada recomendada es la que cuenta con las siguientes características:

- Diámetro de perforación: 1/4”.
- Separación de perforación centro a centro: 3/8”.

- Medida mínima: la requerida por cada panel es de 1081mm X 1435mm.
- Espesor: 1.5 mm.
- Material: acero inoxidable AISI 304.

En cuanto a la tornillería, se debe utilizar tuercas y arandelas en material acero inoxidable y en medida M12.

Detalle de los tornillos:

- Rosca M12.
- Material: acero al carbono aleado grado 8.
- Longitud: 20 mm.

4.3 Diseño mecánico con el software Solidworks

4.3.1 Diseño del nuevo cilindro en Solidworks

El planteamiento de este proyecto ha sido posible realizarse con una precisión muy alta en cuanto a cantidades y medidas, debido a la facilidad que ofrece el software Solidworks para diseñar y modelar mecánicamente cada uno de los diseños creados en él. Desde un inicio fue posible la fabricación del cilindro original, para esto, fue necesario tomar las medidas reales del cilindro dentro de la máquina y, luego, iniciar la fabricación digital de cada uno de sus componentes. Asimismo, en el mismo software se unieron tal cual se realiza en la fabricación real, esto con el objetivo de tener un panorama más real de los que significaría realizar alguna modificación posterior al diseño realizado.

Una vez con este diseño terminado en el Solidworks, se procedió a analizar la necesidad presente en el Área de Lavandería Central, específicamente, en las cinco máquinas secadoras marca Kannegiesser y, luego, a realizar el diseño paso a paso de la modificación más conveniente, teniendo presente las limitaciones y características mecánicas del cilindro actual y las requeridas por la máquina para realizar su función correctamente.

4.2.5 Análisis de fuerzas

Teniendo el diseño final del cilindro, ya con las modificaciones realizadas, y utilizando la función de simulación fue posible realizar un modelado mecánico para conocer el límite de Von Mises, el cual hace referencia al límite mecánico elástico de dicho diseño.

En este software es posible el modelado del diseño mediante un análisis estático, el cual se realizó sobre una de las cuatro secciones del cilindro, donde se sitúa uno de los cuatro paneles removibles. La siguiente imagen detalla gráficamente qué zona del cilindro fue analizada mediante este modelado.

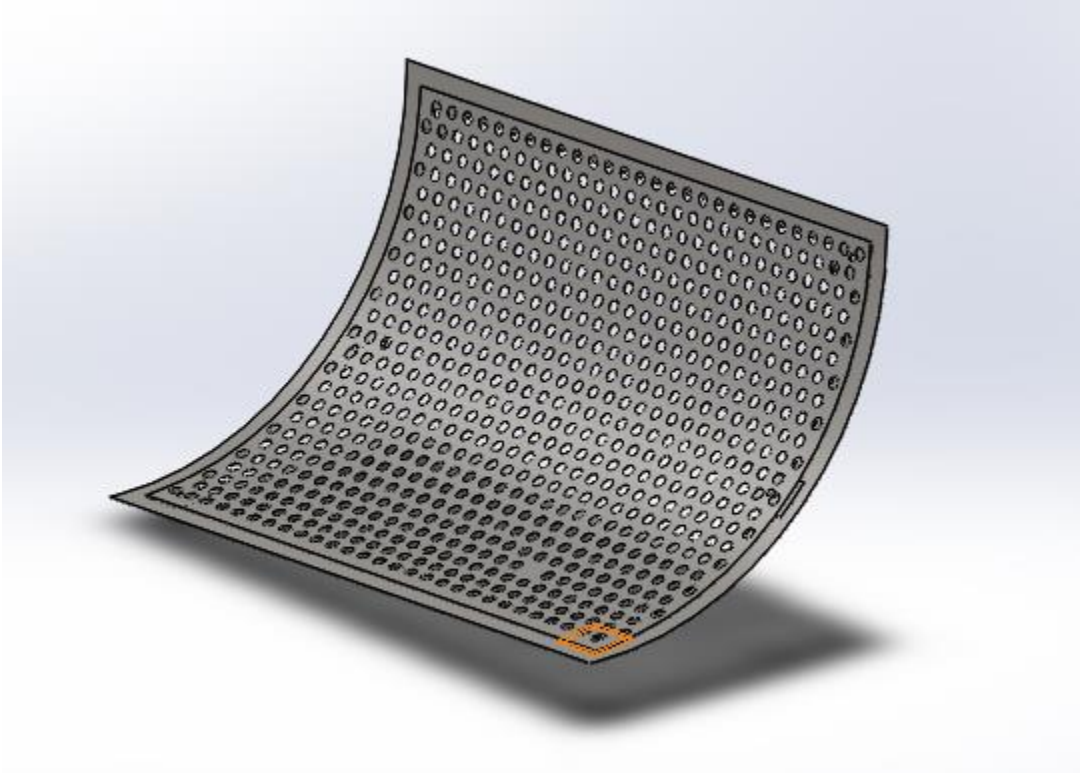

Ilustración 47. Parte del cilindro analizada mediante análisis estático en Solidworks.

Antes de iniciar con el análisis estático es necesario configurar el material de cada una de las piezas que conforman el diseño, seleccionar el tipo de fuerza que se requiere aplicar para el análisis, en este caso es una fuerza distribuida sobre el área de contacto de la ropa, y además se debe configurar las zonas fijas o de sujeción.

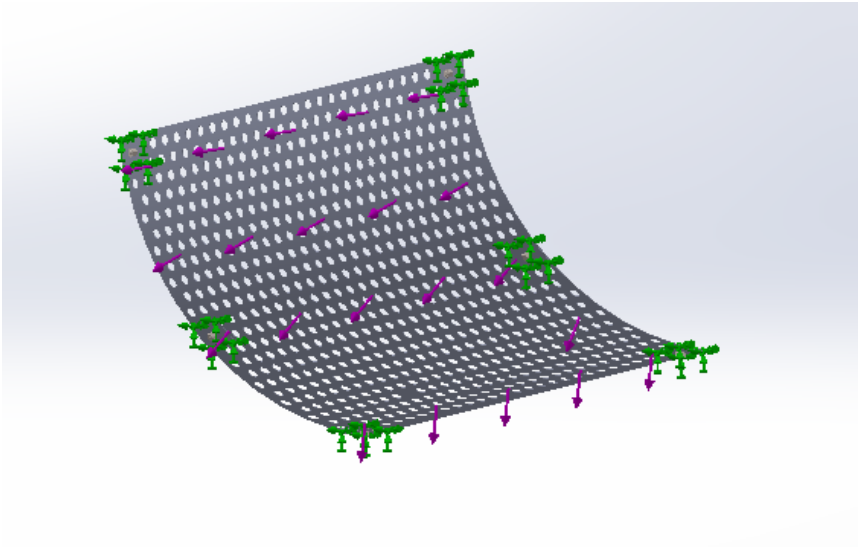

Ilustración 48. Configuración de fuerzas y sujeciones del modelo por analizar.

Cuando ya se tiene configurado el análisis, el software se encarga de realizar el estudio por si solo durante algunos minutos, dependiendo de las capacidades de la computadora en la cual se esté realizando el análisis.

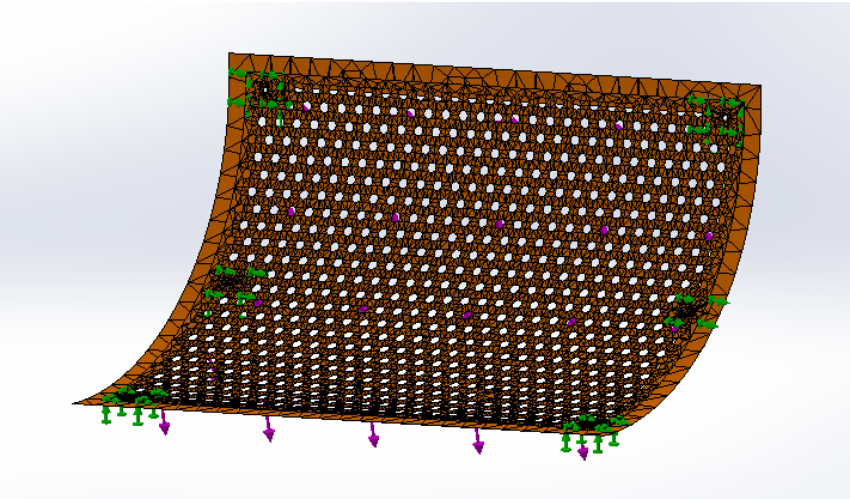

Ilustración 49. Proceso del análisis estático realizado al modelo en Solidworks.

La máquina secadora a la cual le pertenece este cilindro tiene una capacidad máxima de carga de 100 kg de ropa seca, sin embargo, al cargarle la ropa proveniente de la prensa de

extracción, esta carga puede pesar el doble; por lo tanto, si se parte de tener 200kg de ropa sobre la zona analizada, se manifiesta la gravedad 9,8 metros sobre segundo al cuadrado. Además, se tiene otro factor muy importante como lo es la máxima temperatura interna, la cual puede llegar a alcanzar valores de hasta 250° Celcius.

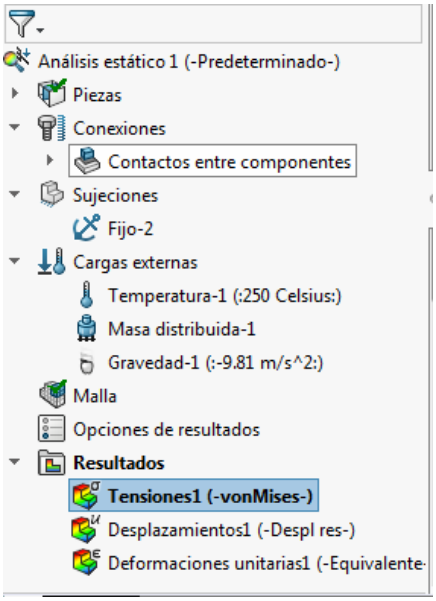

Ilustración 50. Configuración del estudio realizado.

Una vez analizado este modelo, se ha obtenido como resultado un límite elástico de 2.999X10*4 psi, lo que es igual a 29 990 psi, esto significa que debe aplicarse una fuerza de esta magnitud para que este modelo se deforme de manera que no pueda volver a su forma original. En la siguiente ilustración, se observa el resultado final del análisis.

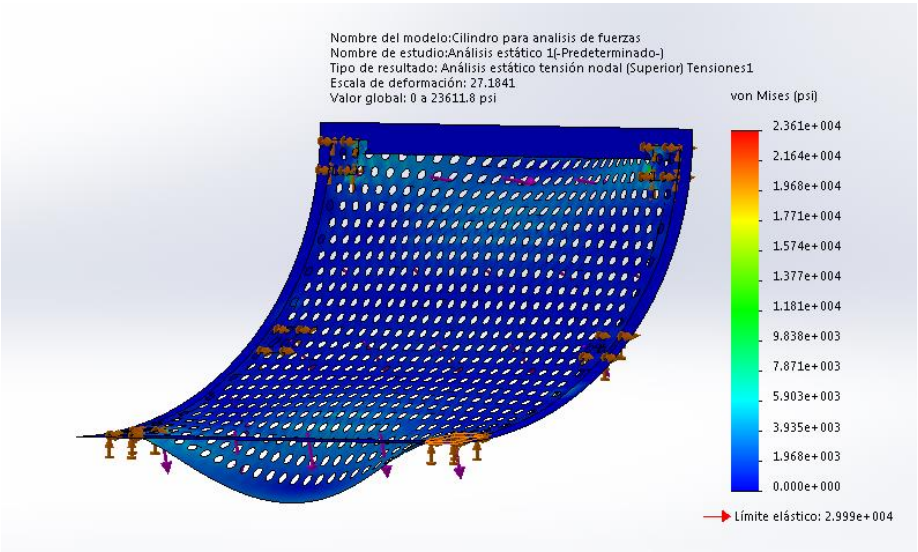

Ilustración 51. Resultado del análisis estático.

4.4 Presupuesto de la modificación

4.4.1 Detalle de materiales, cantidades y costos

Para la elaboración o implementación de este proyecto se requieren muchos materiales y herramientas; sin embargo, se tomaron en cuenta -para esta lista- solamente los que no se tienen actualmente en el taller de mantenimiento de la Lavandería Central. Es muy importante indicar que el equipo de técnicos cuenta con personal capacitado en soldadura TIG y corte de materiales metálicos; por lo tanto, este proyecto se basó en el hecho de que personal propio de mantenimiento llevaría a cabo dicho trabajo.

En la siguiente lista, se muestran los materiales que se deben comprar, las cantidades requeridas para el rediseño de un cilindro y el costo de cada uno de estos materiales. Las cotizaciones de estos materiales se pueden encontrar en los anexos de este documento.

Tabla 3. Presupuesto de la implementación del rediseño completo.

Material	Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo de línea
Lámina perforada	4	Inox.16GA 1/4" 1.22 x 2.44mts	₡ 386.202,00	₡ 1.544.808,00
Lámina acero inoxidable	1	1.22 x 2.44 mts. 3mm de espesor	₡ 105.000,00	₡ 105.000,00
Tuercas	24	Acero inoxidable M12	₡ 860,00	₡ 20.640,00
Arandelas	24	Acero inoxidable anchas	₡ 340,00	₡ 8.160,00
Tornillos hexagonales	24	Acero al carbono grado 8	₡ 1.200,00	₡ 28.800,00
Soldadura	1	Kg de aporte 308L 1/16	₡ 15.000,00	₡ 15.000,00
Cortes	10	Servicio de corte por guillotina	₡ 500,00	₡ 5.000,00
Dobleces	6	Servicio de rolado de láminas	₡ 800,00	₡ 4.800,00
		Total	**₡**	**1.732.208,00**

Tabla 4. Presupuesto para la fabricación de un juego de paneles de repuesto.

Material	Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo de línea
Lámina perforada	4	Inox.16GA 1/4" 1.22 x 2.44mts	₡ 386.202,00	₡ 1.544.808,00
Cortes	8	Servicio de corte por guillotina	₡ 500,00	₡ 4.000,00
Dobleces	4	Servicio de rolado de laminas	₡ 800,00	₡ 3.200,00
		Total	**₡**	**1.552.008,00**

Capítulo 5. Análisis de resultados

5.1 Inversión inicial de este proyecto

5.1.1 Método propuesto

Para comprar los materiales necesarios para la implementación este proyecto, se requiere la suma de 1 732 208 colones. Cabe recalcar que la implementación se llevaría a cabo por personal de mantenimiento de la lavandería; por lo tanto, no se requiere incluir montos por mano de obra. Es muy importante tomar en cuenta el costo de fabricación de un juego de paneles de repuesto, lo cual convertiría la inversión inicial en 3 284 216 colones.

El tiempo de fabricación de la misma es relativa, pues se debe subcontratar los servicios de corte y rolado de las láminas; sin embargo, estos tiempos no afectan el periodo de parada de la máquina, ya que estas piezas se pueden fabricar antes de intervenir el funcionamiento de la secadora para realizar las modificaciones mecánicas del cilindro. El tiempo de parada de la máquina para realizarse estos trabajos puede ser de aproximadamente cuatro días, incluyendo el tiempo para retirar el cilindro de la máquina, la modificación mecánica y la colocación y ajuste del cilindro dentro de la máquina.

A la hora de valorar el tiempo requerido de parada de la máquina, para el reemplazo de los paneles desmontables cada mes, es muy importante tener en cuenta que el equipo de mantenimiento dispone de cuatro horas a la semana para brindar mantenimiento a las máquinas, este tiempo ya está contemplado por producción de la lavandería y es suficiente para el reemplazo de los cuatro paneles de un cilindro. Esta labor se puede realizar con el cilindro dentro de la máquina y posterior al cambio de los paneles, no se requiere de ningún ajuste, porqu esta labor no afecta el funcionamiento del cilindro dentro de la máquina.

5.1.2 Resumen de datos

La inversión inicial se resume en los siguientes datos:

Inversión inicial: **1 732 208 colones**
Costo de fabricación de un juego paneles para reemplazo: **1 552 008 colones**
Tiempo de parada de la maquina por modificación mecánica: **96 horas**
Tiempo por mantenimiento anual: **0 horas**

5.2 Comparación de costos respecto a método de mantenimiento actual

5.2.1 Método actual

Como se menciona en la teoría del problema, actualmente se requiere de uno a dos días para realizar un mantenimiento completo del cilindro de una máquina, el intervalo con el que se debe realizar esta labor depende mucho de la rapidez con que se llegue a obstruir el cilindro de materiales que al calentarse se adhieren a él; sin embargo, un periodo de cinco a siete semanas es suficiente para que la eficiencia de la máquina se vea afectada, pero estas labores no se realizan cada siete semanas, debido al tiempo que se requiere para realizar la limpieza completa; por lo tanto, esta se realiza hasta que la eficiencia se vea completamente afectada al punto de no ser posible operar la máquina o se realiza cada cuatro semanas de manera parcial, eliminándose lo posible con una hidrolavadora, lo cual les toma mínimo 5 horas de trabajo.

5.2.2 Tiempos de parada por mantenimiento del cilindro durante un año

El método utilizado actualmente demanda 5 horas al mes como mínimo, para la limpieza del cilindro; además, durante este periodo se realizan por lo menos tres limpiezas totales del cilindro, tarea que deja fuera de funcionamiento la máquina durante cinco turnos de trabajo. Esto significa que 180 horas, como mínimo, se detiene la máquina para labores de limpieza del cilindro, durante un periodo de un año.

5.2.3 Comparación del método actual y el propuesto en este documento

Un dato muy importante a la hora de realizar esta comparación es que una secadora en promedio produce o seca 300 kg de ropa por hora.

Tabla 5. Comparación del método propuesto vs. el utilizado actualmente

Tipo de horas	Método propuesto	Método actual
Por labores de rediseño	96	0
Mantenimiento al año	0	180
Totales de parada al año (horas)	**96**	**180**
Pérdida en producción (kg de ropa)	**28800**	**54000**
Diferencia el primer año (kg de ropa)	**25200**	

Durante el primer año se muestra un ahorro de 84 horas de parada y, durante los demás años, es de 180 horas por año. Si se quisiera comparar en kilogramos de ropa, durante el primer año, si se desarrolla este proyecto, la lavandería obtendría una ganancia de 25 200 kg de ropa y el resto de los años sería de 54 000 kg de ropa al año, por máquina secadora.

5.3 Métodos alternativos valorados por la administración

A continuación, se exponen dos de los métodos que valora el Departamento de Mantenimiento del Área de Lavandería Central.

5.3.1 Limpieza utilizando una máquina hidrolavadora

El método de limpieza utilizado actualmente, en cierta parte, se basa en este método; sin embargo, no es lo suficientemente efectivo como se evidencia anteriormente y requiere de varias horas de parada de la máquina para realizar las labores de limpieza, sumado el riesgo de otros fallos en el funcionamiento de la máquina, debido a la gran cantidad de agua que se introduce en la máquina se pueden causar problemas en el sistema de potencia y control de la misma.

5.3.2 Limpieza utilizando una máquina de hielo seco

En este año se realizó una prueba de funcionamiento con el proveedor Karcher y se utilizó una máquina que funciona con hielo seco, la cual congela el material adherido al cilindro y lo desquebraja volviéndolo fácil de retirar del cilindro. El resultado, según personal de mantenimiento, no estuvo tan lejos de lo esperado, pero los costos de aplicar este sistema son bastantes elevados.

<u>Costos de utilizar la máquina de hielo seco</u>

Costo de la máquina: 3 000 000 colones
Kilogramo de hielo: 1 700 colones
Consumo de la máquina: 140 kg por hora.
Tiempo requerido para limpiar un cilindro: 4 horas
Costo por limpieza de un cilindro: 952 000 colones

5.4 Mejoras en el servicio brindado por la empresa

La implementación de un proyecto como el expuesto, significa no solo ahorro de dinero -lo cual en una empresa de producción es muy importante-, sino también el tiempo de mantenimiento y, como punto más importante, si se mejora la eficiencia de las máquinas, esto se convierte en mayor producción y mejor servicio ofrecido por la lavandería, lo cual abre las puertas a aumentar su capacidad de producción o evitar el uso de horas extra para abastecer la demanda requerida en fechas de mayor demanda.

5.5 Capital humano

Al poner en práctica la ingeniería, no solo se busca el beneficio económico de las empresas, sino también como responsabilidad profesional es muy importante ofrecer una mejor calidad de vida a las personas que se encuentran en el entorno y, en este caso, no están exentos de este beneficio el personal de mantenimiento de la lavandería e incluso personal de producción de dicha área, debido al estrés generado en tiempos de mayor demanda y laborar varias horas extras a la semana.

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Se logró plantear la modificación del diseño constructivo del cilindro, de una máquina secadora industrial marca Kannegiesser modelo 258.100 G-WU, con el fin de obtener una mejora en la eficiencia, implementando paneles desmontables, para disminuir el tiempo de parada por mantenimiento del mismo.

- Se evaluó el funcionamiento mecánico de los paneles colocados en el cilindro, utilizando el software de simulación Solidworks, obteniendo resultados muy positivos.

- Se estudiaron los costos de desarrollo en caso de llevar a cabo la implementación de la propuesta anteriormente descrita.

- Se estudió el método de mantenimiento actual y el descrito en este documento, tomando en cuenta el costo de inversión y la economía en cantidad de kilogramos de ropa secada durante un año, en caso de materializarse la propuesta desarrollada en este documento.

6.2 Recomendaciones

- Como primer punto, se debe destacar que lo primordial es la vida humana; por lo tanto, se recomienda utilizar el equipo de protección adecuado y las herramientas necesarias para las labores demandadas por el proyecto planteado en este documento.

- Luego de realizar un análisis de los beneficios de llevar a cabo esta propuesta, es claro que, a corto y mediano plazo, se generan notables beneficios en la producción de la Lavandería Central; por consiguiente, se recomienda llevar a cabo esta implementación lo más pronto posible.

- Para una mejor gestión de las labores, se aconseja realizar la modificación de un cilindro a la vez, con el fin de mejorar el proceso, en caso de ser necesario una vez que se pone en práctica la teoría aquí descrita.

- Al utilizarse una lámina para la fabricación de solamente un panel, debido a sus dimensiones, sería responsable y beneficioso para el ambiente, la valoración de aprovechar el material sobrante en solventar alguna necesidad del Departamento de Mantenimiento u otra área.

Referencias bibliográficas

Aracil, M. (2018). *Soldadura y corte de los Aceros Inoxidables.* Madrid, España: Cedinox.

Área tecnología. (24 de noviembre de 2018). *Acero inoxidable*. Obtenido de http://www.areatecnologia.com/materiales/acero-inoxidable.html

Biblioteca de materiales húmedos. (23 de noviembre de 2018). *Ventajas y desventajas del acero inoxidable*. Obtenido de: http://bibliotecadehumedas.blogspot.com/2014/05/ventajas-y-desventajas-del-acero.html

Bonnet. (27 de noviembre de 2018). *Clasificación Acerinox*. Obtenido de: http://www.bonnet.es/clasificacionacerinox.pdf

Caja Costarricense de Seguro Social. (25 de septiembre de 2018). *CCSS eleva inversión para mejorar lavado de ropa hospitalaria.* Obtenido de https://www.ccss.sa.cr/noticia?ccss-eleva-inversion-para-mejorar-lavado-de-ropa-hospitalaria

Capris. (03 de diciembre de 2018). *Máquinas para soldar por arco eléctrico.* Obtenido de https://capris.cr/miller-maxstar-210-dx-soldadora-electrodo-tig-210amp-80v-c-secuenciador-9kw-120-480v-1-3f-60hz-907-684.html

Carbone Costa Rica. (23 de octubre de 2018). *Gases Industriales*. Obtenido de https://carbone.cr/gases-industriales/gases-industriales/

Casals, C. M. (2017). *Aceros inoxidables.* Madrid: DEXTRA.

Centro Nacional para el Desarrollo del Acero Inoxidable. (Mayo de 2002). *Iminox*. Obtenido de http://www.iminox.org.mx/pdf/manual1.pdf

Concremax. (29 de noviembre de 2018). *CONCRETips: Cómo controlar humos y gases en la soldadura*. Obtenido de http://www.concremax.com.pe/noticia/concretips_controlar_humo

estudiantesmetalografia. (26 de julio de 2012). *METALOGRAFÍA – UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA*. Obtenido de ACEROS INOXIDABLES: http://blog.utp.edu.co/metalografia/7-aceros-inoxidables/

Girbau, S.A. (20 de noviembre de 2018). *Girbau Innovative Laundry Solutions*. Obtenido de https://www.girbau.es/segmentos/lavanderia-comercial/63

Indura, S. (2010). *Sistema Electrodos y Consumibles para Acero Inoxidable*. Cerrillos, Chile.: 2M Impresores Ltda.

Instituto Nacional de Seguros INS. (Septiembre de 2012). *Señalización de Cilindros de Gases*. Obtenido de Portal INS: https://portal.ins-cr.com/NR/rdonlyres/4C61D4EA-159E-4E68-A111-6D2BAECB2F40/5325/1006333_Se%C3%B1alizaci%C3%B3ndeCilindrosdeGas_WEB.pdf

Kalpakjian, S. (2002). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. México: Prentice Hall.

Kannegiesser. (21 de noviembre de 2018). Obtenido de https://www.kannegiesser.com/es/es/compania/historia.html

Kannegiesser. (2018). T h e W e t s i d e S t o r y - Success has a History . *DOC PLAYER*, 18.

La Wash. (20 de noviembre de 2018). *La Wash Lavanderia Autoservicio*. Obtenido de https://lawash.es/la-lavanderia-autoservicio-que-te-ofrece/

Medina, R. L. (junio de 2006). *Análisis de la viabilidad económica y ambiental del uso de armaduras corrugadas de acero inoxidable en elementos de hormigón armado sometidos a clases de exposición agresivas. Aplicación a elementos en contacto con aguas residuales agresivas*. Obtenido de Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC: http://hdl.handle.net/2099.1/3319

Metales industriales de Puebla, S.A. (23 de noviembre de 2018). *Mipsa*. Obtenido de https://www.mipsa.com.mx/dotnetnuke/Sabias-que/Que-es-acero-inoxidable

Naturgy. (22 de noviembre de 2016). *Características por tener en cuenta en los quemadores industriales*. Obtenido de https://www.empresaeficiente.com/blog/caracteristicas-a-tener-en-cuenta-en-los-quemadores-industriales/

Newell, J. (2016). *Ciencia de materiales*. Ciudad México: Alfaomega.

RECOPE. (29 de agosto de 2018). *Gas Licuado de Petróleo (GLP)*. Obtenido de https://www.recope.go.cr/productos/calidad-y-seguridad-de-productos/gas-licuado-de-petroleo-glp/

Solidbi. (15 de noviembre de 2018). *Solidbi*. Obtenido de https://solid-bi.es/solidworks/

Weishaupt. (22 de noviembre de 2018). *Quemadores a gas*. Obtenido de http://www.weishaupt.com.br/es/service/fachprospekte-bedienungsanleitungen/fachprospekte/gas-oel-und-zweistoffbrenner/gasbrenner

Anexos

Anexo 1. Oferta de la lámina perforada en acero inoxidable

ACEROS CARAZO REIMERS

Cédula Jurídica # 3-101-008553-16 INDUPARK EN EL COYOL DE ALAJUELA
Tel: (506)4000-1227 Fax: (506) 2256-0621 Apdo: 10049-1000 San José Costa Rica
www.aceroscarazo.com

Cotización
CTAC201323

Fecha: 07-dic-2018 13:11 Vendedor: 023 Isidro Moncada
Condición de Pago: 0 CONTADO Orden Compra:
Moneda de Cotización: Local

Cliente: 99997 CLIENTE CONTADO C
Contribuyente: ND Telefono: 00000000
Direccion: ANDRES RAMIREZ
Contacto: CLIENTE CONTADO C

Código	Cantidad	Linea	Descripción	Peso	Unid	Bod	Precio	Total
344337	1.00	LAMINAS P	INOX.16GA 1/4" 1.22 x 2.44mts	1.00	UND	PRI	386,202.10	386,202.10
344338	1.00	LAMINAS P	INOX.16GA 3/16" 1.22 x 2.44mts	1.00	UND	PRI	346,786.91	346,786.91

Total Mercadería: 732,989.01
Total Peso: 2.00 Impuesto Venta 95,288.57
Impuesto Consumo 0.00
Total: 828,277.58
Transporte: 0.00

Total General: 828,277.58
OCHOCIENTOS VEINTIOCHO MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE con 58/100

Observaciones:

aramirezc91@gmail.com

8324-8458

Anexo 2. Datos técnicos de la máquina secadora marca Kannegiesser modelo 258.100 G-WU.

PASSAT

Datos técnicos

Fecha de edición: 22.01.2001

4. Datos técnicos

Tipo 258. __ GWU		35	50	75	100	135	170
Dimensiones de la secadora por ciclos completo)[1]		no disponible)[7]					
Longitud	mm		1950	2450	2450	2960	3460
Anchura)[2]	mm		2800	2800	2800	3015	3015
Altura)[3] en caso de una descarga estándar							
con chasis FG 760	mm		3350	3350	3530	no disponible)[7]	
con chasis FG 1050	mm		3640	3640	3820		
con chasis FG 1250	mm		3840	3840	4020		
con chasis FG 1455	mm		4045	4045	4225		
Altura)[3]...de una descarga por basculamiento							
con chasis FG 760	mm		3375	3375	3555	3555	3555
con chasis FG 1050	mm		3665	3665	3845	3845	3845
con chasis FG 1250	mm		3865	3865	4045	4045	4045
con chasis FG 1455	mm		4070	4070	4250	4250	4250
Pesos							
Neto	kg		1900	2300	2500	2800	3100
Listo para el servicio, lavado incluido	kg		2050	2525	2800	3200	3600
Volúmenes de carga)[4]							
volumen nominal de ropa (1:25)	kg TrW		50	75	100	135	170
volumen mín. de ropa (1:30)	kg TrW		42	62,5	84	115	142
volumen máx. de ropa (1:20)	kg TrW		62,5	93	125	171	212
Potencia absorbida							
Potencia absorbida, total	kW		8,9	8,9	11,7	15,5	19,5
Motor ventilador principal	kW		5,5	5,5	7,5	2x5,5	2x7,5
Motor ventilador del quemador de gas	kW		0,75	0,75	0,75	1,1	1,1
Motor accionamiento del tambor	kW		2,2	2,2	3,0	3,0	3,0/4,0
Mando	kW		0,4				
Energía calorífica gas)[5]	kW		200	250	300	410	500
Consumos nom. de corriente en caso de tensión VAC			200				
Frecuencia	Hz		50				
Intensidad de corriente máx.)[6]	A		37,0	37,0	47,7	66,3	85,3

Datos técnicos

PASSAT

Fecha de edición: 22.01.2001

Tipo 258. __ GWU		35	50	75	100	135	170
Consumos nom. de corriente en caso de tensión	VAC	no disponible)[7]			220		
Frecuencia	Hz				50		
Intensidad de corriente máx.)[6]	A		33,6	33,6	43,4	60,3	77,5
Consumos nom. de corriente en caso de tensión	VAC				240		
Frequenz	Hz				60		
Intensidad de corriente máx.)[6]	A		33,6	33,6	43,4	60,3	77,5
Consumos nom. de corriente en caso de tensión	VAC				400		
Frecuencia	Hz				50		
Intensidad de corriente máx.)[6]	A		19,5	19,5	25,1	34,9	44,9
Consumos nom. de corriente en caso de tensión	VAC				480		
Frecuencia	Hz				60		
Intensidad de corriente máx.)[6]	A		16,1	16,1	20,8	28,8	37,1
Consumos nom. de corriente en caso de tensión	VAC				575		
Frecuencia	Hz				60		
Intensidad de corriente máx.)[6]	A		12,9	12,9	16,6	23,1	37,1
Consumos nom. de corriente en caso de tensión	VAC				600		
Frecuencia	Hz				60		
Intensidad de corriente máx.)[6]	A		12,9	12,9	16,6	23,1	29,7
Consumo							
Energía	kWh/h		7,5	7,7	9,8	13,5	16,5
consumo específico de gas)[9]	kWh/l H_2O		1,31	1,26	1,28	1,23	1,29
consumo de aire comprimido a 6 bar	l/h				300		
Capacidad de evaporación)[10]	l/min		2,6	3,5	4,2	5,5	6,5
Datos de la corriente de aire							
Cantidad de aire tratado							
Servicio aire de circulación	m³/h		1900	2200	2700	3250	3900
Servicio salida de aire	m³/h		6000	6800	8500	9500	11000
Resistencia al flujo admisible en el conducto de salida de aire							
mínimo	mbar				0,15		
máximo	mbar				2,50		

PASSAT

Datos técnicos

Fecha de edición: 22.01.2001

Tipo 258. __ GWU		35	50	75	100	135	170
Emisión acústica)[11]		no disponible)[7]					
Presión acústica en un perímetro de 1m							
momentánea	dB(A)		75	74	77	78	80
Presión acústica continua	dB(A)		74	73	76	77	79
Pres. ac. contin. en un perímetro de 5m	dB(A)		73	72	75	76	78
Clima							
Temperatura de almacenamiento	°C		1 hasta 50				
Temperatura de funcionamiento	°C		15 hasta 45				
Humedad relativa del aire	%		no condensable				

Anexo 3. Descripción del funcionamiento de la máquina secadora marca Kannegiesser modelo 258.100 G-WU.

Funcionamiento

PASSAT

Fecha de edición: 22.01.2001

hace que aire caliente circule entre la ropa a secar. El aire calentado extrae el agua de la ropa a secar y, al mismo tiempo, se enfría. El secado se lleva a cabo exclusivamente en servicio de circulación de aire. En el servicio de circulación de aire solamente aprox. del 20 al 30% del aire de salida es conducido al exterior a través de la tubuladura de salida de aire. Los 70 al 80 % restantes del aire de salida son mezclados en la proporción de 3:1 a 4:1 con aire fresco (20 al 30 %) y conducidos otra vez en la secadora por ciclos (véase figura 3). El porcentaje del 20 al 30 % de aire fresco basta por completo para extraer la humedad del material a secar. El servicio de circulación de aire permite un aprovechamiento efectivo del gas y reduce el calentamiento del ambiente.

El desarrollo de la fase de secado puede programarse libremente. Después de que la temperatura de entrada libremente programable (máx. 230°C) o la temperatura de salida libremente programable (máx. 120°C) se haya alcanzado, el quemador cambia de carga plena a carga parcial (sin escalones). Al mismo tiempo, la temperatura programada puede ser brevemente sobrepasada al comienzo del secado, puesto que la potencia del quemador eventualmente no puede ser reducida tan rápidamente. Para el material a secar, el exceso breve de la temperatura no es perjudicial, puesto que, al comienzo del secado, el material es protegido por el agua en virtud del elevado porcentaje de humedad residual. En caso de un exceso extremo de la temperatura (temperatura de entrada > 250°C, temperatura de salida > 150°C), los termostatos combinados instalados desconectan la energía de calentamiento e inician eventualmente la descarga. Transcurrido el tiempo de secado, la fase de enfriamiento comienza.

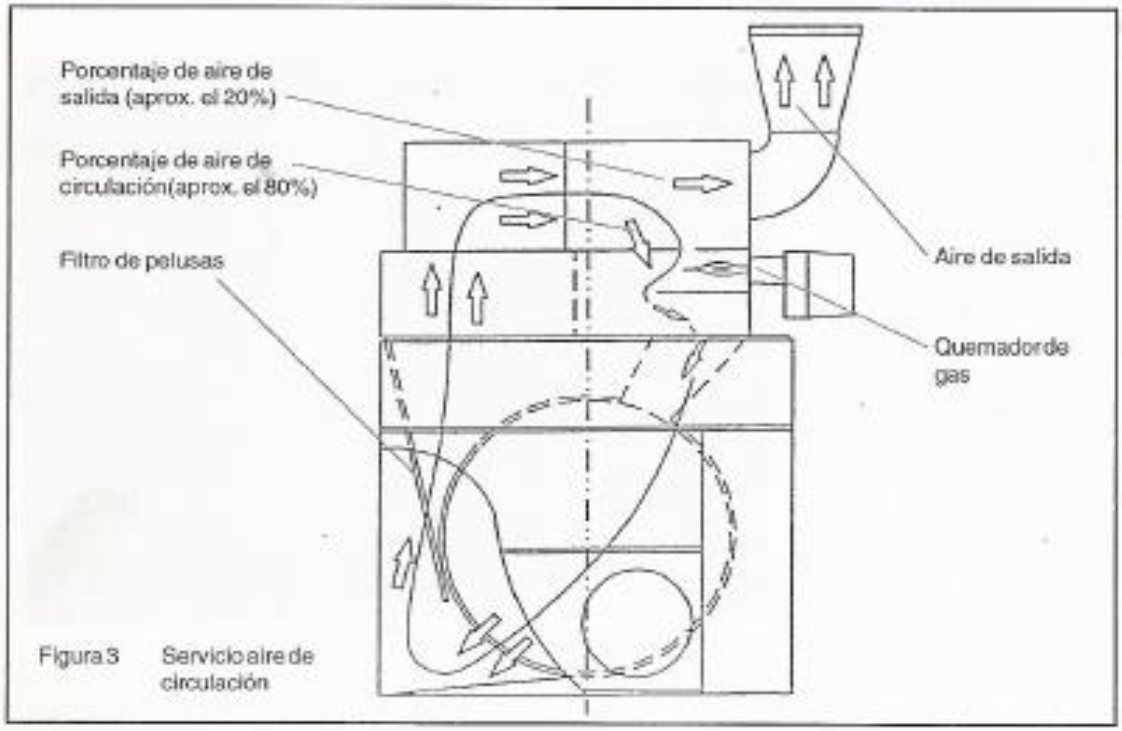

Figura 3 Servicio aire de circulación