



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN E
INSTALACIÓN DE CORTINAS METÁLICAS ENROLLABLES EN LA
EMPRESA CORTINAS DE GUATEMALA S.A.**

José Miguel Rosales Carías

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, abril de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN E
INSTALACIÓN DE CORTINAS METÁLICAS ENROLLABLES EN LA
EMPRESA CORTINAS DE GUATEMALA S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ MIGUEL ROSALES CARÍAS

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ABRIL DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIO	Ing. Hugo Huberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE CORTINAS METÁLICAS ENROLLABLES EN LA EMPRESA CORTINAS DE GUATEMALA S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 11 de marzo de 2020.



José Miguel Rosales Carías

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 08 de febrero de 2022
REF.EPS.DOC.60.02.2022.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Miguel Rosales Carías** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200212788, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE CORTINAS METÁLICAS ENROLLABLES EN LA EMPRESA CORTINAS DE GUATEMALA S.A.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
EDSZ/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 08 de febrero de 2022
REF.EPS.D.36.02.2022

Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Morales Baiza:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE CORTINAS METÁLICAS ENROLLABLES EN LA EMPRESA CORTINAS DE GUATEMALA S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Miguel Rosales Carías** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS



OAH/ra

El Revisor de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE CORTINAS METÁLICAS ENROLLABLES EN LA EMPRESA CORTINAS DE GUATEMALA, S.A.** del estudiante **José Miguel Rosales Carías, CUI 2213027001804, Reg. Académico No. 200212788** y habiendo realizado la revisión de Escuela se autoriza para que continúe su trámite en la oficina de Lingüística, Unidad de Planificación.

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Revisor
Coordinador Área de Materiales

Guatemala, febrero de 2022
/aej

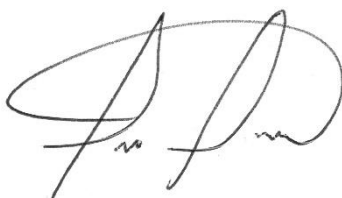
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.075.EIM.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE CORTINAS METÁLICAS ENROLLABLES EN LA EMPRESA CORTINAS DE GUATEMALA S.A.**, presentado por: **José Miguel Rosales Carías** , procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



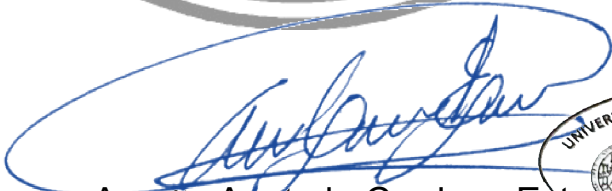
Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica


Guatemala, abril de 2022

LNG.DECANATO.OI.189.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE CORTINAS METÁLICAS ENROLLABLES EN LA EMPRESA CORTINAS DE GUATEMALA S.A.**, presentado por: **José Miguel Rosales Carías**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Ariabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, abril de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por tu amor, tu misericordia y tu fidelidad mostradas en cada paso de mi vida. La fuerza y la sabiduría provienen de ti y es por ti que he llegado hasta aquí. Gracias Señor.

Mi padre

Cristóbal Rosales Chávez (q. e. p. d), tu ejemplo de trabajo y honradez me moldearon, sembraste y ya no pudiste ver la cosecha, pero siempre mantendré viva tu memoria y llevaré con orgullo tu apellido. Gracias por dedicar tu vida para que pudiéramos tener lo que tú no tuviste.

Mi madre

María Eugenia Carías de Rosales, tu abnegación y sacrificio no han sido en vano, de ti aprendí la constancia que me ayudó a alcanzar esta meta. Deseo seguir siendo el hijo que te hace sentir orgullosa, con el que puedes contar cuando lo necesites.

Mi esposa

Candy Valdés, Dios te envió para acompañarme en este largo y difícil camino. Sin tu amor, tu paciencia, tu comprensión y tu apoyo jamás habría llegado hasta aquí. Te amo y sabes que este es un triunfo de los dos.

Mis hermanos

Juan Carlos y Olivia Rosales Carías, aunque seamos tan diferentes, saben que los quiero mucho y que tanto ustedes como sus hijos pueden contar conmigo. Espero ser un ejemplo para que ellos alcancen también todas las metas que se tracen en su vida.

Mi hijo

Damián Alejandro Rosales, estabas en el plan de Dios para mi vida, deseo ser siempre un padre del que puedas sentirte orgulloso. Es mi oración vivir lo suficiente para acompañarte mientras creces y logres alcanzar el propósito de Dios en tu vida. Te amo hijo.

Mis tíos

Ezequiel y Leticia de White, que me brindaron su apoyo desde que era niño y en esta etapa de mi vida su regalo inesperado fue fundamental para alcanzar este logro. Siempre estaré agradecido por creer en mí y por su cariño a pesar de la distancia.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Ha sido un orgullo pasar por tus aulas y formarme para contribuir a construir una Guatemala mejor.
Facultad de Ingeniería	Gracias por los conocimientos y la experiencia adquirida que me han convertido en el profesional que soy.
CORTIGUA., S.A.	Eternamente agradecido por abrirme las puertas y brindarme la confianza y todo el apoyo necesario para realizar mi EPS.
Sr. Renato Domínguez	Ha sido un privilegio aprender de su experiencia y atestiguar el enorme desarrollo de la empresa.
Sr. Alejandro Recinos	Sin su apoyo no hubiera sido posible alcanzar esta meta, por siempre estaré agradecido con usted y su esposa por el respaldo y la confianza otorgadas a mi persona. Han sido las personas que Dios utilizó para mi desarrollo profesional.

Ing. Guillermo Pérez

Muy agradecido por compartir su tiempo, su enorme experiencia y conocimientos. Sus consejos muy puntuales los tengo presentes y me ayudarán en mi camino profesional.

Nelson Fuentes

Gracias por todo el apoyo brindado en mi EPS, junto al equipo de trabajo de la empresa fue una grata y enriquecedora experiencia.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Aspectos generales de la empresa Cortinas de Guatemala, S.A.	1
1.1.1. Antecedentes históricos y descripción de actividades.....	1
1.1.2. Misión, visión y valores	2
1.1.3. Estructura organizacional	3
1.2. Definición general de una CME y sus componentes	4
1.3. Materia prima utilizada en el proceso industrial	6
1.3.1. Proceso de laminado del acero	6
1.3.2. Proceso de rolado en frío	8
1.3.3. Especificaciones técnicas del acero	10
1.4. Especificaciones técnicas de las máquinas roladoras.....	16
1.4.1. Estructura y montaje.....	17
1.4.2. Diseño de perfiles de duelas.....	18
1.4.3. Motor y sistema de transmisión	19
1.4.4. Sistema eléctrico	20
1.4.5. Proceso de corte.....	21

1.5.	Proceso industrial de fabricación de cortinas metálicas enrollables.....	21
1.5.1.	Fabricación de guías	21
1.5.2.	Fabricación de duelas para el lienzo	23
1.5.3.	Fabricación de celosías.....	26
1.5.4.	Fabricación de faldones	27
1.5.4.1.	Faldón normal	27
1.5.4.2.	Faldón volteado.....	28
1.5.4.3.	Faldón normal con sistema	29
1.5.4.4.	Faldón volteado con sistema.....	31
1.5.4.5.	Faldón para celosía	32
1.5.4.6.	Faldón tipo vitrina	33
1.5.5.	Fabricación de ejes	33
1.5.5.1.	Eje con resortes	34
1.5.5.2.	Eje con canasta.....	35
1.5.5.3.	Eje con fleje o muelle	36
1.5.5.4.	Eje para mecanismo de cadena	37
1.5.6.	Fabricación de accesorios de cortinas	39
1.5.6.1.	Resortes.....	39
1.5.6.2.	Bombos	41
1.5.6.3.	Seguridad de la cortina	42
1.5.6.4.	Tapa rollos.....	45
1.5.6.5.	Puertas.....	49
1.5.6.6.	Ventanillas.....	52
1.5.6.7.	Guías dobles	54
1.5.6.8.	Guías para mecanismo de cadena.....	57
1.5.6.9.	Guías para instalación de motores	57
1.5.7.	Proceso de pintado de guías, ejes, faldones y accesorios	58

1.6.	Proceso de instalación de cortinas metálicas enrollables.....	58
1.6.1.	Rectificación y proceso previo a la instalación	59
1.6.2.	Herramientas, equipo y suministros necesarios para la instalación.....	59
1.6.3.	Descripción de la instalación de una cortina metálica enrollable.....	61
2.	FASE DE INVESTIGACIÓN	65
2.1.	Materia prima.....	65
2.1.1.	Diagnóstico de problemas técnicos en el rolado del acero.....	65
2.1.2.	Propuesta de alternativas de solución	68
2.2.	Máquinas roladoras	69
2.2.1.	Rutinas de mantenimiento	69
2.2.2.	Diagnóstico de fallas comunes y alternativas de solución	71
2.2.3.	Propuesta de innovaciones técnicas en la maquinaria.....	72
2.3.	Reestructura del proceso industrial de fabricación	74
2.3.1.	Momento de inercia	74
2.3.2.	Momento flector para una sección rectangular	75
2.3.3.	Fuerza de doblado entre dos puntos de apoyo	76
2.3.4.	Fuerza aplicada por resortes	78
2.3.5.	Trabajo efectuado por el resorte.....	83
2.3.6.	Cálculo de cantidad de resortes	84
2.3.7.	Procedimiento de fabricación de duelas para lienzo	86
2.3.8.	Procedimiento de fabricación de guías.....	87
2.3.9.	Procedimiento de fabricación de ejes	88

2.3.10.	Procedimiento de fabricación de faldones.....	91
2.3.11.	Procedimiento de fabricación de celosías	95
2.3.12.	Procedimiento de fabricación de accesorios de cortina.....	96
2.3.13.	Problemas técnicos y alternativas de solución	99
2.4.	Lineamientos para la instalación de cortinas metálicas enrollables.....	101
2.4.1.	Logística para la instalación de cortinas.....	101
2.4.2.	Procedimiento de instalación de una cortina	104
2.4.3.	Instalación de motores en cortinas.....	115
2.4.3.1.	Motor al eje Rib Jolly	115
2.4.3.2.	Motor fuera de borda Lift Master	116
2.4.3.3.	Motor fuera de borda Gulf	117
2.4.4.	Problemas técnicos en la instalación y alternativas de solución	119
2.5.	Propuesta de ahorro energético y de costos.....	122
2.5.1.	Disminución en el consumo eléctrico	122
2.5.2.	Disminución de mermas en materia prima	126
2.5.3.	Ahorro de insumos en la producción	128
3.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	131
3.1.	Materia prima	131
3.1.1.	Resolución de problemas en el rolado de lámina..	131
3.1.2.	Implementación de cambios en la producción para disminución de mermas	132
3.2.	Máquinas roladoras.....	133
3.2.1.	Montaje del equipo	134
3.2.2.	Automatización del portarrollos	135
3.2.3.	Automatización del proceso de corte	136

3.2.4.	Reestructura del plan de mantenimiento preventivo	137
3.3.	Proceso industrial de fabricación de cortinas metálicas enrollables	140
3.3.1.	Reestructura de la línea de producción de cortinas	140
3.3.2.	Implementación de cambios en la metodología de fabricación	142
3.3.3.	Resolución de problemas técnicos	143
3.4.	Instalación de cortinas metálicas enrollables.....	145
3.4.1.	Implementación de cambios en el proceso de instalación.....	145
3.4.2.	Resolución de problemas técnicos	147
3.5.	Elaboración del manual de procedimientos	149
4.	FASE DE DOCENCIA	151
4.1.	Taller de capacitación del personal operativo sobre el proceso industrial reestructurado	151
4.2.	Presentación del manual de procedimientos para procesos de inducción de personal de nuevo ingreso	151
	CONCLUSIONES	155
	RECOMENDACIONES	157
	BIBLIOGRAFÍA.....	159
	ANEXOS	163

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura organizacional de la empresa	4
2.	Componentes de una CME	6
3.	Proceso de rolado del acero	8
4.	Proceso de laminación no plana	10
5.	Ficha técnica del acero recubierto	16
6.	Estructura de máquina roladora	17
7.	Diseño de perfiles de duelas	18
8.	Motor y sistema de transmisión.....	19
9.	Diagrama de arranque eléctrico máquinas roladoras.....	20
10.	Proceso de corte con tronadora	21
11.	Elementos de las guías	23
12.	Tipos de duelas.....	25
13.	Diseño de celosías.....	26
14.	Faldón normal	28
15.	Faldón volteado.....	29
16.	Faldón normal con sistema	30
17.	Base para chapa de seguridad	31
18.	Faldón para celosía.....	32
19.	Faldón tipo vitrina.....	33
20.	Eje con resortes	35
21.	Eje con canasta.....	36
22.	Eje con muelle.....	37
23.	Eje para mecanismo de cadena.....	38

24.	Resortes	41
25.	Bombo	42
26.	Tapa rollo diseño “C”	46
27.	Tapa rollo diseño “L”	47
28.	Tapa rollo diseño recto	47
29.	Puerta	52
30.	Ventanilla	54
31.	Guía doble	56
32.	Vano para la instalación de una CME	62
33.	Curva esfuerzo – deformación	67
34.	Gráfica momento plástico vs. momento flector	76
35.	DCL fuerza de doblado entre dos puntos de apoyo	77
36.	Longitudes del resorte	80
37.	Gráfica fuerza vs. desplazamiento de la constante k	81
38.	Diagrama resorte helicoidal de compresión	82
39.	Mediciones en el vano previo a la instalación	102
40.	Troquelado de duelas	104
41.	Formas de instalación de guías	106
42.	Montaje de guías con perno de expansión	107
43.	Montaje de guías con patas de anclaje	108
44.	Montaje del lienzo	110
45.	Montaje del faldón	112
46.	Montaje mecanismo de cadena	114
47.	Motor al eje Rib Jolly	116
48.	Motor fuera de borda Lift Master	117
49.	Motor fuera de borda Gulf	118
50.	Encajuelado	119
51.	Viga o dintel pequeño	120
52.	Choque de platos	121

53.	Viga que corta el vano.....	122
54.	Automatización del portarrollos	136
55.	Diagrama de flujo mantenimiento general.....	139
56.	Cambios en el montaje.....	147
57.	Documentación de procesos.....	152
58.	Presentación Manual de Procedimientos.....	153

TABLAS

I.	Requisitos de peso en el recubrimiento de zinc	11
II.	Categorías de clasificación de bobinas	11
III.	Propiedades mecánicas de bobinas CS calidad comercial	12
IV.	Requisitos de peso en recubrimiento de lámina Aluzinc	13
V.	Propiedades mecánicas del Aluzinc.....	13
VI.	Especificación técnica recubrimiento en lámina pintada	15
VII.	Medidas de lámina requeridas para el rolado de duelas.....	16
VIII.	Elementos para realizar una instalación.....	60
IX.	Velocidad de máquina para el rolado de lámina	132

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HP	Caballos de fuerza
cm	Centímetro
°C	Grados Celsius
g/m²	Gramos por metro cuadrado
Hz	Hertz o Ciclos por segundo
Kg	Kilogramo
KW	Kilovatios
Lb	Libra
psi	Libras por pulgada cuadrada
m	Metro
mm	Milímetro
oz/ft²	Onzas por pie cuadrado
RPM	Revoluciones por minuto
V	Voltios

GLOSARIO

ASTM	Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales.
Bombo	Denominado también tambor o polea, es un elemento del eje cuya forma circular permite el enrollado del lienzo de la cortina. Sirve también de soporte para los resortes que aportan la fuerza para movilizar el lienzo de la cortina.
Celosía	Es un tipo de cortina metálica enrollable, en el que el lienzo es construido con tubos circulares unidos mediante eslabones troquelados. Su diseño permite la exposición del local y brinda mayor seguridad al instalarse frente a una cortina con lienzo de duelas.
CME	Cortina metálica enrollable.
Duela	Es el nombre dado a cada una de las fracciones de lámina de acero, con formas cóncavas, semiplanas o planas, las cuales tienen una longitud variable, según el ancho de las cortinas y una altura estándar de 10 cm. Son producidas mediante un proceso de roloformado en frío y el doblado en sus orillas permite unir las entre sí para que formen el lienzo de la cortina.
Eje	Es la parte principal de la cortina, ya que es éste quien aplica la presión que facilita el desplazamiento del lienzo

dentro de las guías al momento de subir y bajar la misma. El eje se fabrica en combinación de diferentes partes y mecanismos, entre ellos, resortes, bombos y cinchos, un tubo de hierro proceso de diámetro y largo variable, según el ancho de la cortina.

Faldón Es la parte de la cortina que al subir y bajar la misma se deposita directamente sobre el nivel de piso, y es esta parte la que permite asegurar la persiana, por medio de diferentes mecanismos de seguridad como candados convencionales y chapas de engrape al piso.

Guías Conducen al lienzo en su recorrido de apertura y cierre, cuyo diseño es una especie de U. Se les conoce también con el nombre de rieles.

Lienzo Es llamado al ensamble de varias duelas y representa la parte visible de la cortina metálica.

Merma Es la pérdida o reducción física de materiales como resultado de su manipulación durante la fase de transformación del producto y que forma parte del costo de producción.

Perfil angular Perfil de hierro de sección transversal en forma de ángulo recto en diferentes medidas y calibres. Es usado para la fabricación de faldones.

Perfil plano	Barra sólida de sección plana rectangular utilizada para la construcción de componentes de las cortinas de acero.
PEPS	Primero en entrar, primero en salir.
Plato	Es la parte de la cortina que delimita el área de enrollado de la misma, unido a la guía forma una sola pieza, su dimensión depende de la altura de la cortina, ya que entre mayor sea esta, mayor será el volumen del rollo.
PLC	Controlador lógico programable.
Rolado	Proceso productivo en donde una fracción de lámina es sometida a esfuerzos de compresión por una serie de rodillos o rodos.
Troquelado	Es el resultado de una operación mecánica por medio de la cual se hace un agujero en una lámina con una forma determinada. Este proceso se lleva a cabo utilizando una troqueladora, que es una máquina compuesta por un troquel y una matriz de corte. El troquel tiene las dimensiones y la forma del corte que se busca realizar, mientras que la matriz de corte es por donde se inserta el troquel para cortar el material con precisión.

RESUMEN

La fabricación e instalación de cortinas metálicas enrollables, es la principal actividad a la que se dedica la empresa Cortinas de Guatemala, S.A. Durante los años, se han ido adaptando a la creciente demanda de producción, surgiendo la constante necesidad de innovar y optimizar el proceso industrial, con el objetivo de mejorar la productividad.

Durante el desarrollo del proyecto, se observaron y analizaron los procesos y se recopiló información de la maquinaria y de todos los mecanismos y elementos de la fabricación e instalación de cortinas metálicas, lo cual sirvió como base para determinar los procesos que necesitaban ser intervenidos para lograr la mejora de la productividad.

Los cambios propuestos fueron implementados paulatinamente, comenzando con las máquinas, haciendo ajustes para que el proceso de fabricación se agilice, estableciendo lineamientos para un eficiente mantenimiento del equipo. Luego, en el taller de fabricación se estableció una línea de producción para reestructurar un proceso muy desorganizado, definiendo parámetros técnicos para que la fabricación sea eficiente. Se hizo un seguimiento a los procesos de instalación para asegurar que se cumpliera con los requerimientos técnicos que garanticen la calidad del producto.

Toda la información recopilada, con la descripción técnica de los procesos y las mejoras implementadas se compiló en un manual de operaciones que fue presentado para ser de utilidad en procesos de inducción de personal.

OBJETIVOS

General

Optimizar el proceso industrial de fabricación e instalación de cortinas metálicas enrollables para incrementar la productividad.

Específicos

1. Reestructurar los procesos implícitos en la fabricación e instalación de cortinas metálicas enrollables para agilizar la producción.
2. Implementar los cambios planteados en la reestructuración del proceso industrial de fabricación e instalación de cortinas metálicas enrollables.
3. Capacitar al personal en la optimización del proceso industrial de fabricación e instalación de cortinas metálicas enrollables.
4. Elaborar un manual de procedimientos para ser utilizado en procesos de inducción de personal de nuevo ingreso a la empresa.

INTRODUCCIÓN

Cortinas de Guatemala, S.A. es una empresa líder en la fabricación e instalación de cortinas metálicas enrollables, negocio con el que se ha expandido a todo el país. Con el objetivo de lograr un crecimiento rentable en la producción de cortinas metálicas, se desarrolló un proceso de optimización del proceso industrial, implementando cambios para mejorar el proceso e incrementar la productividad.

En el ejercicio del proyecto se analizaron cada uno de los procesos que implican fabricar e instalar una cortina metálica, por medio de observaciones y entrevistas al personal. La descripción técnica de la maquinaria utilizada y de los mecanismos que se fabrican como parte de los elementos que componen una cortina metálica, ha permitido diagnosticar los problemas que se originan en el proceso y plantear soluciones que mejoren la eficiencia del mismo. El establecimiento de mejoras también alcanza al proceso de instalación de cortinas metálicas.

Toda la información recopilada y los cambios implementados con la se socializaron con las jefaturas y gerencias involucradas, así también con el personal operativo, dejando establecidos los parámetros necesarios en una manual de procedimientos que contribuya en la formación y capacitación técnica continua.

1. GENERALIDADES

1.1. Aspectos generales de la empresa Cortinas de Guatemala, S.A.

Cortinas de Guatemala, S.A. comercialmente denominada como CORTIGUA, es una empresa guatemalteca cuya principal actividad es la fabricación, venta e instalación de cortinas metálicas enrollables. A lo largo de los años ha crecido y se ha diversificado hasta posicionarse como una de las principales empresas en el mercado de cortinas metálicas.

1.1.1. Antecedentes históricos y descripción de actividades

CORTIGUA fue fundada en noviembre de 2004, por la iniciativa de dos emprendedores guatemaltecos que buscaban introducirse al mercado de las cortinas metálicas enrollables, abriendo al mismo tiempo oportunidades de empleo. Iniciaron con 25 empleados en las instalaciones que ocupan actualmente, en la 3a. Avenida 4-53 zona 6, colonia Los Álamos, municipio de San Miguel Petapa. En ese entonces solamente contaban con una máquina para fabricar duelas además de dos máquinas soldadoras, un torno y herramientas para un taller industrial. Contaban también con dos vehículos pick-up y un camión para movilizar al personal y el material para realizar instalaciones. Además de vender, fabricar e instalar cortinas metálicas, también ofrecían servicio de fabricación e instalación de portones y servicio de torno.

Un mes después de arrancar operaciones en San Miguel Petapa, abrieron también una sucursal en la ciudad de Quetzaltenango, la cual sigue operando hasta la fecha. En 2011 adquirieron maquinaria para fabricación de perfiles para

instalar tablayeso y se introdujeron en ese mercado. En 2018 comenzaron a fabricar láminas para techo y costaneras, y entraron al mercado bajo la marca Cóndor, ofreciendo lámina galvanizada y aluzinc, con variedad de espesores y medidas.

Actualmente CORTIGUA. resume sus actividades industriales y comerciales como una empresa dedicada a la venta, fabricación e instalación de cortinas metálicas enrollables, celosías metálicas enrollables, portones americanos, instalación de tabla yeso en interiores, estructuras metálicas; así como a la fabricación y venta de láminas y costaneras bajo la marca Cóndor, perfiles para tabla yeso, mecanismos para cortinas metálicas enrollables. También vende e instala motores para portones y para cortinas metálicas.

La empresa cuenta también con un taller donde se producen mecanismos para cortinas y que está ubicado en la aldea Chichimecas, Villa Canales. Trabaja también con la sucursal en Quetzaltenango y otra más que abrió en San Benito, Petén, aunque en ellas sólo producen y venden cortinas metálicas enrollables. La empresa emplea actualmente entre todas sus sedes a 160 personas.

1.1.2. Misión, visión y valores

- Misión: ser el principal fabricante y comercializador de productos de acero para la industria y la construcción, satisfaciendo las necesidades del mercado local y centroamericano, con el propósito de crear valor a nuestros colaboradores, clientes, proveedores y accionistas.¹
- Visión: ser la empresa líder en el proceso y comercialización de productos de acero en la industria, comercio y construcción en Guatemala y Centroamérica, abasteciendo productos de alta calidad a precios

¹ CORTIGUA, S.A. *Presentación en diapositivas para inducción de personal*. p. 9.

competitivos, garantizando una constante evolución en el desarrollo de nuestros colaboradores y tecnología, priorizando satisfacer las altas exigencias de nuestros clientes.²

- **Valores:**
 - **Respeto:** interactuamos reconociendo los intereses colectivos, la diversidad individual y la institucionalidad.
 - **Integridad:** actuamos con firmeza, rectitud, honestidad, coherencia y sinceridad.
 - **Transparencia:** realizamos nuestra gestión de forma objetiva, clara y verificable.
 - **Excelencia:** es nuestra forma de trabajar para alcanzar el éxito.
 - **Orientación al cliente interno y externo:** conseguir la satisfacción de ambos es la base de nuestro enfoque a la excelencia.³

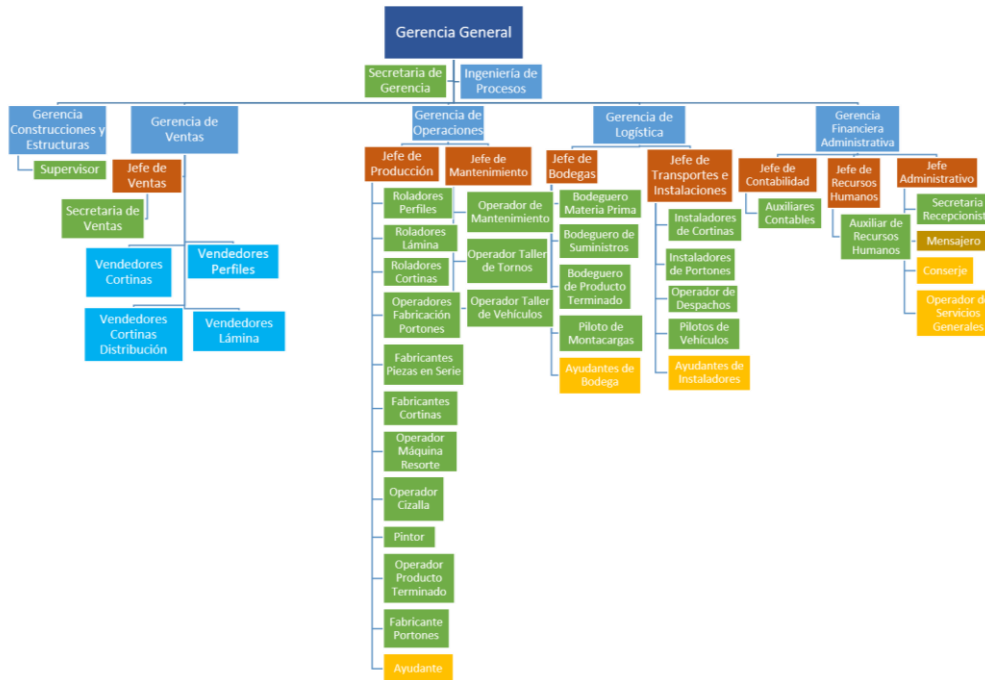
1.1.3. Estructura organizacional

La empresa CORTIGUA está organizada en las áreas de Operaciones, Logística, Ventas y Administración. Cada área está liderada por un gerente, con el apoyo de las jefaturas. Las sucursales del interior del país responden a un jefe local sujeto a las autoridades de la sede central.

² CORTIGUA, S.A. *Presentación en diapositivas para inducción de personal.* p. 8.

³ *Ibíd.* p. 10.

Figura 1. Estructura organizacional de la empresa



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Presentación en diapositivas para inducción de personal.* p. 15.

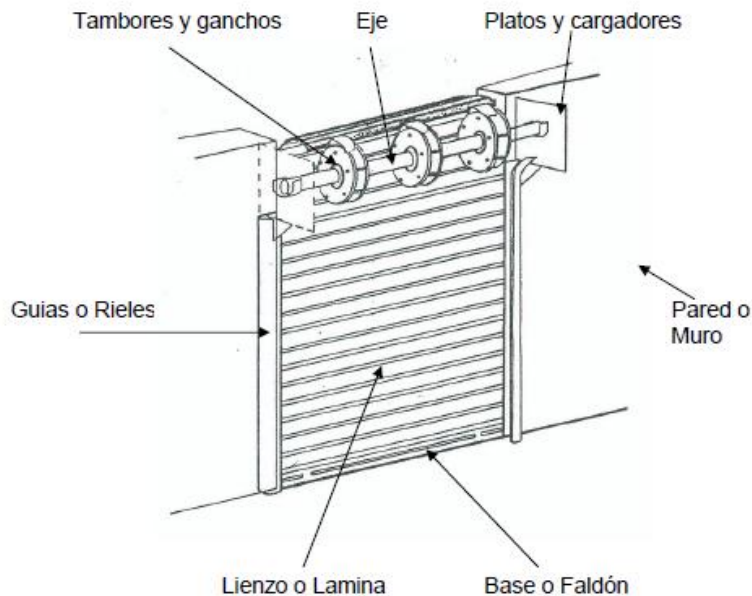
1.2. Definición general de una CME y sus componentes

Una cortina o persiana metálica enrollable es una estructura cuya función es prestar seguridad a accesos principales de tiendas, locales comerciales, bodegas, garajes, ventanales y otros. Este producto es sustituto de portones y puertas de herrería, prestando ventajas en ahorro de espacio por ser enrollables y por ser consideradas más seguras. Los principales elementos que conforman una cortina son: el lienzo, las guías, el eje y el faldón.

- Lienzo: es la parte más visible de la cortina y está formado por el ensamble de varias piezas denominados duelas, que se fabrican en distintos estilos de perfil con lámina o fleje de acero, producidos a partir de un proceso de rolado que les da su acabado final.

- Guías: son las piezas laterales de la cortina que conducen el lienzo en su recorrido de apertura y cierre, y que son instaladas en las paredes laterales del vano. A las guías se unen en la parte superior los platos, piezas de lámina cuadrada que delimitan el área de enrollado del lienzo.
- Eje: su función principal es proveer la presión necesaria para desplazar el lienzo para la apertura y cierre de la cortina. El eje se monta en los platos de las guías y sobre él se enrolla el lienzo.
- Faldón: es la parte de la cortina que asienta en el piso, pues se instala en la duela inferior del lienzo. En él se encuentra el mecanismo para la seguridad de la cortina.

Figura 2. **Componentes de una CME**



Fuente: XUYÁ VELÁSQUEZ, Axel. *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada al servicio de instalación y mantenimiento de persianas metálicas enrollables*. p. 22.

1.3. **Materia prima utilizada en el proceso industrial**

El acero laminado en bobinas es el elemento utilizado como materia prima en todo el proceso industrial. Previo a la descripción del mismo, es importante comprender el proceso de transformación mecánica del acero.

1.3.1. **Proceso de laminado del acero**

El proceso de laminación del acero forma parte del conformado mecánico de los metales, siendo clasificado como un proceso de deformación plástica. Considerando las características de los procesos y según el nivel de deformación se puede clasificar en:

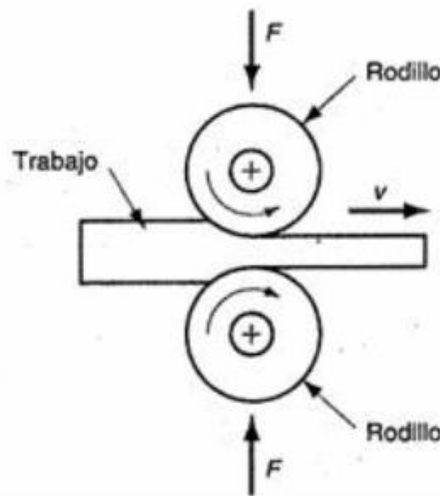
- Procesos primarios: se realizan en caliente y se caracterizan por grandes deformaciones en el que se presentan fenómenos de recristalización dinámica con bajo consumo de energía, tolerancias abiertas y acabados superficiales de baja calidad. Los productos que se obtienen generalmente requieren todavía de procesos adicionales para transformarlos en elementos útiles.
- Procesos de acabado: se necesitan menores deformaciones para obtener elementos útiles. Generalmente se realizan en lámina y se producen en frío, y al efectuarse a temperatura ambiente, permiten mejores acabados y tolerancias más cerradas.

El proceso primario de deformación volumétrica, específicamente el de laminación, es el utilizado para crear la materia prima utilizada para cortinas metálicas. El término volumétrico describe la pequeña relación existente entre el área superficial y el volumen de trabajo.

La laminación consiste en un proceso de deformación por compresión directa, pues el espesor de un lingote de acero se reduce al pasar a través de dos rodillos que giran en sentido opuesto, y cuya separación es menor que el espesor inicial del rodillo. Previamente, el lingote es colocado en un horno de precalentamiento, donde permanece por el tiempo suficiente para que se homogenice la temperatura y la microestructura, de tal manera que tenga las mejores propiedades para el laminado. En el caso del acero, la temperatura de precalentamiento es alrededor de 1 200 °C. Es entonces cuando el lingote pasa por el proceso de desbaste, donde se lamina hasta convertirlo en una plancha, que es una forma intermedia que regularmente tiene una sección rectangular de

250 mm de ancho o más, y un espesor de 38 mm o más. Esta forma intermedia se lamina posteriormente hasta obtener la forma laminada final de rollo.⁴

Figura 3. **Proceso de rolado del acero**



Fuente: ORTIZ PRADO, Armando. *Modelado de procesos de manufactura*. p. 60.

1.3.2. **Proceso de rolado en frío**

El proceso de rolado, denominado también formado por rodillos, roloformado o proceso de laminación no plana, se puede definir como una operación de dobleces continuos, en los cuales una lámina larga de acero es pasada a través de una serie de parejas de rodillos que la forman progresivamente, cada uno realizando una parte incremental del doblez total, hasta obtener el perfil deseado. La denominación de proceso de laminación no

⁴ ORTIZ PRADO, Armando; RUIZ CERVANTES, Osvaldo; ORTIZ VALERA, Juan. A. *Modelado de procesos de manufactura*. p. 57.

plana obedece a que no se obtiene un cambio de espesor, ni de longitudes, sino de forma.⁵

Este proceso es uno de los más importantes en la industria metal-mecánica, pues constituye una rentabilidad económica a baja costo derivado de la producción masiva que se obtiene del proceso. Sus principales características son las siguientes:

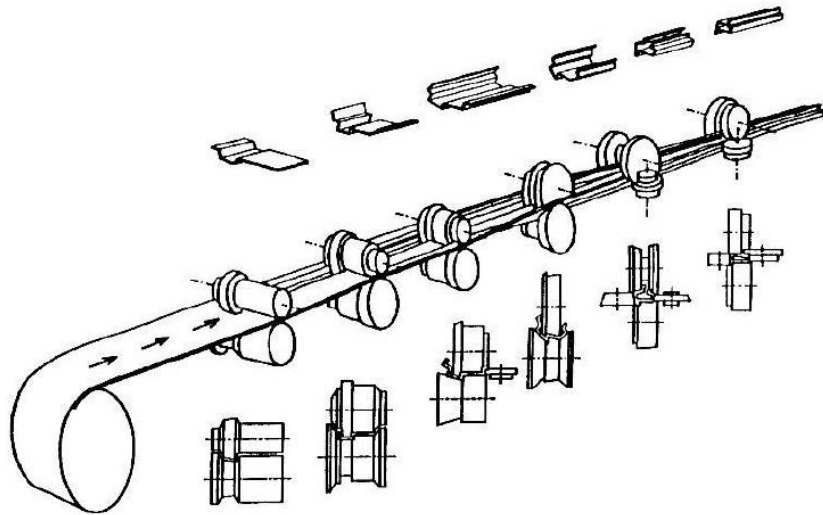
- En el rodillo que va formando la pieza se lleva a cabo un proceso de flexión, pero el espesor del material no cambia excepto por un ligero adelgazamiento en el radio de curvatura.
- Es un proceso que se presta para la producción en serie en grandes cantidades y longitudes.
- Requiere de una mínima manipulación del material.
- Se presta para combinarse fácilmente con otros procesos, como el ranurado, estampado y métodos de unión, como la soldadura.

El proceso de roloformado es continuo y su velocidad está en función de la máquina roladora. Según la geometría del perfil que se va a formar, se diseña el número de estaciones de rodillos de formado o contorneado necesarias. Estos rodillos de trabajo son el principal elemento del proceso, pues tienen un movimiento giratorio que permite el avance de la lámina hasta obtener el perfil

⁵ ORTIZ PRADO, A.; RUIZ CERVANTES, O.; ORTIZ VALERA, J. A. *Modelado de procesos de manufactura*. p. 215.

estructural. El diseño de estos rodillos va de la mano a las variables del proceso y el comportamiento de los elementos involucrados en el mismo.⁶

Figura 4. **Proceso de laminación no plana**



Fuente: HERNÁNDEZ MUÑOZ, Guadalupe. *Diseño y simulación de una línea de formado en frío de lámina de acero*. p. 46.

Para trabajar procesos de roloformado se deben utilizar materiales que resistan la flexión hasta obtener el radio deseado. A temperatura ambiente, cualquier material ferroso y no ferroso, aleaciones, acero, cobre, entre otros tipos de metales se pueden utilizar para este proceso.

1.3.3. **Especificaciones técnicas del acero**

Para el proceso de roloformado de duelas para las cortinas metálicas enrollables, la materia prima son las bobinas de acero, también llamadas rollos

⁶ HERNÁNDEZ MUÑOZ, Guadalupe. *Diseño y simulación de una línea de formado en frío de lámina de acero*. p. 40.

de lámina de acero, las cuales son compradas a proveedores de China, así como a proveedores locales. Los tipos de lámina utilizados en el proceso son los siguientes:

- Lámina galvanizada: tiene un recubrimiento metálico a base de zinc, mediante un proceso continuo de inmersión en caliente de acuerdo con la norma ASTM A-653. El peso del recubrimiento es la cantidad total de zinc aplicada sobre las dos caras de la lámina expresados en g/m² u oz/ft².

Tabla I. **Requisitos de peso en el recubrimiento de zinc**

Designación	Ambas caras	Designación	Ambas caras
G40	0,40 oz/ft ²	Z120	120 g/m ²
G60	0,60 oz/ft ²	Z180	180 g/m ²
G90	0,90 oz/ft ²	Z275	275 g/m ²

Fuente: ASTM International. *Norma ASTM A-653*. p. 1.

Las bobinas y rollos de lámina bajo esta norma se clasifican en 5 categorías:

Tabla II. **Categorías de clasificación de bobinas**

Símbolo de grado	Observaciones
CS Tipo A, B y C	Calidad comercial
FS Tipo A y B	Calidad para formado
DDS	Calidad para embutido profundo
SS Grado 50	Calidad estructural
HSLAS	Calidad alta resistencia y baja aleación

Fuente: ASTM International. *Norma ASTM A-653*. p. 1.

El más utilizado para procesos de producción comercial es el rollo CS de calidad comercial. Las propiedades mecánicas de este material se describen a continuación:

Tabla III. **Propiedades mecánicas de bobinas CS calidad comercial**

Grado	Resistencia a la tracción		Elongación
	Ksi	MPa	50 mm
CS Tipo A	25 – 55	170 – 380	20 %
CS Tipo B	30 – 55	205 – 380	20 %
CS Tipo C	25 – 60	170 – 410	15 %

Fuente: ASTM International. *Norma ASTM A-653*. p. 1.

- Lámina galvalume o Aluzinc: sigue la norma ASTM A-792, su recubrimiento metálico es a base de una aleación compuesta por aluminio (55 %), zinc (43,5 %) y silicio (1,5 %), mediante un proceso continuo de inmersión en caliente. Esta lámina con aleación de aluminio-zinc que forma el recubrimiento, presenta mayores ventajas con respecto a la lámina galvanizada, especialmente en ambientes industriales, rurales y marinos. Combina las propiedades de ambos metales: el aluminio proporciona la resistencia a la corrosión tanto atmosférica como por altas temperaturas (pudiendo resistir temperaturas de hasta 500 °C, en forma intermitente o 315° en forma continua) y una muy buena reflectividad térmica; el zinc aporta la formalidad y la protección galvánica (catódica) que protege las áreas perforadas o cortadas de la lámina. Además, puede ser formada con la misma facilidad y continuidad de una hoja de galvanizado normal.

Tabla IV. **Requisitos de peso en recubrimiento de lámina Aluzinc**

Recubrimiento	Ambas caras g/m²	Recubrimiento	Ambas caras oz/ft²
AZM100	85	AZ30	0,26
AZM110	95	AZ35	0,30
AZM120	105	AZ40	0,35
AZM150	130	AZ50	0,43
AZM165	150	AZ55	0,50
AZM180	155	AZ60	0,52
AZM210	180	AZ70	0,60

Fuente: ASTM International. *Norma ASTM A-792*. p. 1.

Tabla V. **Propiedades mecánicas del Aluzinc**

Grado	Punto de Fluencia		Elongación
	Ksi	MPa	50 mm
CS Tipo A	30 – 60	205 – 410	20 %
CS Tipo B	35 – 60	245 – 410	20 %
CS Tipo C	30 – 65	205 – 450	15 %

Fuente: ASTM International. *Norma ASTM A-792*. p. 1.

- Lámina esmaltada o pintada al horno: la lámina de acero pintada es producida bajo especificaciones de la norma ASTM A755, la cual cubre láminas de acero con revestimiento metálico por proceso de inmersión en caliente y prepintado para productos de construcción expuestos a la intemperie.

La pintura al horno es un recubrimiento especial que endurece con el calor. Se aplica y luego se introduce en un horno a elevada temperatura, para obtener mayor resistencia, dureza y un acabado de calidad. El sustrato o lámina utilizada es galvanizada y el recubrimiento permite que quede aún más protegida contra la corrosión, además de obtener la

vistosidad del color y de conservar las mismas propiedades mecánicas. Posee también una alta flexibilidad en su acabado, lo que evita que se produzcan agrietamientos en el proceso de roloformado.

El sistema de revestimiento consiste en una primera capa de Primer cubierta por varios tipos y espesores de capas superiores, siendo las más usadas el poliéster, poliéster siliconado, pintura acrílica, fluoro polímero, plastisol o poliuretano. El propósito del Primer es el de servir como enlace entre el sustrato y la capa superior y al mismo tiempo añadir protección contra la corrosión. El espesor del primer es de 0,005 mm y una tolerancia de $\pm 0,001$ mm.

La capa superior proporciona calor y durabilidad al mismo tiempo protege contra la corrosión atmosférica. Según su comportamiento y apariencia, se seleccionan diferentes tipos, siendo el espesor de pintura de 0,020 mm y una tolerancia de $\pm 0,005$ mm. La capa para interiores protege contra daños que puedan maltratar las capas superiores durante el despacho y almacenamiento y al mismo tiempo da mayor durabilidad al lado no expuesto a exteriores.

- Etapas convencionales del proceso de pintado:
 - Sustrato (acero galvanizado): el acero pintado se fabrica a partir del acero galvanizado por inmersión en caliente (sustrato) bajo norma ASTM A653, al cual se le aplica un sistema de recubrimiento orgánico.

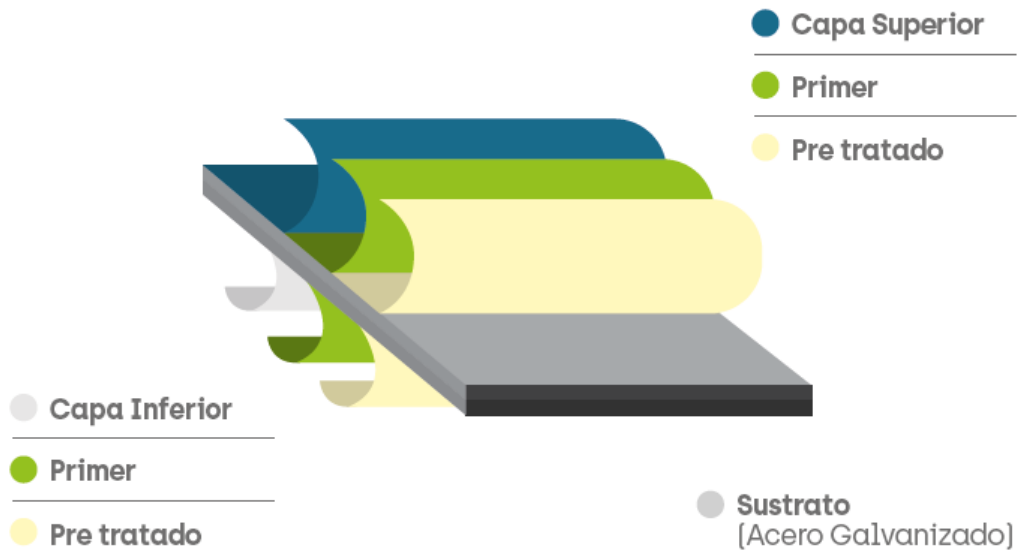
- Pre tratado: el sustrato es sometido a un tratamiento químico aplicado antes del primer que mejora la adhesión, inhibe la corrosión y aumenta la durabilidad de los acabados de pintura.
- Primer: el recubrimiento de primer asegura la adherencia y la elasticidad entre el sustrato tratado y la capa de pintura del acabado, también brinda resistencia a la corrosión.
- Pintado (capa superior e inferior): la capa de pintura aporta las características superficiales requeridas, tales como el acabado (color, textura, brillo, aspecto, entre otros), la dureza, la resistencia a la abrasión y a la radiación ultravioleta.

Tabla VI. **Especificación técnica recubrimiento en lámina pintada**

Zinc	Recubrimiento (Poliéster y Superpoliéster)		
	Cara	Primer	Acabado
180 g/m ²	Superior	5 – 7 micras	18 – 20 micras
	Inferior	5 – 7 micras	8 – 10 micras

Fuente: ACESCO. *Ficha técnica acero recubierto galvanizado y pintado*. p. 5.

Figura 5. Ficha técnica del acero recubierto



Fuente: ACESCO. *Ficha técnica acero recubierto galvanizado y pintado*. p. 6.

Tabla VII. Medidas de lámina requeridas para el rolado de duelas

Material	Espesor mm	Ancho mm
Lámina negra	1.40	121
Lámina negra	1.50	190
Galvanizada	0.60, 0.63	130, 151, 158
Aluzic	0.60, 0.63	130, 151, 158
Esmaltada	0.60, 0.63	130, 151, 158

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word 2013.

1.4. Especificaciones técnicas de las máquinas roladoras

Las máquinas roladoras de la empresa son las que se utilizan en el proceso de fabricación de guías y duelas para las cortinas metálicas. A continuación se describe las generalidades de cada una de ellas.

1.4.1. Estructura y montaje

Cada máquina está compuesta por los siguientes elementos: Portarrollos o desenrollador, depósito de taladrina, bastidor, línea de rolado, motor y caja reductora, sistema de transmisión, tronzadora para corte.

El portarrollo permite el montaje del rollo de lámina y gira para alimentar la máquina gracias a un rodamiento de bolas 6318, de 190 x 90 mm. El depósito de taladrina se localiza entre el portarrollo y el bastidor y permite que la lámina se lubrique previo al proceso de roloformado. El bastidor de la máquina está construido con tubo rectangular estructural y lámina plana, para servir de soporte la línea de rolado, la cual está conformada por una serie de rodos cuyo diseño permite el formado de la lámina, que varía en cada máquina según el perfil que se produce. Son 20 rodos (tomando en cuenta que van dos rodos en cada paso), los cuales están montados en ejes de 1 ¼" y giran por medio de rodamientos de pared de dos agujeros de la misma medida.

Figura 6. Estructura de máquina roladora



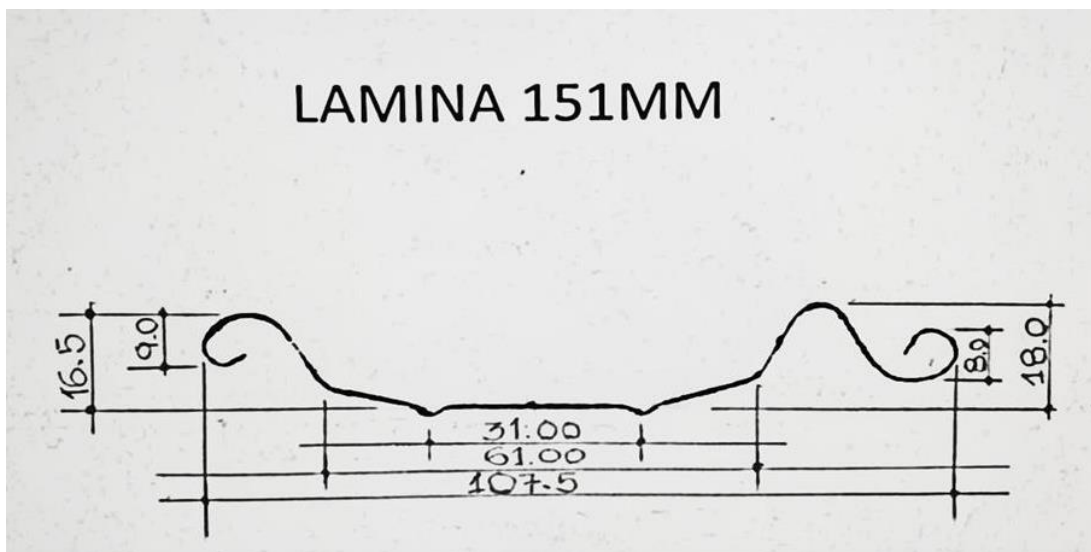
Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

La máquina no necesita ningún montaje especial, pues su propio peso impide que haya movimientos o vibraciones que afecten el proceso de roloformado.

1.4.2. Diseño de perfiles de duelas

La empresa cuenta con cuatro máquinas roladoras para producir duelas y una para producir guías. El diseño del perfil de las duelas más comercializadas obedece al estilo denominado duela europea, cuya clásica forma cóncava es la característica que identifica la mayoría de las cortinas metálicas enrollables. Este diseño se fabrica en lámina galvanizada o aluzinc, en dos medidas de ancho: 151 mm y 158 mm.

Figura 7. Diseño de perfiles de duelas



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

Los extremos de las duelas están diseñados para unirse firmemente entre sí, de manera que la longitud de cada duela en el lienzo sea de 10 cm. De esta forma, puede determinarse la cantidad de duelas que requiere una cortina, dividiendo su altura en metros entre 0,10 m de cada duela.

1.4.3. Motor y sistema de transmisión

El motor que moviliza el sistema es eléctrico trifásico de 480 V, con una potencia de 7,5 HP. Utiliza una caja reductora de velocidad de relación 60:1. El sistema de transmisión es por medio de cadenas, utilizando dos engranes de 25 dientes módulo 4 y 36 *sprockets* de 9 dientes paso 80.

Figura 8. Motor y sistema de transmisión



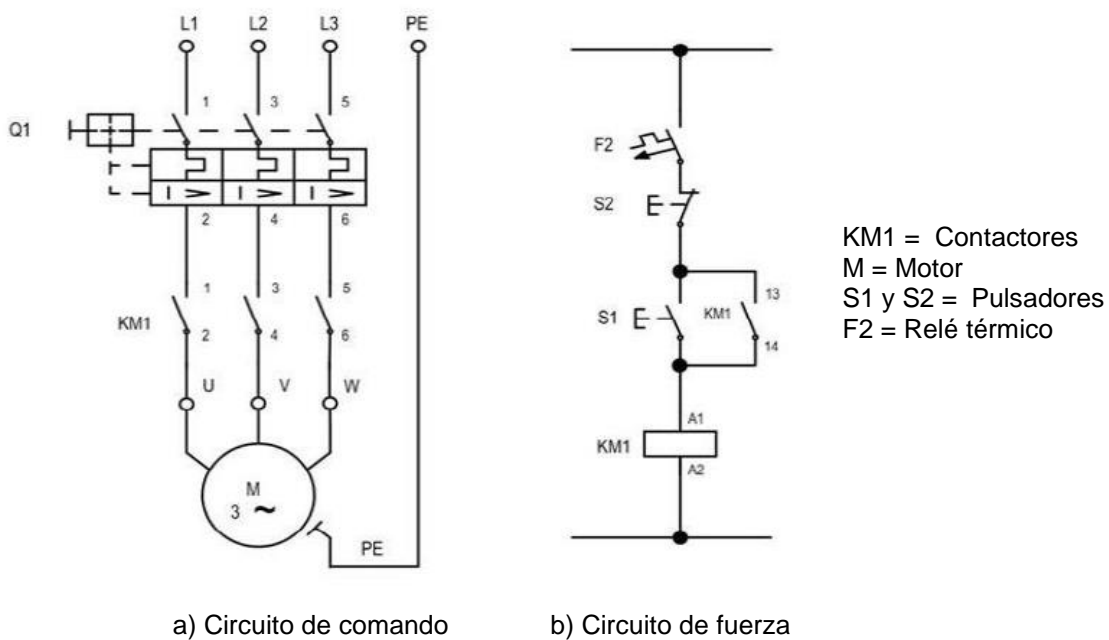
Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

1.4.4. Sistema eléctrico

El sistema de alimentación trifásico es el más utilizado en aplicaciones industriales, con frecuencia de red en 50 o 60 Hz, así como una baja tensión de 220 V. El arranque del motor trifásico es directo, por medio de contactores, pues es el método más sencillo para arrancar un motor trifásico asíncrono. Los devanados del estator están conectados directamente a la red eléctrica por un proceso de conmutación simple.

Debido a que el arranque directo crea un estrés térmico en los devanados del motor, éstos deben estar protegido por un dispositivo de protección para evitar que ocurran este tipo de sobrecargas térmicas que reducen la vida del motor. La solución más económica es el uso de relés de sobrecarga, más conocidos como relés térmicos.

Figura 9. Diagrama de arranque eléctrico máquinas roladoras



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

1.4.5. Proceso de corte

Al final de la línea de rolado, se procede al corte de la duela y para ello se utiliza una tronadora marca DeWalt de 110 V, que utiliza discos de corte abrasivo de 14" x 3/32" x 1".

Figura 10. **Proceso de corte con tronadora**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

1.5. Proceso industrial de fabricación de cortinas metálicas enrollables

El proceso industrial incluye la fabricación de todos los elementos de una cortina metálica: guías, duelas, faldones, ejes y accesorios. A continuación, se describe el proceso para cada uno de estos elementos.

1.5.1. Fabricación de guías

Una cortina metálica enrollable consta de dos piezas laterales, denominadas guías, por donde se desliza el lienzo para abrir o cerrar la cortina.

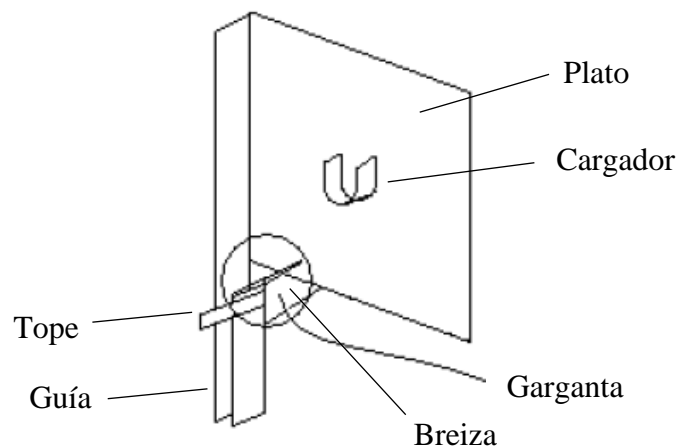
Para fabricarlas se utiliza fleje de lámina negra de 1.40 x 121 mm, lámina negra de 3/32" y hierro plano de 3/16 x 1".

Cada una de estas guías está constituida por varios elementos, que deben ser fabricados previo al armado de las guías: guías en forma de "U" (también llamados rieles), plato, cargador, breiza, tope y garganta.

- Guías en forma de "U": son los elementos laterales de la cortina donde el lienzo se inserta y se moviliza para abrir o cerrar. Se fabrican en una máquina roladora con lámina negra de 1,40 mm de espesor por 121 mm de ancho, para guías que miden 5 cm en cada lado y una abertura entre 2,3 y 2,5 cm. Para guías que miden 7 cm de lado (utilizadas en cortinas de grandes dimensiones), se utiliza lámina negra de 1,50 mm de espesor por 190 mm de ancho.
- Plato: es el elemento plano que contiene el diámetro del lienzo enrollado. Se fabrica con lámina negra de 3/32", cortado en una guillotina. Tiene forma cuadrangular, y su medida varía en función del tamaño de la cortina, pudiendo ser de 25, 30, 33, 35, 38, 40, 42, 45 o 50 cm de lado. Para las medidas más grandes y según el peso de la cortina, se los platos se fabrican con lámina de 3/16".
- Cargador: su función es soportar el tubo del eje de la cortina y por consiguiente, el lienzo enrollado. Se fabrica con un trozo rectangular de lámina 3/32", cortado de 2" de ancho por 5" de largo, al que se le taladra un agujero en el centro con broca de 1/2". Luego se dobla en forma de U con un molde.

- Breiza o “Pañuelo”: sirve de soporte al plato para resistir el peso del lienzo. Es un triángulo rectángulo cortado en lámina 3/32”, cuyos catetos miden 11 cm.
- Tope: su función es detener el movimiento del lienzo cuando enrolla, cuando el faldón topa en él. La pieza es fabricada con hierro plano de 3/16 x 1”, de 10 cm longitud, redondeando los ángulos del extremo hacia afuera. Se suelda a 5 cm debajo del plato.
- Garganta: es un doblez hecho con un extremo cortado de la guía de 10 cm de longitud, que se dobla manualmente sobre la breiza. Luego se suelda para dejarla fija.

Figura 11. **Elementos de las guías**



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 8.

1.5.2. **Fabricación de duelas para el lienzo**

El lienzo es la parte visible y enrollable de la cortina, formada por las duelas, las cuales se unen gracias a los dobleces en sus orillas que les permiten

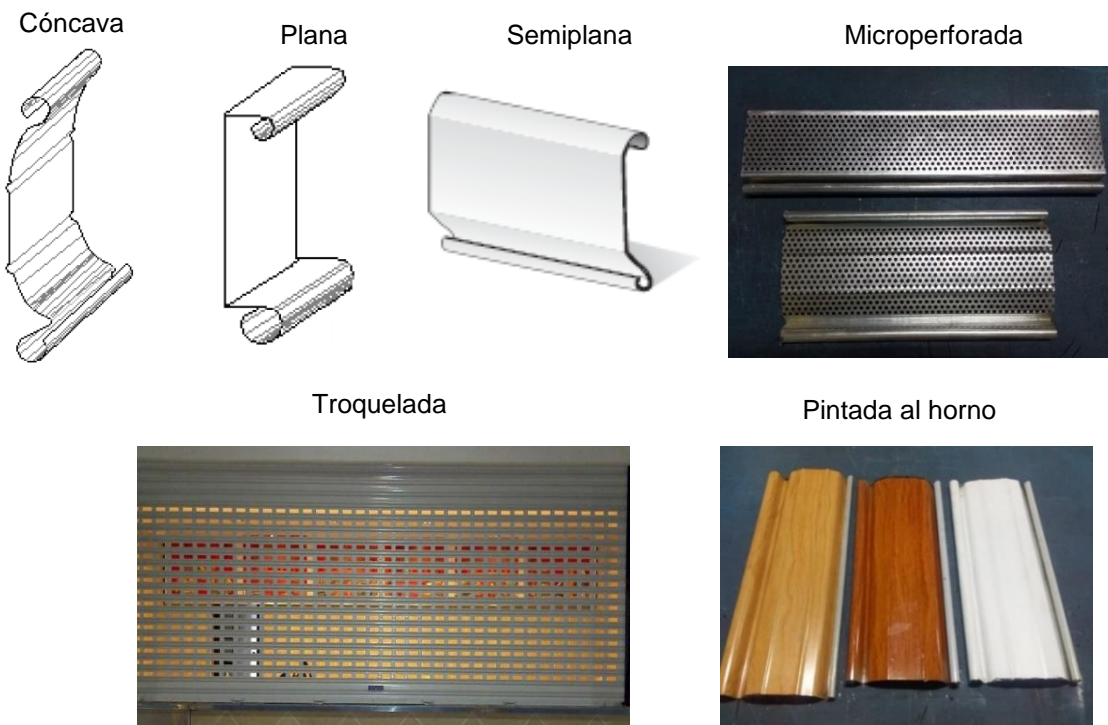
acoplarse entre sí. Las duelas son fabricadas mediante un proceso de rolado en frío de fleje o lámina de acero. Las formas o perfiles de las duelas que se producen se describen a continuación:

- Perfil normal o cóncavo 151 y 158: es el diseño más utilizado y se identifica por sus dos venas, las cuales son para darle mayor resistencia a cualquier impacto. Se fabrica con lámina galvanizada o aluzinc de 151 y 158 mm de ancho y la duela tiene una medida estándar de 10 cm de alto. Las cortinas con este tipo de duelas son más económicas, pues se utilizan menos duelas por metro de altura. Además, es de menor peso y si se fabrica en lámina aluzinc, es más liviana aún.
- Perfil plano 130: se fabrica en lámina galvanizada o aluzinc, que tiene un ancho de 130 mm. Cada duela tiene una altura de 7,25 cm, aunque solo es visible una altura útil de 6,15 cm. Por ello, utiliza más duelas por metro de altura y es una cortina más pesada.
- Perfil semiplano 151: fabricada con lámina de 151 mm de ancho, en galvanizado o aluzinc, mantiene las características de la duela plana pero con la deflexión de las duelas cóncavas.
- Microperforada: las cortinas con duelas microperforadas o troqueladas, al estar cerradas, además de ventilación, permiten exponer el interior del local con mayor seguridad que las celosías. Las duelas de lámina microperforada tienen agujeros de 2 mm de diámetro distribuidas en toda su longitud.
- Troquelada: las duelas troqueladas son producidas utilizando un troquel que hace una abertura rectangular de 2 x 8 cm, con una separación de 8

cm entre cada abertura. En las cortinas con cualquiera de estos dos tipos de duelas, se colocan 3 duelas normales arriba y 1 abajo para el faldón. Las limitantes con este tipo de duelas, es su tendencia a la deflexión, por lo que no se recomienda para cortinas demasiado anchas.

- Pintadas al horno: todos los perfiles de duela descritos (excepto la microperforada), se pueden producir también con lámina pintada al horno, que le da un toque más estético a la cortina, además de la mayor protección que este acabado brinda. Al realizar el rolado para producir duelas, así como en el manejo, transporte e instalación de lienzos de duelas pintadas al horno, debe tenerse el debido cuidado para que no se rayen.

Figura 12. Tipos de duelas



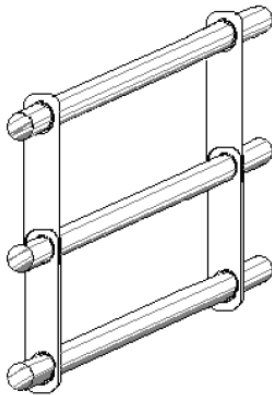
Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 13.

1.5.3. Fabricación de celosías

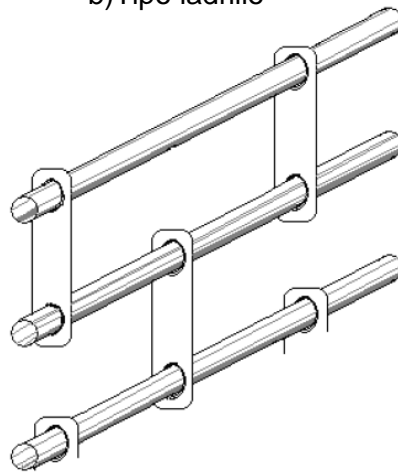
También llamadas cortinas de malla americana, consta de tubos y eslabones o links como lienzo en lugar de duelas de lámina. Su diseño permite priorizar la exposición del local, sobre la seguridad. Se fabrican en dos tipos: celosía normal, clásica o rectangular y celosía tipo ladrillo (en forma rectangular intercalado). La diferencia es la forma en que se colocan los eslabones.

Figura 13. Diseño de celosías

a) Clásica o rectangular



b) Tipo ladrillo



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 16.

Para fabricar celosías se utiliza tubo redondo de 5/8" chapa 20, eslabones o links de 1/8 x 1", varilla de 1/4" y duelas perfil cóncavo.

Según lo que requiera el cliente, la celosía puede llevar faldón de angular o faldón de costanera. Si lleva faldón con angular, también se incluyen duelas en la parte inferior de la celosía, pero si lleva faldón para celosía, éste se fabrica con costanera y se suelda a los eslabones.

Según el ancho de la celosía, se dejan 12 cm en cada extremo y luego el resto se distribuye de manera que se forme espacios entre cada columna de eslabones entre 30 y 35 cm. La separación entre filas de tubos es de 12 cm (medida fija de centro a centro de los tubos).

1.5.4. Fabricación de faldones

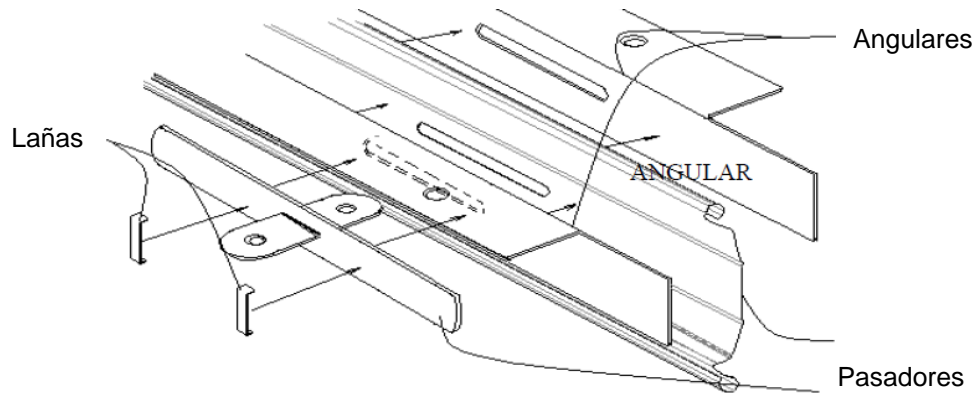
Se le llama faldón a la parte de la cortina instalada en la duela del lienzo que asienta en el piso y donde se ubica el mecanismo de seguridad. Se fabrican varios tipos de faldones: normal, volteado, normal con sistema, volteado con sistema, tipo vitrina y para celosía.

1.5.4.1. Faldón normal

Este tipo de faldón no tiene contacto con el suelo, sino solamente la duela donde está instalado. El mecanismo de seguridad es con pasadores. Se fabrica con hierro perfil angular de 1/8 x 1 ¼". Según el tamaño de la cortina, se usa también angular de 1 ½" y de 2", del mismo grosor. En los extremos de los angulares se realiza un corte o saque de 5 cm en una de las alas para que pueda introducirse el faldón dentro de las guías.

Una pieza del faldón se instala por fuera y otra por dentro de la cortina. Ésta última se divide en dos partes con un traslape en medio para que puedan introducirse dos pasadores en la duela (uno en cada extremo). El faldón se ajusta a la duela por medio de tornillos carroceros o de cabeza redonda de 3/8".

Figura 14. **Faldón normal**



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 17.

1.5.4.2. **Faldón volteado**

Este tipo de faldón tiene contacto directo con el piso al cerrar la cortina. El mecanismo de seguridad es con portacandados o chapetas. Para instalarlo, la última duela del lienzo debe ser cortada de forma longitudinal para que el doblado de la orilla de la duela no impida colocar el faldón.

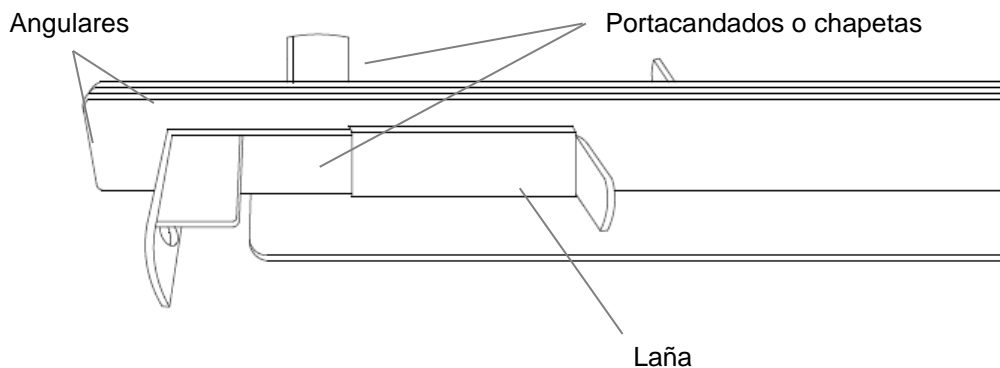
Según el tipo de instalación de las guías (normal o medida terminada – ver Proceso de Instalación) el corte o saque en los extremos del hierro angular externo del faldón varía. Si es instalación normal, el saque al hierro angular externo del faldón será el doble del corte que se hace en el angular interno. Si es instalación de medida terminada, los cortes en los angulares se hacen de la misma medida. Hay casos en los que se dan las dos situaciones (una guía instalada de forma normal y la otra en medida terminada), por lo que se hacen los cortes según corresponda.

Se fabrica con hierro perfil angular de 1/8 x 1 1/4". Según el tamaño de la cortina, se usa también angular de 1 1/2" y de 2", del mismo grosor. Cuatro

portacandados o chapetas de 25 cm y cuatro chapetas complementarias: si es instalación normal, se usa chapeta de 15 cm (4") para la parte externa y una de 9 cm (2") para la parte interna; pero si es instalación a escuadra, ambas chapetas son de 9 cm.

El faldón se forma con dos piezas completas de hierros angulares, una por fuera y otra por dentro de la cortina, y también se ajustan a la duela por medio de tornillos carroceros o de cabeza redonda de 3/8".

Figura 15. **Faldón volteado**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2019.

1.5.4.3. Faldón normal con sistema

Su diseño permite la instalación de una chapa de seguridad, conservando las características del faldón normal, que no tiene contacto con el suelo y tiene pasadores.

Para fabricarlo, además de los mismos materiales utilizados en el faldón normal, se requieren dos hierros planos de 3/16 x 1" (de 57 cm de largo para dos o tres pivotes y de 27 cm para uno solo) doblado 5 cm en un extremo; así como

pivotes (la cantidad a instalar varía según lo requiera el cliente) y lañas perfil normal.

En el centro del faldón lleva una pieza denominada “casita”, que permite dejar espacio para instalar la chapa de seguridad en la duela. Se hace con hierro angular de la misma medida, cortado con una longitud de 20 cm y con un dobléz en un ala de 5 cm en cada extremo.

A cada lado de esta pieza se instalan los hierros planos con sus respectivos pivotes soldados (en igual cantidad), incrustado dentro de las lañas de tal manera que haya un movimiento lateral. En la instalación de la cortina, estos pivotes se incrustan dentro de unas bases fundidas en el piso, y la parte doblada de los hierros planos se une a la chapa de seguridad que les provee su movimiento lateral para ajustar el cierre.

Figura 16. **Faldón normal con sistema**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

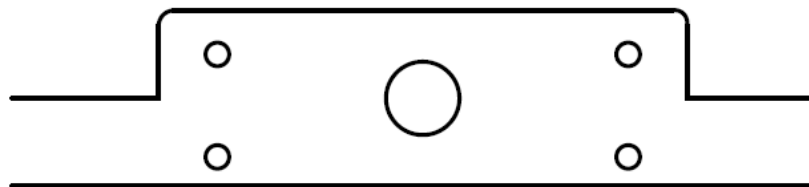
1.5.4.4. Faldón volteado con sistema

Su diseño permite la instalación de una chapa de seguridad, conservando las características del faldón volteado, que tiene contacto con el piso al cerrar la cortina y lleva portacandados o chapetas.

En su fabricación, además de los mismos materiales utilizados para el faldón volteado, se requieren dos hierros planos de 3/16 x 1" (de 57 cm de largo para dos o tres pivotes y de 27 cm para uno solo) doblado 2 cm en un extremo en forma de L; así como pivotes (la cantidad a instalar varía según lo requiera el cliente) y lañas perfil plano.

El sistema de seguridad de los hierros planos y pivotes es igual que el faldón normal con sistema. Pero en este tipo de faldón se instala una base para la chapa de seguridad, la cual se fabrica cortando un ala de hierro angular y formando un rectángulo de 18 cm de longitud, redondeando las esquinas superiores. Se suelda justo al centro del faldón, como una extensión del ala del hierro angular. Además se taladran 4 agujeros de 5/16" de diámetro en las esquinas y un agujero de 1" de diámetro en el centro.

Figura 17. Base para chapa de seguridad



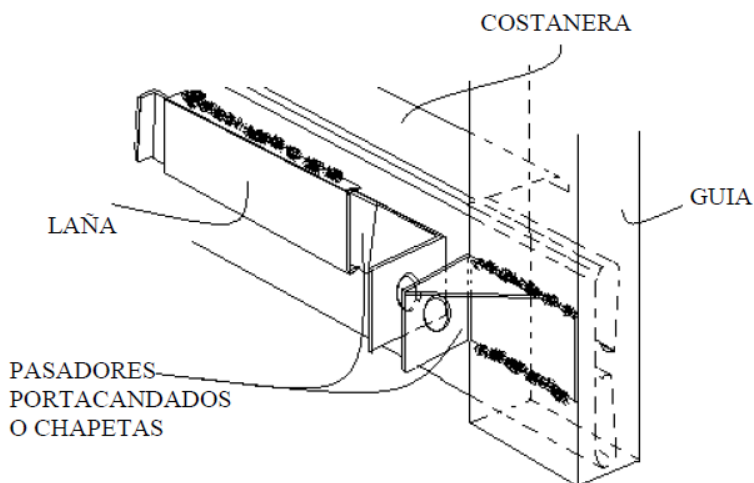
Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2019.

1.5.4.5. Faldón para celosía

Como su nombre lo indica, se instala en celosías metálicas, diferenciándose con los otros tipos de faldones en que éste lleva una costanera en lugar de hierro angular. En su fabricación se utiliza una costanera de lámina negra, de 2 x 3", portacandados o chapetas de 25 cm y hierro angular de 1/8 x 1 ¼". A la costanera se les hace un corte y dobléz en los extremos de 5 cm para que puedan introducirse dentro de las guías. Con las chapetas se fabrican dos pasadores que van soldados en los extremos de la costanera como mecanismo de seguridad de la cortina.

El extremo inferior de la celosía para instalar este tipo de faldón, no lleva duelas, sino que a los últimos eslabones o links se les corta el extremo donde tiene el agujero. En la instalación, una vez colocada la celosía, se baja estando el faldón en su posición y se sueldan cada uno de los links sobre la parte lateral de la costanera que queda hacia arriba.

Figura 18. Faldón para celosía



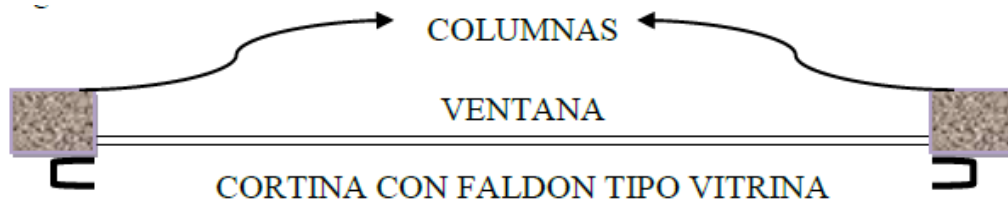
Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 18.

1.5.4.6. Faldón tipo vitrina

Este se utiliza para cortinas que cubren ventanas, puertas o mostradores con vidrio y no queda espacio suficiente para que quede un hierro angular entre el vidrio y la cortina. Esto se soluciona sustituyendo el hierro angular por hierro plano en el lado interno del faldón.

Se fabrica con hierro perfil angular de $1/8 \times 1 \frac{1}{4}$ ", hierro plano de $1/8" \times 1 \frac{1}{4}"$ y tornillos carroceros o de cabeza redonda de $3/8"$. Como este faldón no lleva seguridad por dentro de la cortina, se corta una de las alas a los dos pasadores, los cuales se sueldan con dos lañas, uno en cada extremo del angular.

Figura 19. Faldón tipo vitrina



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 19.

1.5.5. Fabricación de ejes

El eje es el elemento en el que se enrolla el lienzo de la cortina. Consta de un tubo proceso liviano que será atornillado en los cargadores de los platos de las guías, y de una serie de poleas denominadas bombos o tambores, donde se ancla el lienzo para ser enrollado. La fuerza para levantar y bajar la cortina es proporcionada ya sea por resortes o por muelles o flejes, según el tipo de eje. Hay un diseño específico de eje para cortinas que llevan un mecanismo de cadena o motores.

Para elegir el tipo de tubo que utilizará, se debe tomar en cuenta los siguientes lineamientos:

- En cortinas de hasta 2.60 m de ancho se usa tubo de 1 ¼”.
- De 2.60 a 3.50 m de ancho de la cortina se usa tubo de 1 ½”.
- De 3.50 m a 4.20 m se usa tubo de 2”.
- Para cortinas de mayores dimensiones, corresponde un eje con mecanismo que usa tubo de 4”.

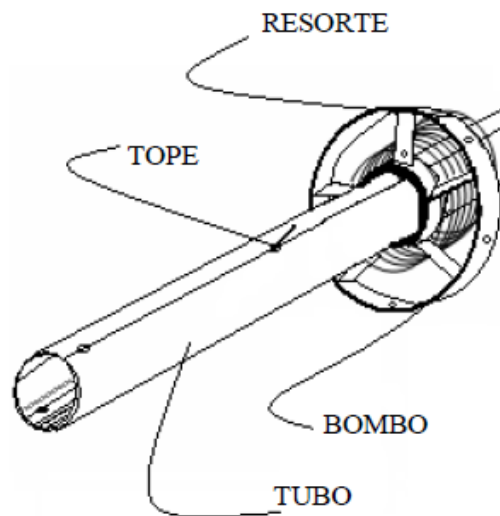
1.5.5.1. Eje con resortes

Su diseño está en función de las dimensiones y el peso de la cortina, pues de esto depende la cantidad y tipo de resortes que debe llevar el eje. Cuando el eje lleva una cantidad par de resortes, deben colocarse resortes derechos e izquierdos en igual cantidad, pero si la cantidad es impar, el resorte sobrante puede ser cualquiera de los dos tipos. En los casos que el eje lleva resortes 3/16” como 7/32”, tanto el derecho como su contraparte izquierdo deben ser del mismo calibre.

Para fabricarlo se utiliza un tubo proceso liviano que puede ser de 1 ¼”, 1 ½” o 2” de diámetro; bombos y resortes derecho e izquierdo de 3/16”, 7/32” o de ambas medidas, según requerimiento. También se usan piezas cortadas de 8 a 10 cm de longitud (según diámetro del tubo) de varilla de ¼”, que se sueldan atravesando el eje y servirán como topes para los bombos, pues con el tiempo y el uso, el resorte tiende a estirarse y debe colocarse un límite para que no se extienda demasiado y pierda su fuerza. El eje se monta en los cargadores de los

platos por medio de tornillos hexagonales de 5/16". También se utilizan estos tornillos para fijar al tubo los extremos de los resortes. La longitud de los tornillos es en función del diámetro del tubo: pueden ser de 2 ½" o 3".

Figura 20. **Eje con resortes**



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 19.

1.5.5.2. **Eje con canasta**

Este tipo de eje se fabrica para cortinas de poco ancho, que solo llevan un resorte. La canasta es una estructura fabricada con hierro angular soldado a los bombos y que permite enrollar sobre ella el lienzo.

En su fabricación, además de los materiales para fabricar el eje, se usa hierro angular de 1/8 x 3/4". Por ser eje pequeño, el tubo proceso utilizado es de 1 1/4". Para cortinas muy angostas, se arma una sola canasta con dos bombos y tres hierros angulares. Para cortinas un poco más anchas, se construye doble canasta con tres bombos y seis hierros angulares.

Figura 21. **Eje con canasta**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

1.5.5.3. Eje con fleje o muelle

Este tipo de eje, en lugar de resortes utiliza flejes o muelles enrollados en tambores, los cuales se adquieren prefabricados, para las distintas medidas de tubos. Los muelles se trabajan en 45 mm, 50 mm o 60 mm de ancho, de 1,2, 1,3 o 1,4 mm de espesor, y la longitud se corta según las dimensiones y peso de la cortina.

Se fabrica con tubo proceso liviano que puede ser de 1 ¼", 1 ½" o 2" de diámetro, tambores según medida requerida y fleje o muelle de acero según la medida requerida. Los muelles se doblan de 5 a 6 cm en cada uno de los extremos; mientras que un extremo se fija al tubo con tornillos de 3/8 x 1", el otro extremo, después de enrollarse en el tambor girándolo, se engancha en él.

Figura 22. **Eje con muelle**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

1.5.5.4. Eje para mecanismo de cadena

El diseño de este eje permite instalar un mecanismo de engranajes y cadena para subir y bajar la cortina, ya que, por su altura y su peso, no es posible hacerlo manualmente.

Se fabrica con tubo proceso liviano de 4", barra de acero de 1", resorte 9/32" o 5/16" de 1.20 m de longitud (si lleva dos resortes el eje, uno debe ser izquierdo y el otro derecho), bombo para tubo de 4", bombo medio, bombo loco y bombo con cojinete. A continuación, se hace una descripción técnica de cada uno de estos bombos:

- **Bombo para Tubo de 4"**: consta de un aro de 20 cm de diámetro de hierro plano de 1/8 x 1 1/4", además de seis hierros planos de 1/8 x 1 1/4" de 4 cm de longitud, distribuidos y soldados dentro del aro y tiene un agujero de 3/8" taladrado en el aro.

- Bombo Medio: fabricado con un aro de 9 cm de diámetro con hierro plano de $3/16 \times 1 \frac{1}{4}$ ", además de cuatro hierros planos de 1" x $3/16$ cortados de 1" de longitud y un tubo proceso de 1" y 8 cm de longitud.
- Bombo Loco: es nombrado así porque queda con libertad de movimiento lateral. Tiene un aro de 10 cm de diámetro, con hierro plano de $1/8 \times 1 \frac{1}{4}$ ", así como cuatro hierros planos de $1/8 \times 1 \frac{1}{4}$ " de 3 cm de longitud y un tubo de 1" y $1 \frac{1}{4}$ de longitud.
- Bombo con cojinete: fabricado con hierro plano de $3/16 \times 2$ ", de 10 cm de diámetro, hierro plano de $3/16 \times 5/8$ " para formar un aro soldado alrededor del cojinete. Además lleva cuatro hierros planos de $3/16 \times 2$ " cortados en forma de L, un tubo proceso de 1" y 5 cm de longitud, un tubo proceso de $1 \frac{1}{4}$ y 3 cm de longitud. Y como su nombre lo indica, lleva un cojinete de 1" con una roldana de 1" de diámetro en el centro, soldada en la base del cojinete.

Figura 23. **Eje para mecanismo de cadena**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

En el resorte, debe engancharse en un extremo un bombo medio y en el otro un bombo con cojinete. El resorte se monta en la barra de acero, introduciendo luego el bombo loco que quedará en medio. Luego se introduce dentro del tubo del eje, quedando el extremo del bombo con cojinete hacia afuera. En el extremo de la barra que queda fuera se suelda de forma transversal un trozo de 15 cm de longitud, el cual permitirá montar el eje en el plato de la guía correspondiente. El otro extremo del eje queda abierto, pues ahí se instalará el mecanismo de cadena.

Para cortinas donde se instalará motor, el eje solamente se fabrica con el tubo de 4" y sus respectivos bombos, además de los hierros planos alrededor del eje para darle soporte. Queda totalmente hueco en su interior.

1.5.6. Fabricación de accesorios de cortinas

En la fabricación de cortinas metálicas enrollables, es necesario producir una serie de mecanismos y accesorios que se adaptan al contexto en el que la cortina será utilizada y depende muchas veces también de los requerimientos del cliente. A continuación, se describen estos elementos:

1.5.6.1. Resortes

Son los elementos del eje de la cortina que le permiten su movimiento ascendente y descendente. Un resorte se une en caliente al bombo en un extremo y a un tornillo que atraviesa el tubo del eje en el otro extremo. Se fabrican resortes derechos e izquierdos, instalados en el eje en la posición que les corresponde visto desde adentro de la cortina. La medida estándar para un resorte es de 30 cm de largo, y para ejes con mecanismo de cadena es de

1,20 m. El resorte derecho se fabrica enrollando en sentido inverso a las manecillas del reloj y el resorte izquierdo en el sentido de las manecillas del reloj.

Para fabricarlos se utiliza alambre de acero de diferente calibre: 3/16", 7/32", 9/32", 5/16", siendo los primeros dos utilizados para ejes normales y los otros dos para ejes con mecanismos. Se utiliza aceite quemado para lubricar durante el proceso de enrollado. El proceso de fabricación es el siguiente:

- Preparación: atornillar eje de la máquina que corresponde según el calibre e insertar el alambre en el eje.
- Producción: enrollar el alambre: si se producirán resortes izquierdos, el eje gira en sentido contrario a las manecillas del reloj visto desde el lado derecho de la máquina y si se producirán resortes derechos se hace lo contrario. Debe girarse de retroceso en algunos momentos si quedan espacios en el resorte. Al llegar al punto señalado según la medida, se gira de retroceso hasta que el resorte queda con presión. Con una brocha se lubrica el resorte mientras se enrolla.
- Corte: se corta el alambre en los extremos y luego se miden 3 longitudes de 30 cm; se levanta el alambre en tres puntos, donde también se corta. Luego se desatornilla el eje y se sacan 4 resortes de 30 cm. Se colocan en la estiba.

Figura 24. **Resortes**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

1.5.6.2. Bombos

Conocidos también como tambores o poleas, son los elementos del eje donde se enrolla el lienzo de la cortina. A los bombos del eje van unidos los resortes y en ellos van ancladas las denominadas orejas que amarran el lienzo. Para fabricarlos se utiliza hierro plano de 1/8 x 1 ¼", lámina negra de 1/16" y tubo proceso de 1 ¼", 1 ½" y 2" de diámetro.

El bombo está compuesto por tres elementos: el aro, la ficha y el eje. El aro se forma con hierro plano de 57,5 cm de longitud, por medio de un molde. La ficha se corta por medio de un troquel, que saca en un solo movimiento cuatro semicírculos de 2" de diámetro, distribuidos en las orillas de la ficha. Luego con otro troquel se perfora el centro según el diámetro del tubo del eje: 1 ¼", 1 ½" o 2". El eje se fabrica haciendo un corte longitudinal del tubo con pulidora, para hacer una abertura que permita insertar dentro de este tubo, uno de igual medida que corresponde al eje de la cortina. Luego se cortan con tronzadora los ejes de

5 cm de longitud. Posteriormente, se arman las piezas y se sueldan. Finalmente, se perforan 5 agujeros con broca de 3/8", 4 distribuidos en el diámetro y uno en la ficha, cerca del centro.

Figura 25. **Bombo**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

1.5.6.3. Seguridad de la cortina

Los siguientes accesorios son utilizados para que la cortina metálica enrollable pueda ser inmovilizada mediante candados y chapas de seguridad:

- Pasadores: estos accesorios se utilizan para la seguridad de faldones normales, fijando el faldón con las guías de la cortina a través de aberturas hechas en ellas, impidiendo la movilización del lienzo de la cortina. Se fabrican con hierro plano de 3/16 x 1", cortando dos piezas, una de 23 cm y otra de 7,5 cm de longitud. Con troqueladora se realizan los agujeros para incrustar la pieza pequeña en la grande y para las aberturas que lleva el pasador para colocar candados.

- Portacandados o chapetas: estas piezas se utilizan en faldones volteados, y permiten colocar candados de seguridad entre el faldón y las guías. Se fabrican con hierro plano de 3/16 x 1". El dobléz y el agujero denominado "ojo chino" por su forma ovalada, que mide 3 cm de largo por 1,5 cm de ancho, se realizan con troqueladora. Se fabrican en tres medidas:
 - Chapeta de 25 cm: Tiene un dobléz a 90° de 5 cm en un extremo y de 3 cm en el otro extremo.
 - Chapeta de 15 cm: También denominada chapeta de 4", tiene un dobléz a 90° de 5 cm solo en un extremo.
 - Chapeta de 9 cm: También denominada chapeta de 2", tiene el mismo dobléz que la chapeta de 15 cm.
- Eslabones o links para celosías: son los elementos que unen los tubos que forman el lienzo de las celosías metálicas. Se fabrican con hierro plano de 1/8 x 1". Tienen 15,5 cm de longitud y el corte y perforado de agujeros de 3/4" de diámetro en ambos extremos se realiza con troqueladora.
- Pivotes: son piezas utilizadas en faldones con sistema de chapa de seguridad, para engancharse con las bases fundidas en el piso. Se fabrican con varilla de 1/2" y hierro plano de 3/16 x 1". La varilla se corta de 6 cm y el hierro plano de 3 cm de longitud, para luego unirlos con soldadura.
- Bases para pivotes: son piezas utilizadas para la instalación de un sistema de chapa de seguridad en los faldones. Se funden en el piso para que el pivote instalado en el faldón enganche con ellas. Se fabrican con guía de

5 cm y hierro plano de $1/8 \times 1 \frac{1}{4}$ ". La guía se corta de 12 cm de longitud y del hierro plano se obtienen dos piezas de 10 cm y una de 4,3 cm de longitud. Con cizalladora se les hace un corte a los hierros planos y luego se sueldan para cerrar parcialmente la guía.

- Lañas: son piezas utilizadas en faldones con sistema de chapa de seguridad, para incrustar el hierro plano que lleva los pivotes que enganchan con las bases fundidas en el piso. Se fabrican en dos tipos: perfil normal y perfil plano, que se diferencian únicamente en la longitud del hierro plano. El hierro plano es de $1/8 \times 3/4$ ", cortado de 11,2 cm de longitud para perfil normal y de 10,2 cm de longitud para perfil plano. Con molde se hacen los dobleces, a 6 cm de un extremo para perfil normal y a 5 cm de un extremo para perfil plano, quedando en ambos una abertura de 1 cm de ancho.
- Tapaguías: son utilizadas para tapar la abertura hecha en las guías para que se introduzca el pasador, cuando son instaladas afuera del vano. Brindan mayor seguridad evitando que los pasadores queden expuestos. Se fabrica con una guía de 5 cm, la cual se corta de 8 cm de longitud. Luego se sueldan dos hierros planos de $1/8 \times 1$ de 5 cm de longitud en los extremos para cerrar el tapa guías.
- Juego de argollas: son utilizadas para mayor brindar mayor seguridad a la cortina, pues una argolla se funde en el suelo para colocar un candado que la une con la otra argolla soldada en el faldón. Para fabricarlas se cortan dos piezas de varilla de $3/8$ " de 8 cm de longitud para formar dos argollas de 1" de diámetro. Una de ellas se inserta en el agujero troquelado en un extremo de una pieza de hierro plano de $3/16 \times 1$ ", cortado de 10 cm de longitud. En el otro extremo se hace una abertura de 2,5 cm.

- Engrape lateral: se utiliza para brindar mayor seguridad a las cortinas, pues permite instalar una chapa en una duela a la altura que el cliente requiera. Esta chapa mueve dos hierros planos hacia los lados que a modo de pasador, se incrustan en aberturas hechas previamente en las guías a la altura de la duela respectiva. Es recomendado cuando no es posible instalar el sistema de pivotes en el faldón (para cortinas en terrazas por ejemplo). Para instalar el sistema, se fabrican unas piezas denominadas “mariposas”, hechas con lámina 3/64” y colocadas con remaches en la parte interna y a lo largo de la duela (la cantidad depende del largo de la duela), de modo que puedan movilizarse a través de ellas dos hierros planos de 1/8 x 1” (uno para cada lado) que en el extremo que queda al centro tienen un dobléz y agujeros de 1/4” para engancharse a la chapa de seguridad. A la duela se le deben de hacer los respectivos agujeros al centro con troqueladora para la instalación de la chapa de seguridad.

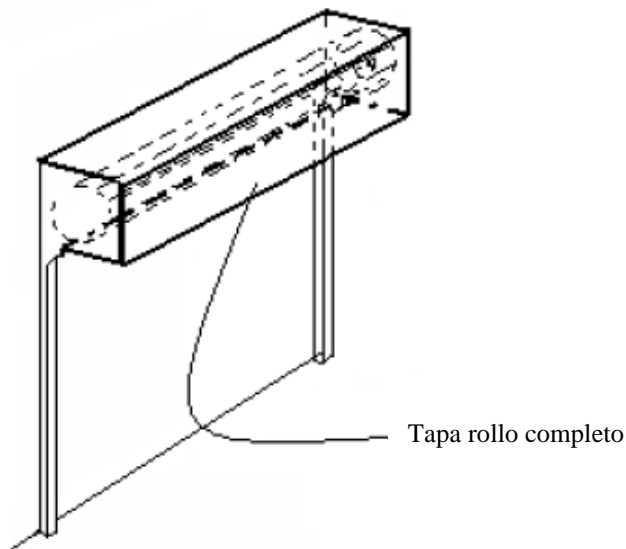
1.5.6.4. Tapa rollos

Se utilizan, como su nombre lo indica, para tapar el eje que enrolla la cortina, cuándo éste queda por fuera del vano, para protegerlo de la intemperie, si la obra de construcción no cuenta con un encajuelado, viga o pestaña que lo cubra. También se utilizan para cubrir el espacio o luz que queda en el vano por ausencia de dintel o por alguna viga que disminuye el espacio.

Se fabrican en tres tipos: tapa rollo completo o diseño “C”, tapa rollo a escuadra o diseño “L” y tapa rollo frontal o diseño recto. En todos los diseños, además del dobléz que lo identifica, se hacen dobleces de 2 cm en cada extremo, lo cual sirve para que no penetre el agua de lluvia dentro del rollo de la cortina y para darle mayor resistencia a la deflexión.

- Diseño “C”: este tapa rollo cubre totalmente el plato de la guía y aplica en aquellas obras en donde las cortinas enrollan por fuera y quedan totalmente a la intemperie, pues el lugar donde se va a instalar la cortina carece de terraza o alguna pestaña que cubra el rollo en la parte de arriba.

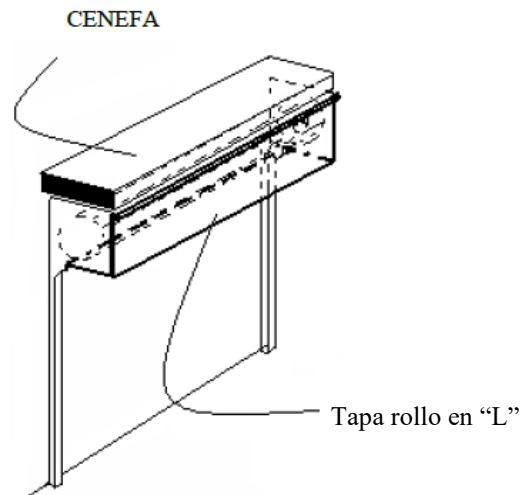
Figura 26. **Tapa rollo diseño “C”**



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 20.

- Diseño “L”: este tapa rollo cubre la parte del frente y la de abajo del plato de la guía y se utiliza para aquellas cortinas que enrollan por fuera, pero que el lugar donde va a instalarse la cortina tiene terraza o pestaña que la protege por arriba de la lluvia y el polvo.

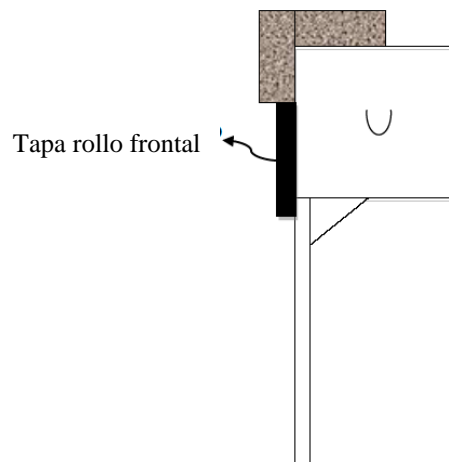
Figura 27. **Tapa rollo diseño "L"**



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables.* p. 21.

- Diseño recto: esta tapa rollo se utiliza cuando el plato de la guía no puede esconderse en el dintel, por ser éste muy pequeño y al bajar la cortina queda un espacio o luz, en la parte de arriba. Para fabricarlo, debe medirse lo que quedará del plato bajo el dintel hasta el tope.

Figura 28. **Tapa rollo diseño recto**



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables.* p. 21.

Para fabricar los tapa rollos se utiliza lámina negra de 3/64" cuya plancha mide 1,22 m de ancho por 2.44 m de largo (4 x 8 pies). Según el tamaño del plato, se realiza el corte de la lámina en guillotina y en una máquina dobladora se hacen los pliegues, siguiendo las siguientes especificaciones:

- Para un plato de 30 cm, se corta una lámina de 80 cm de ancho y se dobla en forma de una C de 30 x 30 x 16 cm y los dobleces en las orillas de 2 cm cada uno.
- Para un plato de 33 cm, se corta una lámina de 88 cm de ancho y se dobla en forma una C de 33 x 33 x 18 cm y los dobleces en las orillas de 2 cm cada uno.
- Para un plato de 35 cm se mantiene la medida de 18 cm en el tramo final.
- Para un plato de 38 cm, se corta una lámina de 1.00 m de ancho y se dobla en forma de una C de 38 x 38 x 20 cm, además de los 2 cm que se dejan para los dobleces de las orillas.
- Para platos de más grandes, se mantiene la medida de 20 cm en el tramo final.

Estas medidas aplican para tapa rollo completo. Para tapa rollo a escuadra, solo son dos medidas: la del plato y la de 16, 18 o 20 cm, según el tamaño del plato. En máquina dobladora se realizan 4 dobleces, para tapa rollo completo y 3 para tapa rollo a escuadra. Para tapa rollo frontal, solo se corta la lámina según la medida requerida y se doblan los 2 cm en cada extremo hacia el mismo lado. Para tapa rollos que sobrepasan el largo de la lámina, deben fabricarse dos que complementan el largo requerido y se unen con soldadura.

1.5.6.5. Puertas

La puerta es un elemento desmontable instalado en el lienzo de la cortina. Está diseñada para el paso peatonal, sirviendo para el ingreso o egreso del personal sin que se tenga que subir la cortina. También puede instalarse en el caso que se desee dejar los candados por dentro del local, para que estos no puedan forzarse, lo que obliga a que haya una puerta para salir.

La puerta por lo general va colocada al centro de la cortina, pero puede colocarse hacia cualquiera de los dos lados a un mínimo de 50 cm del extremo. Puede fabricarse para que abra hacia la derecha o hacia la izquierda, hacia adentro o hacia fuera, lo que queda a criterio del cliente o según las condiciones de la obra, lo cual debe ser especificado previo a su fabricación.

Según el tipo de duela a utilizar, las medidas de la puerta serán las siguientes:

- Duela 130 perfil plano: 1,58 x 55 cm, utiliza 25 ½ duelas.
- Duela 151 o 158 perfil cóncavo: 1,45 x 55 cm, utiliza 15 duelas.
- Duela 158 perfil semiplano: 1,565 x 55 cm, utiliza 15 duelas.

La puerta debe llevar el mismo perfil de duelas que la cortina y, para que queden dentro del marco de la puerta, deben cortarse con una longitud de 54,3 cm. En su fabricación se utiliza hierro angular de 1/8 x 1", hierro plano de 1/8 x 3/4" y de 3/16 x 1", así como varilla de 1/4". Se cortan cuatro triángulos rectángulos de 10 x 10 cm en lámina 3/32", los cuales se sueldan en las esquinas del marco de la puerta. La puerta abre y cierra por medio de dos bisagras de

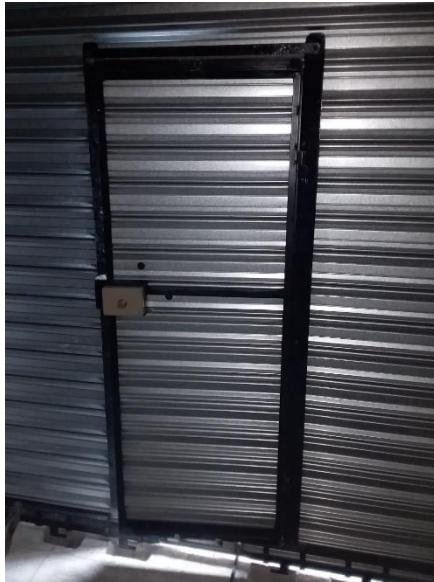
cartucho o cilíndricas de $\frac{3}{4}$ ". Además, deben fabricarse los siguientes accesorios complementarios:

- Jalador: se fabrica con 5 varillas de $\frac{1}{4}$ " de 18 cm de longitud cada una, soldadas de manera que los extremos formen una diagonal, con 0,5 cm de separación entre cada varilla. Además se sueldan 2 tornillos de $\frac{5}{16}$ " en cada extremo del jalador para ajustarla en la puerta.
- Base para instalar la chapa: se fabrica formando una U cuadrada de 10 cm en la base y 12 cm de altura, con hierro angular de $\frac{1}{8} \times 1$ ", el cual se cierra con hierro plano de $\frac{1}{8} \times \frac{1}{2}$ " de 4,5 cm de longitud. Pegado al hierro angular de la base y a 2 cm de la parte superior se sueldan dos hierros planos de $\frac{1}{8} \times \frac{3}{4}$ " de 4.5 cm de longitud.
- Recibidor de la chapa: se fabrica con un hierro plano de $\frac{1}{8} \times 1 \frac{1}{2}$ " que se dobla para formar una C (con esquinas curvas) de 4" de ancho x 2" de alto. De un lado se cierra soldando una lámina $\frac{3}{64}$ " rectangular de las mismas medidas.
- Guías laterales: se utilizan dos guías las cuales se cortan con 16 cm más de longitud que la puerta, y se le realizan cortes o saques de 7 cm en cada extremo. A un lado de cada guía se le suelda un hierro plano de $\frac{3}{16} \times 1$ " de la misma longitud de las guías.
- Tensor que une las guías: se fabrica con hierro plano de $\frac{3}{16} \times 1$ " de 63,5 cm de longitud. A 1 cm de un extremo se corta una ranura de $\frac{1}{2} \times 1 \frac{1}{2}$ cm. Al otro extremo se taladra un agujero de $\frac{1}{2}$ " y se le coloca, unido con un pivote, una pieza del mismo hierro plano de $1 \frac{1}{2}$ " de longitud, al que previamente se le taladró un agujero similar. También se fabrica el

recibidor del tensor que se soldará en la otra guía para que enganche, con el mismo hierro plano, de 3,5 cm de longitud y se le hace una ranura similar a la de la del otro plano.

- Portacandados: se fabrican 4 portacandados de 3,5 cm de longitud con plano de $3/16 \times 1 \frac{1}{2}$ ", taladrados en el centro con broca de $\frac{1}{2}$ ", los cuales se utilizarán en la instalación.
- Recibidores de guías: al instalar la puerta, debe soldarse en el faldón dos piezas en forma de "C" fabricadas con hierro plano de $3/16 \times 1 \frac{1}{4}$ " (puede utilizarse también otra medida según sea el caso en la instalación), donde se colocarán las guías de la puerta cuándo se instale en el lienzo. Cada pieza medirá 7 cm de ancho y 2 cm en cada uno de los extremos doblados.
- Banderas de puertas: las duelas a los lados del espacio donde se monta la puerta dentro del lienzo de la cortina, se pueden correr al desmontar la puerta. Para evitarlo, se hacen en el extremo de cada duela que va dentro de la guía, un par de aberturas en el doblado de las uniones, del ancho de una hoja de sierra de mano, lo cual hace que el enganche quede fijo y que las duelas no se corran. A estas duelas les denomina banderas de puertas. Para realizar este procedimiento, se corta la orilla de cada duela con pulidora, se retiran los pedazos cortados con alicate, y luego se unen las duelas y se martilla con punzón para fijarlas.

Figura 29. **Puerta**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

1.5.6.6. Ventanillas

La ventanilla es un elemento instalado en el lienzo para poder tener vista hacia el exterior sin tener que levantar la cortina. Es denominada ventanilla nocturna o de farmacia por relacionarla con este tipo de negocios que trabajan jornadas nocturnas, donde por seguridad solo atienden a través de la ventanilla. Puede instalarse de forma fija dentro de la una puerta o desmontable en el lienzo de la cortina.

Para fabricar el marco de las ventanillas se utiliza hierro angular de 1/8 x 1", hierro plano de 1/8 x 3/4", 3/16 x 1" y 1/8 x 2". Para abrir y cerrar utiliza dos bisagras de cartucho o cilíndricas de 3/4". Debe utilizar el mismo perfil de duelas de la cortina, cortadas de 26,3 cm de longitud. Además, deben fabricarse los siguientes accesorios complementarios:

- Guías: se cortan dos guías de 44 cm longitud, a los cuales se les hace un corte o saque de 7 cm en cada extremo. En el borde de la parte externa de cada una de las guías, se suelda un hierro plano de 3/16 x 1" de la misma longitud de la guía.
- Pasador: es una chapeta de 25 cm, sin el dobléz pequeño en el extremo, con una punta de varilla redondeada soldada al centro para que no se salga de las lañas, las cuales se fabrican con hierro plano de 1/8 x 3/4", dobladas en los extremos y soldadas sobre el hierro plano de 2".
- Tensores que unen las guías: se fabrican con hierro plano de 3/16 x 1", de 36,5 cm de longitud. Se les hace una abertura en los extremos, del lado derecho el de arriba y del lado izquierdo el de abajo, con su respectivo recibidor soldado donde corresponde. Estos tensores no se utilizan para ventanillas fijas en puertas.

Para ventanilla fija en puerta, el proceso de fabricación es el mismo, con la diferencia que la ventanilla se une a la puerta soldando 4 hierros planos de 3/16 x 1", de longitud igual a la medida tomada desde las guías de la ventanilla a los hierros angulares de la puerta. Por ello, no lleva tensores que unan las guías. Además, las guías se cortan de la misma altura de la ventanilla y el saque de cada guía es de 2 cm. También las bisagras se sueldan invertidas, una parte en el angular y otra en la guía, pues no se desmontará la ventanilla.

Tomar en cuenta que si la ventanilla irá sola en el lienzo, debe realizarse el procedimiento con las "banderas", igual que se hace con las puertas.

Figura 30. **Ventanilla**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

1.5.6.7. Guías dobles

Se utiliza cuando se instalan dos cortinas juntas sin que haya una pared o una viga en medio. Este tipo de requerimientos sucede cuando se desea tener la opción de abrir solo una parte y no toda la cortina, por lo que se da la opción de instalar dos cortinas juntas. Pueden fabricarse para que quede fija o para que sea desmontable.

Previo al armado de la guía doble, deben fabricarse los mismos elementos que para una guía normal: dos guías en forma de U, un plato (según la medida que corresponda), dos cargadores, dos topes y una breiza.

En la fabricación se utiliza hierro plano de $3/16 \times 1$ ", de $3/16 \times 2$ ", de $1/8 \times 3/4$ ", así como lámina negra de $3/32$ ". Para una guía desmontable, deben además fabricarse los siguientes elementos:

- Sujetadores: se fabrican dos según la longitud de la guía, que servirán para agarrar la guía al desmontarla. Se fabrican con hierro plano de 3/16 x 1" y 25 cm de longitud, haciendo un dobléz en cada extremo de 3,5 cm.
- Pasador: servirá para fijar la guía doble con la base donde estará asentada en el piso. Se fabrica con hierro plano de 3/16 x 2", en forma de L de 16 cm en su parte larga y 5 cm en su parte corta. Se corta además un trozo de hierro plano de la misma medida de 5 cm. A las dos partes cortas se le taladran agujeros de 1/2" para colocar candado. El pasador lleva una punta de varilla soldada al centro para que no se salga de las lañas, las cuales se fabrican con hierro plano de 1/8 x 3/4".
- Lengüeta: para sujetar la guía con el plato al montar el sistema, se fabrica una lengüeta con un trozo de lámina rectangular de 3/32" con esquinas redondeadas, de 8 cm de ancho y 11 cm de largo. Además se fabrica una laña con hierro plano de 1/8 x 3/4".
- Base de la guía: se instalará en el piso para que pueda asentarse la guía y sea asegurada con su pasador. Se fabrica en una lámina de 3/32", formando un rectángulo de 10 cm de ancho y 16 cm de largo. Se le taladran 4 agujeros con broca de 1/2" a 1,5 cm en escuadra de cada esquina, así como una abertura de 4 cm de largo y 1/2 cm de ancho, centrado en el rectángulo, para que se ajuste el pasador de las guías.

Para el caso de la guía doble fija, ésta no lleva sujetadores ni lengüeta, ya que no se cortará debajo de los platos.

Cuando las cortinas son muy altas, es necesario agregar un mecanismo que permite desenganchar las guías dobles del plato. A este sistema se le denomina guía doble corrediza.

El proceso de fabricación es el mismo. Para el mecanismo corredizo, se corta una varilla de $\frac{1}{2}$ " , cuya longitud está en función de la altura de la guía. Esta debe ir desde la parte inferior de la garganta de la guía, hasta aproximadamente la mitad de la guía, a una altura promedio para que se pueda agarrar. Luego se sueldan 5 hierros planos de $\frac{3}{16} \times 1$ " con agujero de $\frac{1}{2}$ (para esto se utilizan los trozos cortados de pasadores cuando se fabrican faldones tipo vitrina), por donde se introduce la varilla, los cuales deben distribuirse a lo largo de la guía. En el extremo inferior de la varilla se suelda un hierro plano que coincidirá con otro soldado en las guías para colocar candado.

El sistema que moviliza la varilla se fabrica con hierros planos de $\frac{3}{16} \times 1$ " , unidos con ejes de móviles hechos con trozos de varilla de $\frac{1}{4}$ " . La separación entre los planos es de $\frac{1}{4}$ " .

Figura 31. **Guía doble**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

1.5.6.8. Guías para mecanismo de cadena

La diferencia de este diseño con el de las guías normales, es que los platos cumplen una función distinta, mientras que uno sirve de cargador a un extremo de la guía, al otro se le instala una chumacera para que el eje pueda girar. El resto de la guía se fabrica con las mismas especificaciones anteriores.

En la fabricación se usan los mismos materiales que en los diseños normales, solamente que este tipo de guías utilizan plato de 40 cm o más, de lámina 3/16". Por el tamaño de la cortina, es común que se utilicen guías en U de 7 cm, además de que el triángulo que forma la breiza mida 13 cm en cada cateto.

En un plato se taladran los agujeros que corresponden para instalar un rodamiento. Por ello las mediciones estarán en función de la forma del rodamiento que debe quedar centrado en el plato.

En el otro plato irá el cargador para el eje, el cual se forma con dos pedazos de varilla cuadrada de $\frac{1}{2}$ " y 6 cm de longitud. Se sueldan a 2,5 cm de separación. Encima se suelda un plano de $\frac{1}{8} \times 1$ ", dejando 5 cm en cada lado y un espacio doblado para formar un semicírculo de 2,5 cm de diámetro. Debe ubicarse de tal forma dentro del plato, que el eje quede centrado en el mismo al montarse.

1.5.6.9. Guías para instalación de motores

Este diseño está hecho para la instalación de un motor operador Gulf. El resto de la guía se fabrica con las mismas especificaciones de las guías para eje con mecanismo de cadena.

En la fabricación se usan los mismos materiales que en las guías para mecanismos de cadena. En el plato donde se instalará el rodamiento, se taladran los agujeros acordes a la posición centrada del mecanismo.

En el plato donde se instalará el motor, se abre un boquete de 5" de diámetro en el centro. Luego se suelda para unir al plato la base que trae el motor para instalar el sistema de transmisión por cadena, que está hecho con lámina de 3/16". Utilizando hierro angular de 1/8 x 2", se forma una caja de 42,5 x 57,5 cm, la cual se suelda detrás del plato, quedando 6 cm de separación y un espacio abierto de 15,5 cm hacia afuera donde se instalará el motor.

1.5.7. Proceso de pintado de guías, ejes, faldones y accesorios

El proceso de pintura de los elementos de la cortina se realiza por medio de aire comprimido y pintura negra anticorrosiva de secado rápido. Se pintan por completo las guías, faldones, tapa rollos, jaladores tipo F y celosías. En los ejes con resortes solo se pintan los bombos, en los ejes con muelles no aplica el proceso de pintura y los ejes para mecanismo de cadena se pintan completos. Las puertas y ventanillas se pintan con el cuidado de no manchar las duelas y la chapa de seguridad. También se pintan las plaquetas de identificación de la empresa que van en cada cortina, con pintura anticorrosiva azul.

1.6. Proceso de instalación de cortinas metálicas enrollables

Previo a realizar un montaje de cortinas metálicas enrollables, es necesario preparar los elementos, herramientas y equipo necesarios para la instalación. Para ello, se hace una descripción de todo el proceso.

1.6.1. Rectificación y proceso previo a la instalación

Para poder realizar una instalación de cortinas, el proceso inicia con el documento denominado Rectificación, el cual es realizado por el representante de ventas. Los datos consignados en dicho documento servirán para realizar la fabricación de la cortina y sus accesorios con las medidas correspondientes, para que al llegar a la obra a realizar la instalación no se tengan inconvenientes.

El representante de ventas entonces debe tomar las medidas en el vano donde se instalará la cortina, indicando los pormenores técnicos de la construcción, ya que para fabricar la cortina, debe contarse con una descripción del aspecto físico de la obra para que la cortina tenga las medidas justas y se pueda instalar sin problemas.

Para dar luz verde a la instalación, el vendedor debe gestionar que esté hecho el vano y preferiblemente que haya columna a los lados del mismo. También es conveniente que ya se haya instalado el piso. Además, debe solicitarse que haya conexión eléctrica para máquina soldadora y el resto de herramientas eléctricas.

1.6.2. Herramientas, equipo y suministros necesarios para la instalación

Para realizar el montaje de una cortina metálica enrollable, es importante contar con el equipo, las herramientas y los suministros necesarios para evitar inconvenientes. En la siguiente tabla se listan los elementos mínimos para realizar una instalación:

Tabla VIII. **Elementos para realizar una instalación**

Herramienta eléctrica	Herramienta manual	Accesorios y suministros
Máquina soldadora Pulidora Barreno	Cinta métrica Martillo Nivel Alicate Vise grip Desarmadores Punzón y cincel Llave dinamométrica (ratchet) y copas Llaves combinadas Grifas Chuchos	Electrodos Discos de corte Brocas Extensión eléctrica Escalera Equipo de protección: guantes, careta y gafas Andamio Sogas Orejitas Pernos de expansión 3/8" x 3 1/2" Grasa <i>Wipe</i> Tiza Pintura negra anticorrosiva y brocha Hierro plano y angular de 1/8 x 1"

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word 2013.

Las orejitas son trozos de hierro angular de 1/8 x 1", de 10 cm de longitud, con agujero de 1/2" al centro de una de las alas. Mientras que los chuchos son piezas de hierro corrugado en forma de U que se utilizan para mantener fija la guía a la pared previo a soldarla. En algunos casos también se necesitará un poco de cemento y arena para realizar mezcla de concreto para fundición.

1.6.3. Descripción de la instalación de una cortina metálica enrollable

Para llevar a cabo la instalación de una cortina metálica enrollable, es necesario contar, además del equipo y herramientas de instalación, con los elementos de la cortina y sus respectivos accesorios. Antes de salir de la planta para la obra donde se realizará la instalación, se debe recibir de parte de los encargados de producto terminado lo siguiente:

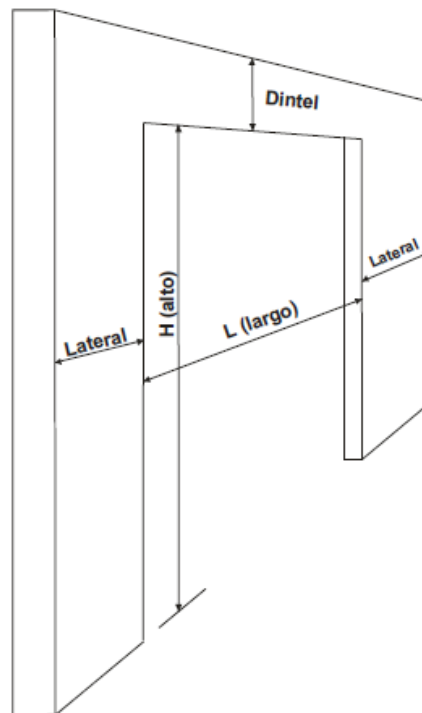
- Guías (izquierda y derecha)
- Lienzo enrollado y empacado
- Eje
- Faldón
- Accesorios adicionales que lleve la cortina.

Se debe tomar en cuenta lo siguiente antes de proceder al montaje de la cortina:

- Para la seguridad en el montaje y durante el uso de herramientas se debe seguir las normas de seguridad elementales. Es importante colocarse lentes protectores, así como guantes que protejan de posibles golpes o cortes. Debe utilizarse una escalera estable y segura para el montaje de la puerta

- Verificar que las medidas del vano donde se instalará la cortina son las adecuadas. Asimismo, comprobar que las medidas de la cortina concuerden con las del vano.
- Asegurarse que la superficie sobre la cual se van a instalar las guías verticales sea lisa y tiene suficiente capacidad de carga. Comprobar también que el suelo está a nivel.
- Verificar que el dintel y los espacios laterales son los necesarios para la instalación.

Figura 32. **Vano para la instalación de una CME**



Fuente: PORTORE. *Manual de instrucciones puerta enrollable*. p. 4.

El procedimiento para un montaje ordenado de la cortina metálica enrollable se describe a continuación:

- Montaje de las guías: debe verificarse el paralelismo (con nivel) entre ambas guías, asegurándose de que los dos ángulos y ambas direcciones estén niveladas. Se sostienen en su posición por medio de los chuchos, luego se marca en el concreto los putos de perforación y utilizando las orejitas y pernos de anclaje, se fijan las guías a la pared.
- Montaje del eje: se coloca el eje en los cargadores de los platos y se atornillan, con la cabeza de los tornillos hacia arriba. Debe verificarse que los resortes queden hacia el lado que les corresponde, derecho e izquierdo, visto desde adentro de la cortina.
- Montaje del lienzo: se sube el lienzo y se desliza hacia abajo por encima del eje, introduciendo los extremos en las guías. Luego se introducen las orejas de anclaje en la duela superior. Una vez colocado el lienzo, se procede a aplicar presión a los resortes utilizando grifas, girando los bombos de 6 a 8 veces. Se hace prueba para verificar que suba y baje el lienzo sin problemas y sin mayor esfuerzo. Por último se atornillan las orejas de anclaje a los bombos correspondientes.
- Montaje del faldón: se introduce cada pieza del faldón en las guías y se atornillan a la duela correspondiente, verificando que el lienzo tenga siempre un fácil desplazamiento en las guías.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

2.1. Materia prima

Para garantizar un buen acabado en el roloformado del acero, es importante comprender los conceptos mecánicos involucrados en su proceso.

2.1.1. Diagnóstico de problemas técnicos en el rolado del acero

Los materiales experimentan cambios dimensionales en respuesta a las fuerzas mecánicas que se generan sobre ellos, estos se denominan deformaciones. Las deformaciones que puede presentar el material son elásticas o plásticas. Cuando un material es sometido a cargas en el régimen elástico, la estructura atómica no se ve afectada, por lo que al cesar la carga el material vuelve a su estado inicial, esto debido a que no se presenta una disipación de energía interna. En el caso contrario donde el esfuerzo sobre el material rebasa un valor crítico, llamado límite elástico, la deformación que sufre el material se vuelve permanente, es decir que el material llega a un nivel de carga tal que la estructura atómica empieza a reestructurarse, es decir presenta dislocaciones a una escala atómica, por lo que hay una disipación de energía y por ende el proceso se vuelve irreversible.

La teoría elemental de plasticidad supone que las secciones transversales permanecen planas durante el ciclo de deformación, esto es que la deformación es homogénea. Pero en los procesos de conformado no sucede esto, tendiendo

a ser un problema no homogéneo, ya que en diferentes puntos de la pieza tienen diferentes direcciones en el eje del esfuerzo y deformación, por lo que debe formularse una ecuación de modo independiente a la orientación del sistema de coordenadas.

Los conceptos de esfuerzo y deformación ingenieril, parten de una barra cilíndrica con una área transversal inicial (A_0) y una longitud inicial (l_0), esta barra es sometida a una fuerza uniaxial hasta alargarse a una longitud denominada l . Por lo tanto, el esfuerzo ingenieril (σ) y la deformación unitaria ingenieril (ε) se definen de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}$$

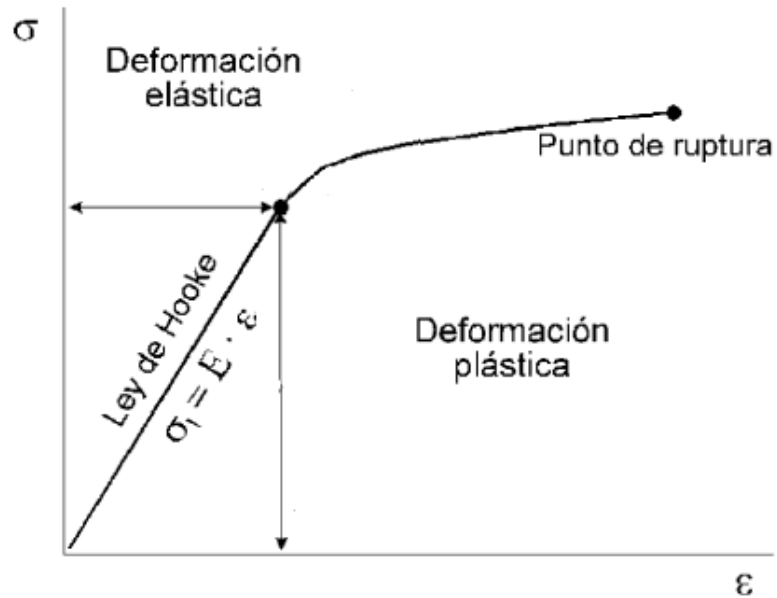
Cuando las elongaciones son pequeñas se encuentra que el esfuerzo es proporcional a la deformación; a la relación de esfuerzo entre deformación se le denomina módulo de Young o módulo de elasticidad (E), así mismo presenta una relación lineal que se representa por la ley de Hooke mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma = E\varepsilon$$

Cuando el comportamiento del esfuerzo y la deformación unitaria ya no se apega a la ley de Hooke el comportamiento pasa de elástico a plástico, es decir que al cesar la fuerza o carga de la muestra sobrepasa el límite elástico, por lo que el material ya no regresa a su longitud inicial. El comportamiento elástico y

plástico está representado mediante la curva esfuerzo-deformación que se muestra en la figura:

Figura 33. **Curva esfuerzo – deformación**



Fuente: HERNÁNDEZ MUÑOZ, Guadalupe. *Diseño y simulación de una línea de formado en frío de lámina de acero*. p. 20.

En el proceso de producción de duelas, varias veces se presentan problemas para obtener el perfil adecuado debido a factores tanto del fleje de acero como de la máquina roladora. Al analizar el funcionamiento de la roladora, y escuchar los criterios del operador, se identifican los siguientes problemas:

- La dureza del acero no permite un correcto rolado.
- Se necesita que una persona se mantenga en el portarrollos para desenrollar manualmente el fleje, pues la máquina no tiene la fuerza para hacerlo.

- El ángulo al que se dobla la lámina en la orilla es demasiado grande, lo que no permite que haya un acoplamiento fuerte entre duelas.
- La presión de los rodillos no es correcta, y esto provoca una deficiente deformación.
- Los rodillos se desalinean y afectan el proceso de rolado.

2.1.2. Propuesta de alternativas de solución

- Debe verificarse que el fleje de acero tenga entre sus propiedades mecánicas entre 40 y 70 HRB de dureza, ya que muchas veces ante la problemática de falta de materia prima, se adquieren rollos de acero cuyas características no se prestan a un proceso óptimo de roloformado.
- Para no tener que recurrir a un ayudante para desenrollar manualmente el fleje de acero, se planteará un proceso de automatización del portarrollos.
- Debe verificar si la cantidad de pasos de laminación para el roloformado del perfil es la adecuada.
- Corroborar que la separación entre los rodillos sea la menor posible, así como la alineación horizontal de los mismos. Además, la presión de los rodillos debe ser mayor al límite de fluencia.
- Ajustar la máquina para que la velocidad de rolado no afecte el proceso de deformación.

2.2. Máquinas roladoras

Con el objetivo de optimizar la productividad, se debe evaluar el desempeño de la maquinaria de la empresa, para determinar falencias e implementar las mejoras necesarias.

2.2.1. Rutinas de mantenimiento

Para poder garantizar el óptimo funcionamiento de las máquinas, se han definido tareas para poder llevar el plan de mantenimiento preventivo:

- Diario:
 - Lubricación de cuchilla de corte.
 - Lubricación de guías y cremalleras.
 - Revisión de niveles de aceiteras (equipo de lubricación)
- Cada semana:
 - Limpieza general: desmontaje de guardas para limpieza de excesos de grasa o lubricante.
- Cada 500 horas:
 - Revisión general.
 - Engrase general de engranes de transmisión de motorreductores.

- Engrase total de engranajes de transmisión.
- Cada 1 000 horas:
 - Revisión general.
 - Desmontaje de cadenas para limpieza, revisión de seguros y lubricación.
 - Engrase total.
 - Revisión de ajuste de tornillos en general.
- Cada 5 000 horas:
 - Desmontaje de cojinetes para limpieza y engrase.
 - Análisis de lubricante para unidades hidráulicas (en base al diagnóstico se programa cambio o siguiente revisión).
 - Cambio de aceite a motorreductores.
 - Cambio de sellos a bomba hidráulica.
 - Cambio de cojinete de motor de bomba hidráulica.
 - Revisión de fajas y aplicación de líquido de arrastre.

2.2.2. Diagnóstico de fallas comunes y alternativas de solución

Con el propósito de encontrar anomalías que no se tienen en cuenta y poder planificar su reparación, se plantean las siguientes propuestas:

- Realizar una revisión general a cada una de las máquinas.
- Actualización de la ficha técnica de cada máquina, donde se especificará cada una de la parte críticas del equipo.
- Verificación que haya un adecuado stock de repuestos en bodega para un mejor control y una mejor respuesta del área de mantenimiento.

El propósito de la revisión general es poder garantizar el funcionamiento de toda la maquinaria y equipos, teniendo así la certeza que los datos obtenidos serán los correctos. Con base a los datos recopilados se puede planificar un adecuado mantenimiento preventivo, dándole seguimiento a los elementos críticos que pueden detener la producción.

El proceso de diagnóstico general de los equipos del área de cortinas metálicas se realizará de la siguiente forma:

- Revisión general de sistema eléctrico.
- Revisión general de elementos de transmisión.
- Revisión general de elementos rodantes.
- Revisión general de sistema neumático e hidráulico.

- Revisión general de rodos de formado.
- Revisión general de mandos.
- Revisión general de sistema de protección.
- Revisión general de fugas.
- Revisión general de lubricación.
- Identificación de elementos críticos:
 - Programación de paro de la maquina si se encuentra una falla.
 - Corrección inmediata de problemas menores.
 - Reemplazo de repuestos programados.
 - Mejoras al equipo.
- Actualización de ficha técnica con datos más puntuales.

2.2.3. Propuesta de innovaciones técnicas en la maquinaria

Las máquinas roladoras de duelas para cortinas metálicas presentan algunas deficiencias, debido a que son las mismas con las que inició la empresa y por el crecimiento de esta, y por consiguiente, de la producción, se hace necesario innovar en el equipo para garantizar el alcance de metas más ambiciosas en cuanto a la fabricación de cortinas metálicas enrollables.

Para ello se han identificado elementos prioritarios para mejorar el trabajo de la maquinaria y optimizar el proceso productivo. Estos elementos son los siguientes:

- Portarrollos o desenrollador: es necesario automatizar el proceso de alimentación de fleje para la máquina. La mayoría de las veces se requiere que una persona desenrolle manualmente el fleje, por lo que se propone realizar un ajuste en la máquina para que tenga la capacidad de desenrollar por sí sola el rollo de lámina.

- Uso de taladrina: la taladrina es un compuesto de agua y aceites, el primero en mayor porcentaje. Llamado también aceite de corte es muy utilizado en la industria de mecanizado mecánico como lubricante y refrigerante; pero por sus propiedades, se presta más para operaciones de mecanizado con arranque de viruta. En el proceso de roloformado el uso de taladrina se limita más a una función de enfriamiento, pero el diseño de la máquina solo permite que la lámina sea expuesta a la taladrina antes, y no durante ni después del roloformado. Esto cuestiona si realmente es necesario el uso de este elemento en el proceso, por lo que se deberá analizar su conveniencia.

- Corte de duela: el corte al final del roloformado se realiza por medio de una tronzadora y discos abrasivos. Esto presenta los siguientes inconvenientes:
 - Contaminación auditiva.

 - Contaminación ambiental (partículas de asbesto).

- Exposición a chispas producidas por el corte de metal.
- Constante inversión en discos de corte.

Por ello se proponen dos alternativas para el corte de duelas: sustituir los discos de asbesto por discos de metal (aunque esto solo eliminaría el inconveniente ambiental y reduciría un poco el costo de inversión); y sustituir la tronzadora por un sistema de corte hidráulico.

- Medición de longitud de duelas: para producir duelas es necesario primero medir en el riel el punto hasta donde llegará el largo de la duela y ajustar un tope, de tal manera que cuando de la máquina salga la duela ya formada, tope en el punto medido y entonces se procede al corte. Este proceso es muy artesanal y hace lento el proceso para un considerable volumen que la empresa debe producir actualmente. Por ello, se plantea implementar un proceso automatizado por medio de PLC.

2.3. Reestructura del proceso industrial de fabricación

Para el diseño y fabricación de la cortina metálica enrollable, debe tomarse en cuenta algunos parámetros de la Física que nos permitirán analizar la capacidad de carga y resistencia de la cortina, principalmente en el eje y las guías, quienes son las que soportan todo el peso del lienzo enrollado. Los términos por tomar en cuenta son los siguientes:

2.3.1. Momento de inercia

La inercia es la propiedad de la materia de resistir a cualquier cambio en su movimiento, ya sea en dirección o velocidad. El momento de inercia realiza en

la rotación un papel similar a la de la masa en movimiento lineal, dado esto el momento de inercia es masa rotacional y depende de cómo se distribuya la masa en un objeto, a una mayor distancia entre ésta y el centro de rotación, se tendrá un mayor el momento de inercia. El momento de inercia tiene relación con las tensiones máximas que se producen por los esfuerzos de flexión en un elemento estructural, por lo cual éste valor determina la resistencia máxima de un elemento estructural que es sometido a flexión, en conjunto con la propiedades del material.

2.3.2. Momento flector para una sección rectangular

En el instante en que el momento de flexión sobrepasa el valor dado en la ecuación de momento flector, las fibras en la superficie del material empiezan a ceder, tanto en la parte superior como inferior y su diagrama de tensión natural para un material es modificado.

$$M_f = \sigma_y \frac{BH^2}{6}$$

Donde:

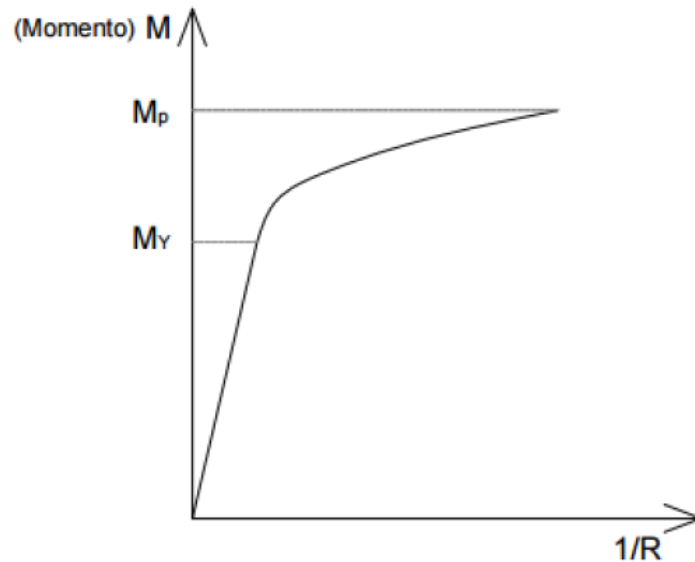
M_f = Momento flector [Nm]

H = Altura, espesor del material [m]

σ_y = Límite de fluencia [Mpa]

El estado elástico-plástico se presenta cuando se aumenta el momento de flexión y la deformación plástica se dirige hacia el interior de la viga.

Figura 34. **Gráfica momento plástico vs. momento flector**

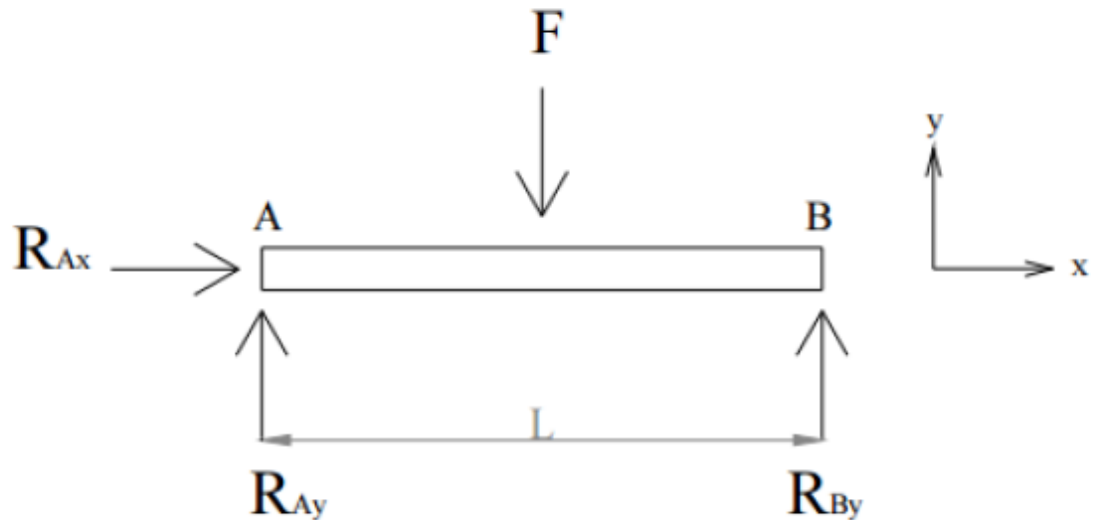


Fuente: AGUDELO, Carlos. *Diseño de máquina enderezadora de fleje metálico*. p. 27.

2.3.3. **Fuerza de doblado entre dos puntos de apoyo**

La disposición de un eje de cortina sobre dos apoyos de reacción en sus extremos, y sobre el cual se aplica una carga, de manera que supere su límite elástico, genera una curvatura permanente la cual varía con el desplazamiento que la fuerza superior ejerce. El análisis se obtiene del modelo de una viga simplemente apoyada sobre dos reacciones, la cual recibe una carga en el centro, tal como se observa en el diagrama de cuerpo libre:

Figura 35. DCL fuerza de doblado entre dos puntos de apoyo



Fuente: AGUDELO, Carlos. *Diseño de máquina enderezadora de fleje metálico*. p. 28.

Se sabe que las reacciones de apoyo dependen de la fuerza (F), estas se dan con las siguientes ecuaciones de equilibrio estático y momento flector.

$$M_f = \frac{\sigma_y \cdot I}{y}$$

Donde:

M_f = Momento flector [Nm]

σ_y = Límite de fluencia [Mpa]

y = Distancia al eje neutro [m]

I = Momento de inercia [Kg/m²]⁷

⁷ AGUDELO, Carlos E.; QUINTERO, Diego; MUÑOZ, Jhonny A. *Diseño de máquina enderezadora de fleje metálico*. p. 26.

2.3.4. Fuerza aplicada por resortes

Para desarrollar un sistema mecánico flexible, se pueden emplear resortes que ejerzan fuerzas y además absorban la energía de las cargas aplicadas repentinamente. Los resortes están destinados a soportar esfuerzos de compresión y choque. Esto les permite disminuir su volumen cuando se aumenta la presión ejercida sobre ellos, convirtiéndose en los dispositivos de almacenamiento de energía disponible más eficientes. Para cortinas metálicas enrollables, se utilizan ejes con resortes helicoidales y ejes con resortes de fuerza constante o muelles.

El resorte helicoidal está formado por un hilo de acero de sección redonda, cuadrada u ovalada, enrollado en forma de hélice cilíndrica a la izquierda o a la derecha, y a su vez con paso uniforme o variable.

El resorte de fuerza constante representa una variedad especial de muelle de tracción. Consisten en un espiral o fleje con curvatura de forma que cada espiral del fleje se apriete fuertemente sobre la anterior. Cuando se extiende (deflexión), el esfuerzo inherente resiste la fuerza de carga, al igual que en el resorte de tracción común, pero con una constante casi cero. En la utilización el muelle se monta normalmente con el diámetro interior enrollado apretadamente alrededor de un tambor y con el extremo libre fijado a la fuerza de carga, como en la aplicación de un contrapeso.⁸

Para una mejor comprensión de los resortes de compresión, así como para realizar cálculos inherentes a su diseño y función, es necesario definir los siguientes elementos:

⁸ MARTINEZ LÓPEZ, Enrique. *Cálculo de resortes helicoidales de compresión*. p. 3.

El diámetro del alambre (d) que suele ser redondo, ya que es la forma más económica. En un resorte se pueden distinguir tres tipos de diámetros: el diámetro exterior (D_e), es la dimensión de la superficie cilíndrica envolvente exterior del resorte. Se especifica cuando un resorte opera en una cavidad. El diámetro interior (D_i), se especifica cuando el resorte opera sobre una barra. El diámetro medio (D), es el diámetro exterior menos el diámetro del alambre.

El *paso* (p), es la distancia medida paralela al eje desde el centro de una espira hasta el centro de la espira adyacente.

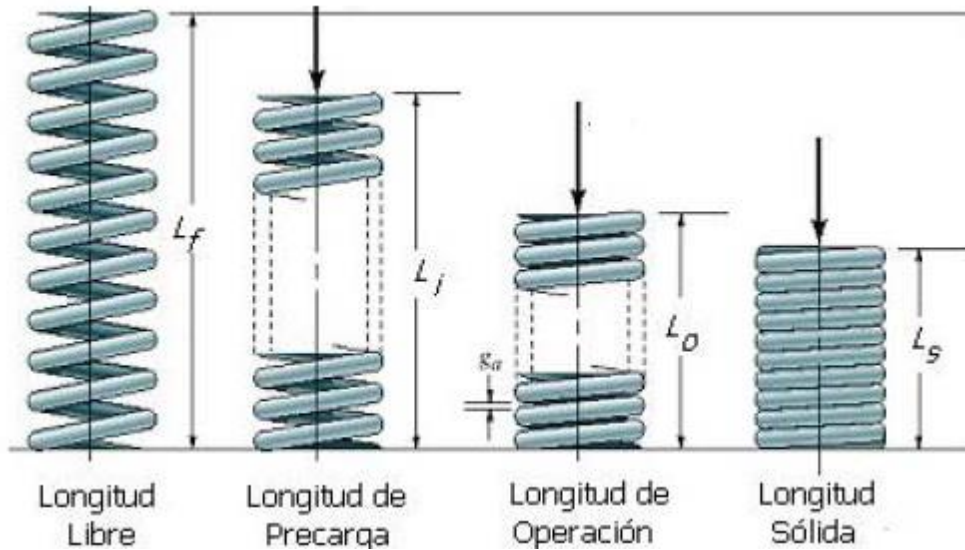
La longitud libre (L_0), es la longitud total medida en paralelo al eje cuando el resorte está en estado libre o sin carga. Si las cargas no son conocidas, la longitud libre debe ser especificada.

La longitud sólida (L_s), es la longitud del resorte cuando este está cargado con la fuerza suficiente como para cerrar todas sus espiras. Esta puede variar según el tipo de extremo. La deformación que provoca alcanzar la longitud sólida se puede calcular de la siguiente manera:

$$\delta_{sol} = L_0 - L_s$$

El número de espiras se define como el número de vueltas del alambre. Se distingue entre el número de espiras totales (N_t), y el número de espiras activas (N_a). La diferencia entre N_t y N_a es igual al número de espiras inactivas, que son las espiras de los extremos.

Figura 36. Longitudes del resorte



Fuente: MARTINEZ LÓPEZ, Enrique. *Cálculo de resortes helicoidales de compresión*. p. 23.

El índice del resorte (C), es la relación entre el diámetro medio y el diámetro del alambre. Existe un intervalo óptimo de valores para el índice del resorte que puede variar dependiendo del autor consultado, pero todos coinciden en que un índice muy pequeño puede ser difícil de fabricar y requieren de técnicas especiales de montaje. Y por otro lado, un índice muy elevado puede ser difícil de manejar y puede provocar que se enrede.⁹

Matemáticamente el índice se expresa de la siguiente manera:

$$C = \frac{D}{d}$$

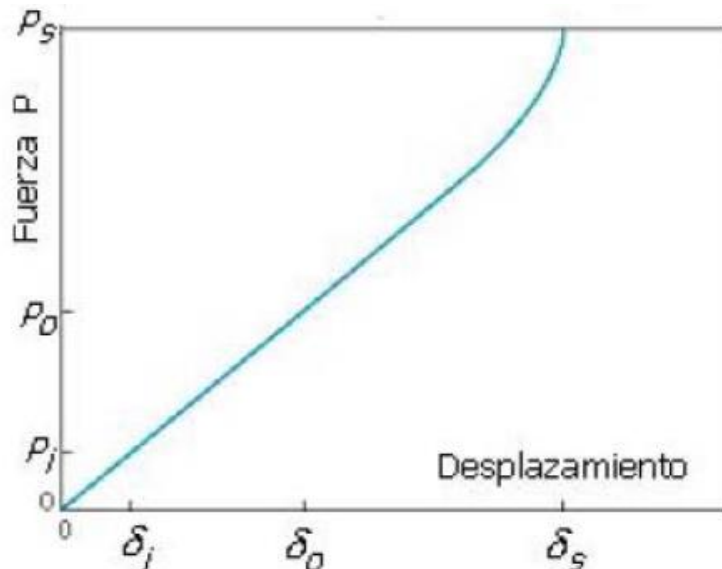
⁹ MARTINEZ LÓPEZ, Enrique. *Cálculo de resortes helicoidales de compresión*. p. 20.

Basándose en la Ley de la elasticidad de Hooke, se obtiene la constante elástica del resorte (k). Esta constante se define como la variación de la carga por unidad de deflexión y viene expresada mediante la siguiente ecuación:

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta \delta}$$

La figura muestra la gráfica de la constante elástica del resorte. Una característica de un resorte de espiras helicoidales es que es idealmente lineal. En la práctica es casi lineal, pero no en cada extremo de la curva fuerza – deflexión. La fuerza del resorte no se puede reproducir para deflexiones muy pequeñas, y cerca de la fuerza de cierre (F_s) comienza el comportamiento no lineal a medida que el número de espiras activas disminuye y éstas empiezan a hacer contacto entre sí.

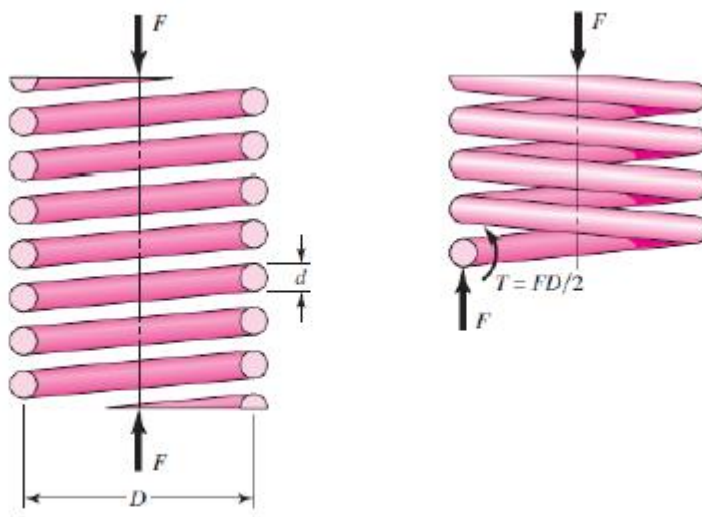
Figura 37. **Gráfica fuerza vs. desplazamiento de la constante k**



Fuente: MARTINEZ LÓPEZ, Enrique. *Cálculo de resortes helicoidales de compresión*. p. 24.

La figura muestra un resorte helicoidal de compresión hecho con alambre redondo, sometido a una fuerza axial F . Entonces, al seccionar en algún punto para analizar las reacciones internas netas, a partir del equilibrio la parte seccionada ejercerá una fuerza cortante directa F y una torsión $T = FD/2$.

Figura 38. **Diagrama resorte helicoidal de compresión**



a) Resorte helicoidal carga axialmente

(b) Diagrama de cuerpo libre

Fuente: MARTINEZ LÓPEZ, Enrique. *Cálculo de resortes helicoidales de compresión*. p. 39.

El esfuerzo máximo en el alambre se podrá calcular mediante la superposición del esfuerzo cortante torsional y el esfuerzo cortante directo:

$$\tau = \frac{8FD}{\pi d^3} + \frac{4F}{\pi d^2}$$

10

¹⁰ MARTINEZ LÓPEZ, Enrique. *Cálculo de resortes helicoidales de compresión*. p. 39.

2.3.5. Trabajo efectuado por el resorte

El resorte es un claro ejemplo de fuerza variable que efectúa trabajo. Suponiendo que una fuerza aplicada F_a estira un resorte, conforme el resorte se estira (o comprime), su fuerza de restauración (que se opone al estiramiento o a la compresión) se vuelve cada vez mayor, y es preciso aplicar una fuerza más grande. Para la mayoría de los resortes, la fuerza del resorte es directamente proporcional al cambio de longitud del resorte respecto a su longitud sin estiramiento. En forma de ecuación, esta relación se expresa así:

$$F_s = -k\Delta x = -k(x - x_o)$$

o bien, si $x_o = 0$,

$$F_s = -kx \quad (\text{fuerza del resorte ideal})$$

donde x representa ahora la distancia que se estiró (o comprimió) el resorte, respecto a su longitud no estirada. Es evidente que la fuerza varía cuando x cambia. Describimos esta relación diciendo que la fuerza es función de la posición.

Cuanto mayor sea el valor de la constante del resorte k , más rígido o fuerte será el mismo. El signo menos indica que la fuerza del resorte actúa en dirección opuesta al desplazamiento cuando el resorte se estira o se comprime.

La relación expresada por la ecuación de la fuerza del resorte se cumple solo con resortes ideales, los cuales se acercan a esta relación lineal entre fuerza y desplazamiento dentro de ciertos límites. Si un resorte se estira más allá de

cierto punto, su límite elástico, se deformará permanentemente y dejará de ser válida la relación lineal.¹¹

2.3.6. Cálculo de cantidad de resortes

Para determinar la cantidad de resortes necesarios en una cortina según sus dimensiones para que cumpla su función, deben definirse los siguientes detalles:

- La constante del resorte de compresión y la fuerza que es capaz de proporcionar.
- El peso de la cortina.

La constante de un resorte de compresión se determina con la ecuación:

$$k = \frac{Gd^4}{8D^3N}$$

donde:

d = Diámetro del alambre (pulgadas)

D = Diámetro medio (pulgadas)

N = Número de espiras

D / d = Índice de corrección

G = Módulo de cizallamiento del material

K = Constante del Resorte

Para acero fundido: $G = 11.3 \times 10^6$ psi

¹¹ WILSON, Jerry; BUFA, Anthony J.; LOU, Bo. *Física*. p. 146.

Datos para un resorte 3/16”:

$$d = 0,1875''$$

$$D = 2,625''$$

$$N = 60$$

$$k = \frac{11,3E6(0,1875)^4}{8(2,625)^3(60)} = 1,608623336 \text{ lb/plg}$$

Datos para un resorte 7/32”:

$$d = 0,21875''$$

$$D = 3''$$

$$N = 54$$

$$k = \frac{11,3E6(0,21875)^4}{8(3)^3(54)} = 6,654944439 \text{ lb/plg}$$

Determinación de la fuerza capaz de proporcionar un resorte:

$$F = -kx$$

Según las especificaciones técnicas de la lámina de acero proporcionadas por el proveedor, la empresa ha determinado que cada metro cuadrado de una cortina metálica enrollable, tiene un peso de 22 Lb. Por lo tanto, según el peso total que tenga una cortina, así se determina la cantidad de resortes que deberá llevar el eje para que pueda movilizarse sin dificultad la cortina. Para cortinas de grandes dimensiones, es indispensable la instalación de un mecanismo de cadena o un motor eléctrico.

Para lograr optimizar el proceso industrial de fabricación e instalación de cortinas metálicas enrollables se plantean de forma ordenada los procedimientos de fabricación de los elementos que conforman una cortina, reestructurándolos y

ajustándolos de manera que se aproveche al máximo los recursos materiales y el tiempo, minimizando costos y agilizando la producción.

2.3.7. Procedimiento de fabricación de duelas para lienzo

Actualmente los rollos de acero que constituyen la materia prima de las duelas se colocan de forma dispersa dentro de la planta, donde haya un espacio libre. Los operarios deben movilizar el polipasto y la estructura que lo soporta hasta el punto donde se localiza el rollo, cargarlo y luego movilizar todo hasta el portarrollos de la máquina para montarlo.

Se propone habilitar un espacio detrás de los portarrollos del área donde se localizan las máquinas roladoras de duelas, para que sean colocados los rollos y se puede agilizar el montaje de los mismos.

El proceso de medición y corte de las duelas se automatizará por medio de un controlador lógico programable en el que se pueda determinar la medida requerida y por medio de un sistema hidráulico se realice el corte de cada duela. Para las máquinas en las que no se pueda implementar estos cambios por cuestiones de costos, se propone que el corte de las tronadoras sea por medio de discos de metal y haya marcas de medición en el riel que recibe la duela formada para ajustar el tope, en lugar de utilizar cinta métrica.

El proceso de fabricación de duelas se resume de la siguiente forma entonces:

- Montaje de rollo de lámina con polipasto según tipo de duela requerida.

- Programar la medida de las duelas a producir o realizar la medición respectiva en el riel y ajustar el tope.
- Arranque de la máquina para el proceso de roloformado.
- Corte hidráulico o con tronzadora de cada duela.
- Verificación de medida y estiba de las duelas.

2.3.8. Procedimiento de fabricación de guías

- Corte de guías en los extremos para soldar los platos y para formar la “garganta”.
- Si la seguridad de la cortina será con pasadores, realizar una abertura en la parte inferior trasera de cada guía.
- En la parte inferior de cada guía soldar un trozo de lámina 3/64” como base que cierre los extremos.
- Soldar en el centro de cada plato los cargadores.
- Soldar el plato de forma perpendicular a la guía.
- Soldar la breiza a escuadra entre el plato y la guía.
- Soldar los topes debajo de los platos.

- Formar la “garganta”, doblándola manualmente sobre la breiza y soldarla sobre la misma.

2.3.9. Procedimiento de fabricación de ejes

- Eje con resortes:
 - Calentar los extremos del alambre de los resortes y unirlos con sus respectivos bombos, engancho en el agujero que tienen en la ficha.
 - Cortar el tubo y taladrar los agujeros para los tornillos y los topes. La distribución de éstos en el eje se hace en función de los resortes que llevará: los tornillos del cargador quedan a 2 cm de los extremos; de un extremo al primer tope se dejan 30 cm y entre tope y bombo quedan entre 10 y 12 cm.
 - Introducir los bombos con resorte en el tubo y fijar los extremos de los resortes con tornillo donde corresponde.
 - Soldar los topes en los agujeros respectivos.
- Eje con canasta:
 - Fabricar el eje con el mismo procedimiento que el eje con resortes.
 - Cortar hierros angulares: para una sola canasta la longitud puede ser de 40 a 50 cm, y para doble canasta de 45 a 55 cm.

- Alinear los bombos para soldar los hierros angulares que los unen. La canasta debe ir centrada en el tubo del eje.
- Eje con muelle:
 - Cortar el tubo y taladrar agujeros para los tornillos de los cargadores y en cada uno de los puntos donde se colocará un tambor, distribuidos en el tubo.
 - Cortar el muelle según la cantidad de tambores y la longitud requerida.
 - Taladrar agujeros en un extremo de cada fleje con broca 3/8".
 - En caliente doblar de 5 cm de cada uno de los dos extremos de los flejes, uno en sentido contrario del otro.
 - Introducir los tambores en el tubo y engrasarlos internamente.
 - Introducir los muelles fijando con tornillo un extremo al agujero hecho en el tubo y luego enrollar el muelle girando el tambor hasta enganchar el otro extremo.
- Eje para mecanismo de cadena:
 - Unir en caliente los resortes, en un extremo con un bombo con cojinete y en el otro con un bombo medio.

- Cortar la barra de acero según longitud requerida y taladrar dos agujeros a 14 cm de cada extremo.
- Si el eje lleva dos resortes, insertar el bombo loco y luego los resortes en la barra, uno por cada extremo, quedando el bombo con cojinete hacia afuera. En el extremo donde se cargará el eje, se deja afuera del tubo 6,5 cm de longitud de la barra. En medio debe quedar el bombo loco con movimiento lateral. Si solo lleva un resorte, en el extremo donde quedará el bombo loco se suelda perpendicularmente un trozo de hierro plano como tope.
- Fijar cada extremo de los resortes con tornillos en los agujeros taladrados previamente.
- Estirar los resortes hacia el centro y luego taladrar agujeros en los tubos de los bombos medios de cada resorte, para fijar con tornillos a la barra.
- Engrasar resortes y bombos.
- Introducir la barra con resortes en el tubo de 4" del eje.
- Soldar el bombo con cojinete en el extremo del tubo y luego soldar de forma transversal un trozo del mismo tipo de barra de acero de 15 cm de longitud en el extremo que quedó fuera del tubo del eje.
- Soldar los bombos para tubo de 4" (la cantidad está en función de la longitud del eje), distribuidos a lo largo del eje. Los agujeros en

los bombos donde se une el lienzo de la cortina, deben quedar alineados.

- Taladrar tres agujeros en el extremo del tubo del eje para introducir tornillos y fijar el bombo con cojinete del resorte interno. Si lleva dos resortes, también se taladra e introducen los tornillos en el otro extremo, para lo cual debe marcarse el punto donde llegará antes de introducir la barra con resortes.

2.3.10. Procedimiento de fabricación de faldones

- Faldón normal:
 - Corte de tres piezas de hierro angular según medida requerida. Una pieza es la parte externa del faldón, las otras dos se instalan unidas en la parte interna de la cortina, pero con un pequeño traslape.
 - Realizar un corte o saque de 5,5 cm en un ala del hierro angular en cada uno de los extremos y luego troquelar una abertura en la otra ala en cada extremo, donde se introducirán los pasadores.
 - Taladrar, según la longitud del faldón, de 3 a 5 agujeros distribuidos a lo largo que servirán para el montaje en la cortina por medio de tornillos carroceros.
 - Soldar los pasadores al faldón utilizando dos lañas hechas con hierro plano, de tal forma tengan movimiento lateral.

- Taladrar en los extremos del angular 4 agujeros que coincidan con los agujeros de los pasadores que servirán para colocar candados.
- Faldón volteado:
 - Corte de dos piezas de hierro angular según medida requerida.
 - Troquelar los saques y taladrar los agujeros de igual forma que en el faldón normal.
 - Soldar los portacandados o chapetas de 25 cm, a 10 cm de cada extremo de las dos piezas de hierro angular (4 en total). Para ello utilizar lañas fabricadas con hierro angular de 10 cm de longitud, soldadas de tal forma que permita el movimiento lateral de las chapetas.
 - Según la longitud del faldón, se suelda uno o dos jaladores en la parte externa del faldón.
- Faldón normal con sistema:
 - Corte de cuatro piezas de hierro angular según medida requerida; dos piezas se cortan 10 cm más cortas que las otras.
 - Troquelar y taladrar siguiendo el mismo proceso que un faldón normal.
 - Fabricar la denominada “casita”, que es una pieza en el centro del faldón que permite dejar espacio para instalar la chapa de seguridad

en la duela. Se hace con hierro angular de 20 cm de longitud y con dobleces en un ala de 5 cm en cada extremo. Luego soldarla uniendo los extremos de los hierros angulares, pero por encima del ala del perfil.

- El sistema de seguridad se fabrica soldando lañas perfil normal al hierro angular e introduciendo en ellas un hierro plano de 57 cm de longitud como máximo, al cual se le sueldan los pivotes. La longitud del hierro plano y la cantidad de lañas y pivotes varía según requerimiento.
- Faldón volteado con sistema:
 - Corte de tres piezas de hierro angular según medida requerida. Una pieza debe tener la longitud requerida, mientras que las otras dos, medirán la mitad menos 16 cm, de manera que en el centro del faldón quedará un espacio de 32 cm.
 - Troquelar y taladrar siguiendo el mismo proceso que un faldón volteado.
 - Fabricar la base para la chapa, cortando un ala de hierro angular de 18 cm de longitud. Soldar justo al centro del faldón, como una extensión del ala del hierro angular principal. Luego taladrar 4 agujeros de 5/16" en las esquinas y un agujero de 1" en el centro.
 - Realizar el mismo procedimiento del faldón volteado para colocar los portacandados o chapetas y los jaladores.

- Fabricar el sistema de seguridad soldando lañas perfil plano en el ala del hierro angular, para luego introducir los hierros planos y soldar los pivotes correspondientes.
- Faldón para celosía:
 - Cortar la costanera según medida requerida.
 - Realizar cortes a 5,5 cm en los laterales en cada extremo de la costanera, doblando luego hacia dentro de manera que se forme una L en cada uno de los extremos.
 - Fabricar dos pasadores con chapetas de 25 cm y soldarlas en cada extremo de la costanera.
- Faldón tipo vitrina:
 - Corte de hierro angular y hierro plano según longitud de faldón requerida. El angular se instalará por fuera y el hierro plano por dentro de la cortina.
 - Realizar los saques al hierro angular y taladrar los agujeros con los que se instalará en la duela.
 - Instalar los pasadores, pero como este faldón no lleva seguridad por dentro de la cortina, se corta una de las alas a los dos pasadores y luego soldarlos con dos lañas en los extremos del faldón.

2.3.11. Procedimiento de fabricación de celosías

- Corte de tubos según la medida requerida.
- Cortar los extremos de los links que se colocarán en la parte superior e inferior de la celosía.
- Taladrar agujeros de $\frac{1}{4}$ " en el extremo cortado de los links (solo se taladra en los links de la parte superior de la celosía, si llevará faldón de costanera).
- Armar la celosía utilizando un molde ajustable para ir marcando los espacios entre filas y columnas. En un par de tubos se introducen los links en grupos de tres, soldando los dos de los extremos y quedando el del medio libre para moverse. Luego se agrega otro tubo y se sigue el procedimiento hasta completar la estructura.
- Con la estructura armada colocar las duelas, 4 arriba y dos abajo, pero si llevará faldón de costanera no se colocan duelas abajo. Para unir las duelas a la celosía, hacer ranuras con pulidora en los extremos de la duela donde que coinciden con los links que quedaron sueltos de los extremos de la celosía. Luego introducir una varilla de $\frac{1}{4}$ en la duela, de manera que los links de los extremos queden dentro de la varilla y soldar para fijarlos.

2.3.12. Procedimiento de fabricación de accesorios de cortina

- Tapa rollos:
 - Corte de lámina en guillotina. Las medidas para cortarla están en función del tamaño del plato de las guías y del espacio que se cubrirá debajo del rollo.
 - Marcar en la lámina los puntos para realizar el dobléz.
 - En máquina dobladora realizar 4 dobleces para tapa rollo completo y 3 para tapa rollo a escuadra.

- Puertas:
 - Cortar hierro angular con diagonales a 45° en los extremos y armar estructura rectangular, soldando los triángulos en las 4 esquinas. Soldar hierro plano de en los extremos superior e inferior del marco rectangular, en el borde que quedará fuera de la cortina.
 - Colocar duelas en la puerta. A la duela del centro taladrar un agujero de 1 ¼" a 5.5 cm del borde para colocar la chapa, en el lado que corresponda según requerimiento para abrir la puerta.
 - Soldar hierros planos de 1/8 x ¾" en las orillas del marco de la puerta para fijar las duelas.
 - Instalar la chapa en la base y luego soldarla al hierro angular coincidiendo con el agujero en la duela correspondiente.

- Atornillar el jalador de la puerta, del lado donde se instaló chapa.
 - Soldar un hierro plano de 3/16 x 1" que atravesase el ancho de la puerta, desde el angular opuesto a donde se instaló la chapa hasta la parte superior de la base de la chapa.

 - Soldar las bisagras hembra en el hierro angular del lado correspondiente.

 - Soldar en las guías donde se montará la puerta, el tensor giratorio que las une, así como las bisagras macho y el recibidor de la chapa de seguridad.
-
- Ventanillas:
 - Formar estructura cuadrada de 30 cm de lado con hierros angulares.

 - Soldar hierros planos de 3/16 x 1" en la orilla interna de los extremos superior e inferior de la estructura formado con los hierros angulares.

 - Colocar duelas y soldar dos hierros planos de 1/8 x 3/4" en los extremos internos izquierdo y derecho para fijarlas.

 - Soldar en el centro de la ventanilla de forma transversal un hierro plano de 1/8 x 2" y sobre él instalar el pasador del lado según abrirá la ventanilla, con sus respectivas lañas.

- Soldar las bisagras, la parte macho en la guía y la hembra en el hierro angular de la ventanilla que corresponda según el lado hacia donde abrirá.
- Soldar los tensores de las guías (lleva uno arriba y otro abajo, con los extremos giratorios contrarios).
- Soldar en la guía correspondiente el recibidor del pasador.
- Guía doble:
 - Cortar las guías según medida requerida y siguiendo los mismos procedimientos de la fabricación de guías normales. Luego unir las soldándolas de espaldas.
 - Soldar el plato de forma perpendicular a las guías. Luego soldar dos topes, dos cargadores y una breiza.
 - Soldar la lengüeta con su respectiva laña en la parte de atrás, dejando un corte en el inicio del doblado de las gargantas de las guías (9 cm debajo de los topes) el cual se terminará de cortar en la instalación.
 - Soldar el sujetador al centro (distribuirlos si son dos), según la longitud de las guías.
 - Soldar el pasador en la parte inferior de las guías.

- Guía doble corrediza:
 - Realizar el mismo procedimiento para fabricar una guía doble normal.
 - Cortar una varilla de $\frac{1}{2}$ ", cuya longitud está en función de la altura de la guía. Esta debe ir desde la parte inferior de la garganta de la guía, hasta aproximadamente la mitad de la guía, a una altura promedio para que una persona la alcance.
 - Soldar hierros planos de $\frac{3}{16} \times 1$ " con agujero de $\frac{1}{2}$ ", por donde se introduce la varilla, los cuales deben distribuirse a lo largo de la guía.
 - El sistema que moviliza la varilla se fabrica con hierros planos de $\frac{3}{16} \times 1$ ", unidos con ejes de movibles hechos con trozos de varilla de $\frac{1}{4}$ ". La separación entre los planos es de $\frac{1}{4}$ ".

2.3.13. Problemas técnicos y alternativas de solución

En cada uno de los elementos que conforman una cortina metálica enrollable, hay un proceso de fabricación complejo que varía en medidas, pues no hay cortinas de igual tamaño, cada una es fabricada de forma personalizada, por lo que resulta muy difícil estandarizar el proceso industrial. Pero hay procedimientos que puede optimizarse para lograr mayor productividad. Haciendo un análisis de los inconvenientes que surgen en el proceso, se plantean las siguientes propuestas:

- Fabricación de guías: las guías incluyen tres elementos que el fabricante debe cortar previamente: el cargador, el tope y la breiza. Se debe invertir tiempo en fabricar estas piezas, por lo que se propone producirlos en serie y que exista un stock en bodega junto con otros elementos de las cortinas para que el fabricante solamente debe soldarlas en las guías.
- Fabricación de faldones: de igual forma, para los pasadores del faldón normal y los portacandados o chapetas de 25 cm del faldón volteado, los fabricantes deben cortar previamente lañas para poder instalarlas. Se propone también incluirlas en los elementos para producir en serie y que se añadan al stock de bodega. También se pueden incluir los aros que se instalan en el faldón normal para jalar la cortina cuando está subida, así como las piezas de hierro plano que sueldan como tapa candados en las chapetas de 9 y 15 cm.

Un problema detectado en el faldón normal es el traslape que se deja en la parte que va dentro de la cortina. Esta pieza debe ir en dos partes para que al hacer el montaje en la duela, puedan introducirse los pasadores en los agujeros hechos para el efecto. El inconveniente es que se dejan 10 cm de traslape, lo cual representa desperdicio de material, pues en ese traslape solo se coloca un tornillo de cabeza redonda para la instalación. Por ellos se propone dejar solamente 5 cm de traslape, espacio suficiente para instalar el tornillo respectivo.

- Fabricación de ejes: en el eje para mecanismos, el fabricante debe invertir tiempo para hacer los bombos que se utilizan: bombo para tubo de 4", bombo medio, bombo "loco" y bombo con cojinete. Para agilizar el proceso de fabricación, se propone también incluir estos elementos en el proceso de producción en serie de elementos para cortinas metálicas enrollables.

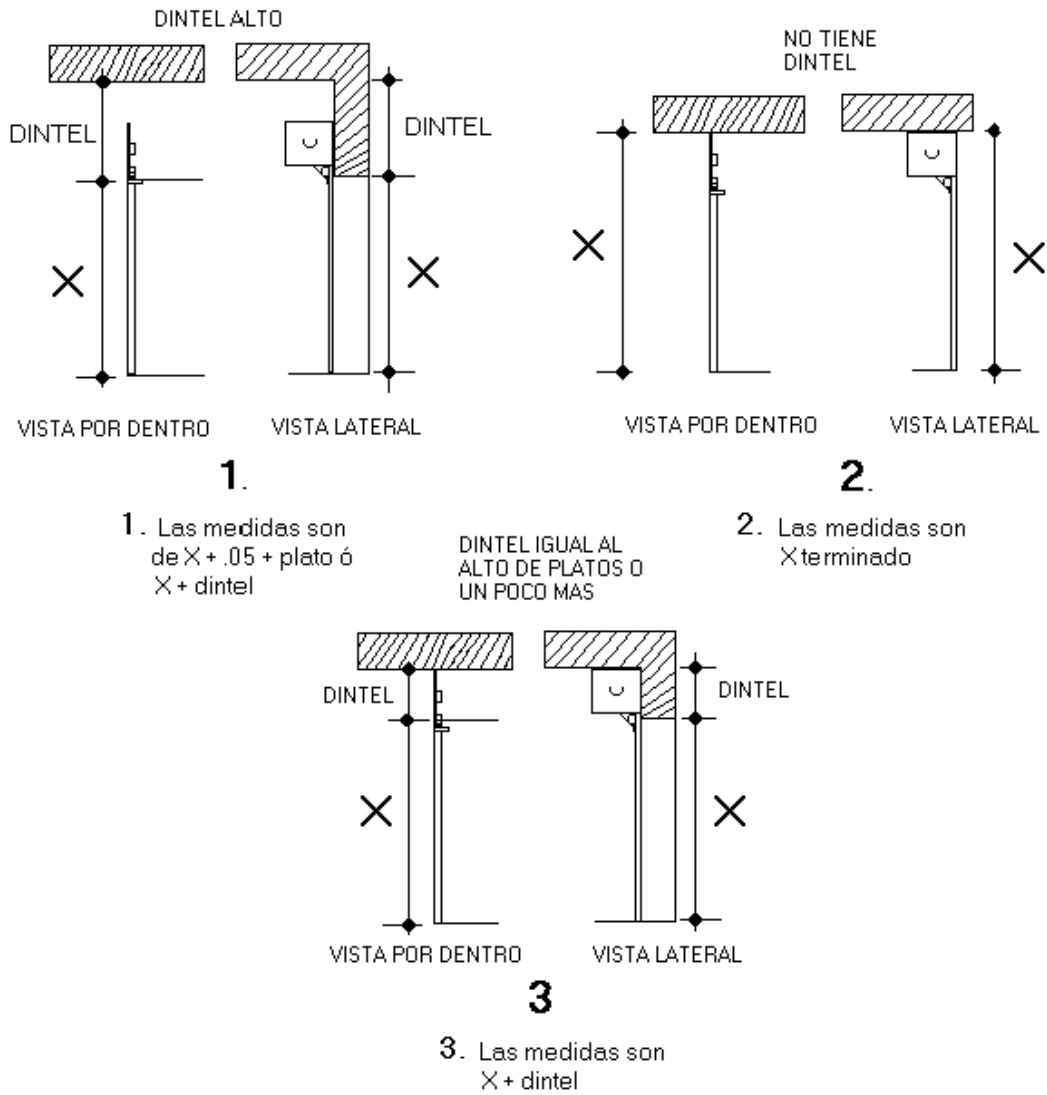
2.4. Lineamientos para la instalación de cortinas metálicas enrollables

Estas directrices pretenden ordenar el proceso de montaje desde el momento que se hacen las mediciones en la obra hasta la instalación final de la cortina.

2.4.1. Logística para la instalación de cortinas

- Ubicarse en el vano donde se instalará la cortina y verificar las condiciones en las que se enrollará la misma, revisando vigas, columnas o cualquier otra parte de la obra que pueda obstaculizar o limitar la instalación.
- Ubicar la posición de las guías para determinar si la instalación será normal o medida terminada.
- Tomar tres medidas de ancho, que en promedio no excedan de 1 cm de diferencia. Según la posición de las guías, agregar la medida correspondiente (+5 cm, +10 cm).
- Medir dos veces la altura y consignar la más pequeña. Tomar en cuenta el siguiente diagrama de alturas:
- Repetir la medición de ancho y alto para comparar con las anteriores medidas. Esto es importante para tener seguridad que las medidas tomadas son las correctas.
- Llenar la rectificación, detallando todo lo que llevará la cortina, según el requerimiento del cliente. Los datos deben ser consignados claramente pues este es documento base para fabricar la cortina.

Figura 39. **Mediciones en el vano previo a la instalación**



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 31.

Para dar salida a las cortinas metálicas en la planta de producción, debe seguirse el siguiente procedimiento por parte del personal de logística:

- Hoja de pedido: verificar medidas y cantidades de eje, resortes, guías, faldones, duelas y accesorios. Según el fabricante asignado, localizar el producto terminado o solicitar que se agilice su producción y pintado.
- Reunir todos los elementos de la cortina: duelas, eje, guías, faldón y los accesorios adicionales que lleve.
- Troquelar la duela donde se instalará el faldón:
 - Si es faldón normal, se realizan agujeros de $\frac{1}{2}$ " para los tornillos y rectángulos de 8,5 cm de largo x 1,3 cm de ancho para pasadores en los extremos.
 - Si es faldón volteado sólo se realizan los agujeros de $\frac{1}{2}$ " para tornillos y se corta con cizalladora la mitad de la duela (pues en este caso es el faldón que asienta en el suelo).
 - Si es faldón con sistema de chapa de seguridad, se hacen al centro de la duela correspondiente los agujeros para instalar la chapa.
 - Si es cortina de duelas planas, se hace un rectángulo de 9,5 cm de largo por 2,5 cm de ancho en la segunda o tercera duela en la parte inferior del lienzo para colocar un agarrador.
- Si la cortina lleva puerta o ventanilla, hacer el procedimiento correspondiente en las duelas "banderas" donde se montará.
- Colocar placa de identificación de la empresa con remaches, centrada en la segunda duela.

- Verificar que el faldón, el eje y los bombos lleven todos los tornillos necesarios para su instalación.
- Incluir orejas de anclaje (una por cada bombo), llamadas así a trozos de duelas de 20 a 25 cm de longitud con un agujero de ½" troquelado al centro que sirven para unir el lienzo a los bombos del eje.
- Entregar al encargado de producto terminado, quien empaca los elementos y lo entrega a los instaladores que realizarán el trabajo.

Figura 40. **Troquelado de duelas**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

2.4.2. Procedimiento de instalación de una cortina

Las cortinas de impulso son aquellas que pueden ser operadas de forma manual, pues no son de grandes dimensiones y por consiguiente no son demasiado pesadas. Antes de comenzar la instalación se debe tomar en cuenta lo siguiente:

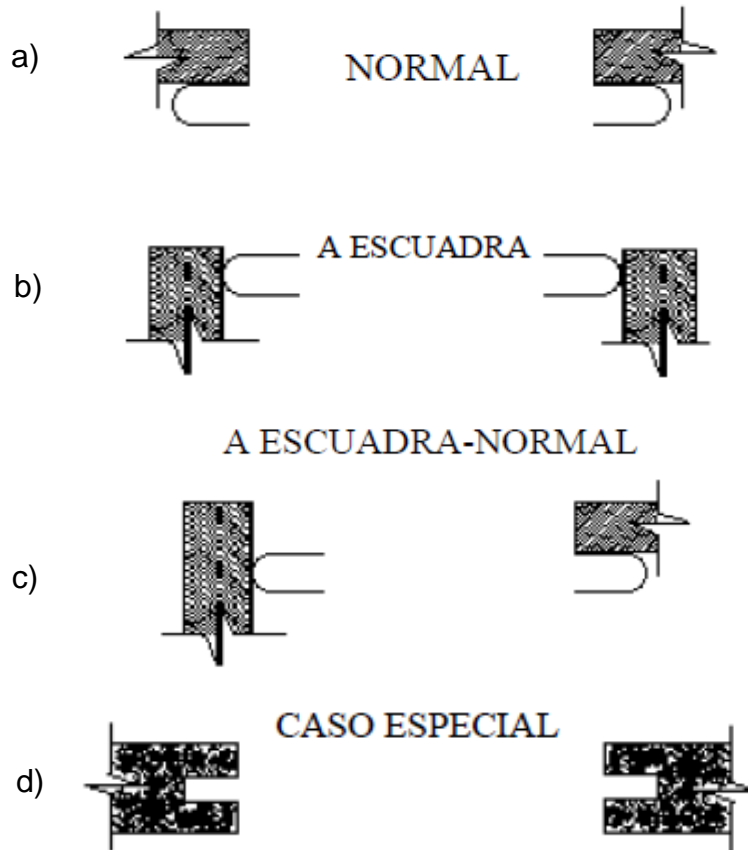
- Verificar que las medidas del vano coincidan con los de la cortina. Cuando aún no se ha instalado piso en la obra, se debe preguntar al constructor la altura del piso al dintel para dejar el espacio correspondiente.
- Verificar que no haya clavos u otros objetos que vayan a estorbar la instalación y operación de la cortina.
- Realizar la conexión eléctrica para máquina soldadora. Regularmente se saca directa de la caja de fusibles.

En primer lugar debe realizar el montaje de las guías. Se pueden presentar hasta cuatro formas para instalarlas:

- Normal: en este caso las guías van escondidas en las columnas laterales, por lo que el ancho de la cortina es la medida del vano más 10 cm, que es la sumatoria del ancho de las dos guías.
- A escuadra o medida terminada: es cuando las guías quedan expuestas en el vano, ya que no queda espacio por dentro para instalarlas. Por ello, a la medida del ancho de la cortina no debe agregarse el ancho de las guías.
- Escuadra – normal: en este caso se tiene que hacer la combinación de ambas formas. A la medida del vano se le suman 5 cm porque una guía queda expuesta y otra escondida. Debe quedar identificado qué lado lleva la guía a escuadra y qué lado se instalará normal para la fabricación.

- Caso especial: en el que se requiere que las guías queden dentro de las columnas, por lo cual la medida se toma agregando 10 cm.

Figura 41. **Formas de instalación de guías**

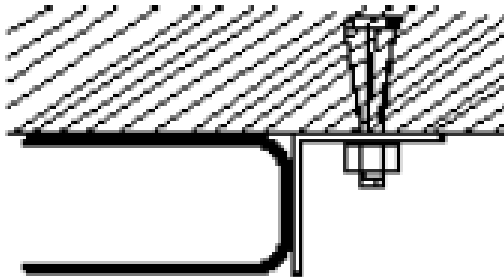


Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 9.

- Procedimiento para instalación normal:
 - Colocar las guías y fijarlas a la pared utilizando sargentos, vise grip o los denominados chuchos. Debe tenerse el cuidado de medir bien el espacio entre guías para que el lienzo entre bien en ellas y pueda movilizarse sin problemas.

- Barrenar la pared junto a las guías para colocar orejitas con su respectivo perno de expansión. Los pernos se introducen con martillo y se aprietan con la llave dinamométrica. La distribución de pernos se hace según la altura: en cortinas de hasta 3 m de alto se colocan 5 pernos por guías, de los cuales uno debe ir en el plato y los demás distribuidos en la guía. Para cortinas de más de 3 m de altura, se distribuyen colocándolos cada 50 cm.
- Soldar las orejitas a las guías. Si las guías quedan junto a parte metálicas (columnas o costaneras) se une con soldadura, o de ser posible, soldar un trozo de hierro plano o angular que los una.
- Pintar las áreas soldadas y engrasar la parte interna de las guías y platos.

Figura 42. **Montaje de guías con perno de expansión**



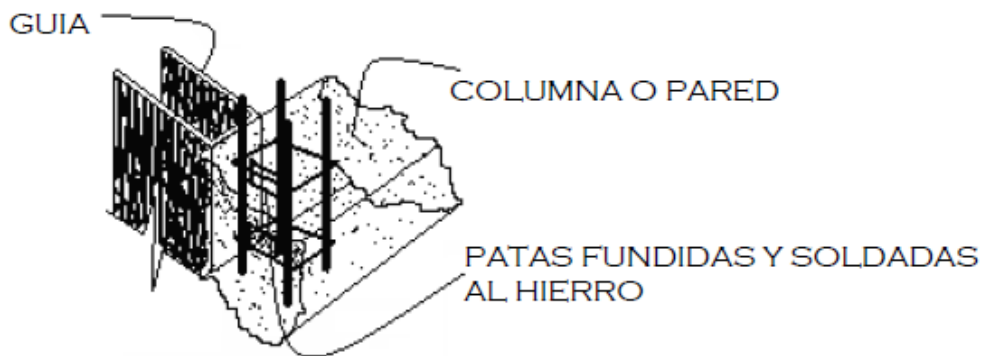
Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 11.

- Procedimiento para instalación a escuadra: es similar al anterior, solo debe tomarse en cuenta que si las orejitas quedan por fuera de la cortina (por ubicación de columna), para mayor seguridad debe soldarse la cabeza de los pernos a la orejita. Además, cuando las guías quedan a escuadra con

la pared y el faldón lleva pasadores, debe perforarse la pared en el espacio donde se introducirán los pasadores.

- Otra alternativa para instalación de guías: muchas veces no hay columna en los laterales del vano y esto ocasiona dificultades, pues los pernos de expansión son para uso en concreto y debe evitarse anclar en block o ladrillo, pues la guía quedaría insegura. Para resolver el problema, debe realizarse la instalación de guías por medio de patas de anclaje, que son trozos de hierro plano o angular de $1/8 \times 3/4$ " o 1", que unen la varilla de la columna con la guía, las cuales se distribuyen de igual forma que los pernos de expansión. Para realizar este tipo de anclaje, se rompe los laterales del vano donde se instalarán las guías para dejar expuesta una varilla de hierro y así poder soldar las patas. Posteriormente deberá fundirse con concreto.

Figura 43. **Montaje de guías con patas de anclaje**

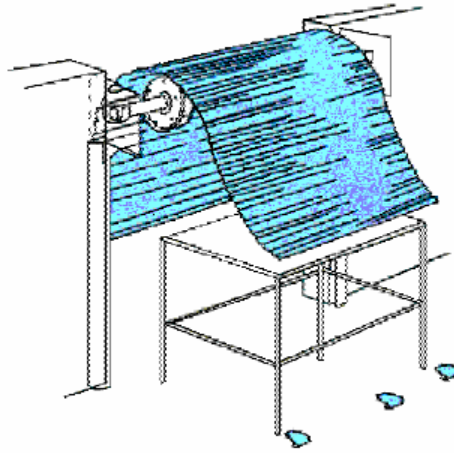


Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 12.

- Montaje del eje:
 - Verificar el lado, resortes derecho e izquierdo, visto desde adentro de la cortina. Los tornillos en el eje deben quedar colocados con la cabeza hacia arriba.
 - Engrasar tubo del eje al lado de los bombos para que deslicen fácilmente hacia los extremos cuando se les aplique presión.
 - Atornillar el eje a los cargadores de los platos.

- Montaje del lienzo:
 - Subir y colocar el lienzo sobre el eje, introduciéndolo en las guías para que se deslice hacia abajo. Luego insertar las orejas de anclaje en la duela superior.
 - Aplicar presión en los resortes, para lo cual se debe marcar con tiza la parte superior de los resortes y luego girarlos en sentido de las manecillas del reloj, visto desde el lado derecho (todos los resortes se giran hacia el mismo lado). Realizar 7 giros (este número depende de las dimensiones de la cortina), las cuáles se pueden contar con las líneas realizadas por la tiza.
 - Atornillar las orejas de anclaje a los bombos del eje, pero sin apretar mucho por si fuera necesario hacer ajustes, aumentando o disminuyendo la presión de los resortes.

Figura 44. **Montaje del lienzo**



Fuente: XUYÁ VELÁSQUEZ, Axel. *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada al servicio de instalación y mantenimiento de persianas metálicas enrollables*. p. 29.

El montaje del faldón se realiza según sus características: normal, volteado o con sistema:

- Faldón normal: se coloca el faldón apretando los respectivos tornillos. La parte entera se instala afuera y las dos piezas complementarias por dentro. Las tuercas deben quedar del lado dentro de la cortina. Se verifica que al moverse el lienzo no rocen los extremos del faldón en la pared. De darse esta situación, se corta un pedazo de ala en el extremo que roza del faldón. Si las guías se instalaron a escuadra, debe perforarse la pared para que puedan cerrarse adecuadamente los pasadores.
- Faldón volteado: deben soldarse a las guías los complementos de los portacandados o chapetas para que se ajuste con los que ya vienen en el faldón. Si la instalación de las guías es a escuadra, los complementos son dos chapetas de 9 cm (2") soldadas por fuera de la guía. Si la instalación es normal, se suelda una chapeta de 9 cm hacia dentro del vano, pero

afuera de la guía, y hacia afuera del vano se suelda una chapeta de 15 cm (4") por dentro de la guía. Luego se atornillan las dos piezas del faldón a la duela del lienzo.

- Faldón con sistema:
 - Instalar la chapa de seguridad en el espacio que le corresponde en la duela.
 - Montar el faldón y atornillarlo a la duela respectiva.
 - Soldar las piezas de hierro plano que unen los extremos de la chapa con los hierros planos que tiene los pivotes, enderezando los extremos para que coincidan y se logre un buen movimiento lateral.
 - Caídas o bajadas: se fabrican con 2 hierros planos de 3/16 x 1", de 20 cm de longitud y 2 hierros planos de 1/8 x 1 1/4" y 5 cm de longitud. Su función es ser guía y tope para el faldón, ya que para que los pivotes siempre bajen dentro de su respectiva base, debe evitarse que el faldón tenga movimiento hacia los lados. Se sueldan a un lado de cada guía, curvando el extremo superior de los hierros planos de mayor longitud.
 - Bases para pivotes: se marca en el piso el rectángulo donde coinciden los pivotes y se hacen los agujeros para fundir las bases. Debe verificarse que los pivotes ingresen correctamente y que queden al nivel que corresponde para la cortina.

Figura 45. **Montaje del faldón**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

El mecanismo de cadena se hace necesario instalarlo en todas las cortinas cuyas dimensiones y peso no hacen posible subir y bajar el lienzo por impulso. Deber tomarse en cuenta también, que este tipo de cortinas debe llevar faldón volteado, pues si utilizara faldón normal, al bajar el lienzo el peso de la cortina provocaría una deflexión en la duela inferior.

- Montaje de guías: La instalación de las guías es exactamente el mismo que las cortinas de impulso, según las condiciones del vano.
- Montaje del eje:
 - Medir el espacio entre platos para verificar que la medida del tubo es la adecuada. Deben quedar 1,5 cm de separación entre el tubo del eje y el plato donde se instalará el mecanismo.

- En el extremo abierto del tubo del eje soldar la flecha, que está hecha a la medida del tubo y por lo tanto cubre completamente el hueco.
- Montar el eje, introduciendo primero la punta de flecha en el plato correspondiente y luego enganchando el eje del otro extremo en su respectivo plato.
- Montaje mecanismo de cadena:
 - Según el espacio que queda a un costado del plato donde se instala el mecanismo, la chumacera puede montarse adentro o afuera del plato. Se instala entonces, atornillando al plato respectivo.
 - Introducir una de las ruedas dentadas del engranaje en la punta de flecha y fijarla con cuñas en los espacios correspondientes. Luego montar el resto del engranaje en el plato, sujetando con vise gripe, haciendo corresponder la rueda dentada previamente instalada con el piñón.
 - Soldar todo el mecanismo a la guía y al plato para que quede fijo.
 - Colocar la cadena en la noria.
 - Aplicar presión a los resortes internos del eje, girando el eje con la cadena en el sentido de las manecillas del reloj. Se debe girar 19 o 20 veces.

- Montaje del lienzo:
 - Montar la mitad superior del lienzo por encima del eje (no es posible subir el lienzo completo por el peso).
 - Atornillar las orejas de anclaje a los bombos y luego bajar el lienzo introduciendo un extremo en la guía.
 - Acoplar una por una el resto de duelas hasta completar el lienzo.
 - Una vez completo el lienzo, subirlo de nuevo para introducir el otro extremo en su respectiva guía y bajarlo por completo.

- Montaje del faldón: Instalar el faldón, atornillando a la duela que corresponde, de la misma manera que en las cortinas de impulso.

Figura 46. **Montaje mecanismo de cadena**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

2.4.3. Instalación de motores en cortinas

Para cortinas metálicas de grandes dimensiones, muchas veces resulta más apropiado la instalación de un motor para movilizarlas, debido al esfuerzo constante que conlleva utilizar un mecanismo de cadena. Por ello, CORTIGUA ofrece las siguientes alternativas:

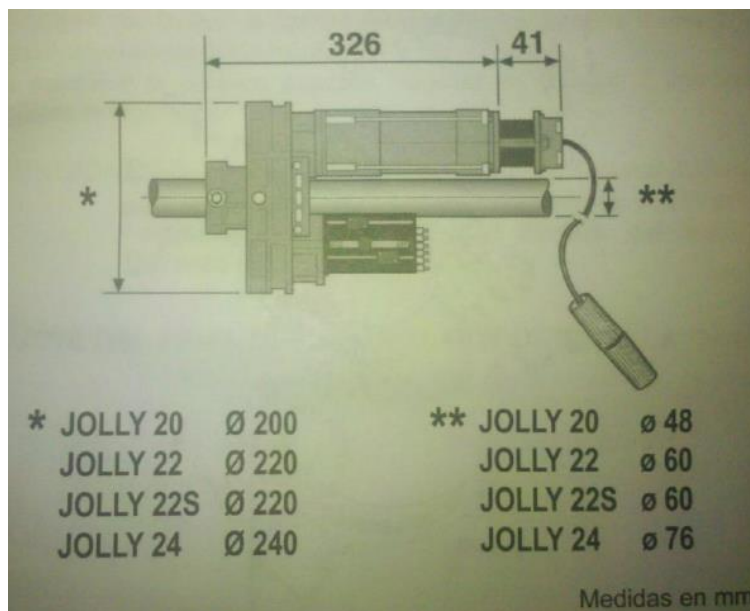
2.4.3.1. Motor al eje Rib Jolly

Este motor reductor se instala dentro del eje de la cortina, montado en el tubo, el cual es girado por una rueda motriz. Es de fabricación italiana de marca Rib, modelo Jolly 20, 22 o 24, según las dimensiones de la cortina. Trabaja con energía eléctrica de 110 V y tiene una relación de 12 RPM, una rueda motriz de 20, 22 o 24 cm, según el modelo del motor y 1/2 caballo de fuerza. El peso del motor reductor es de 8,5 Kg y tiene una capacidad de levante de 120 Kg (265 Lb) de peso con ayuda de los resortes.

El motor reductor viene provisto de finales de carrera, lo que permite que el motor detenga su marcha tanto en la subida como en la bajada de la cortina. Es de uso semi-industrial, lo que le permite de 10 a 15 ciclos (subida y bajada) por hora, pero al llegar a la décima vez debe dejarse un intervalo de 2 minutos para volverlo a utilizar y no calentar el motor.

Este motor tiene la característica de poseer un desbloqueo manual para cuando no haya energía eléctrica, llamado electro freno. Además, es posible adaptarle un cerebro-receptor, que sirve para activar la persiana con mandos o controles a distancia.

Figura 47. **Motor al eje Rib Jolly**

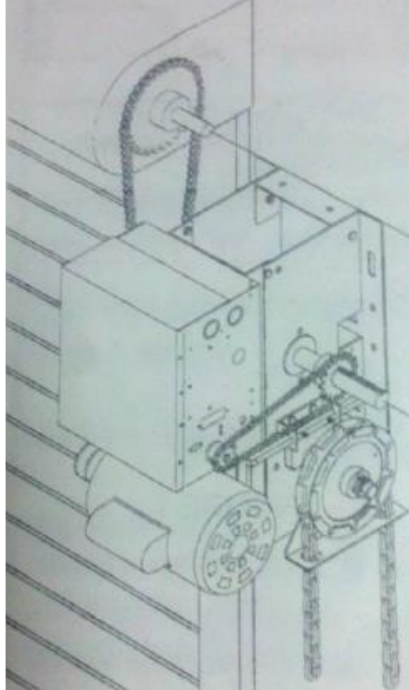


Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 27.

2.4.3.2. **Motor fuera de borda Lift Master**

Este es utilizado para cortinas de grandes dimensiones, siendo sustituto del mecanismo de cadena, por lo tanto, los componentes que lleva la cortina a la que se le instala este motor, son los mismos que se le colocan a la que lleva mecanismo de cadena. Es de fabricación americana, de marca Lift Master, disponible en 3/4 HP y 1 HP, para uso industrial (carga pesada). Trae además un juego de engranes con cadena industrial para que el uso sea más suave, así como la opción para colocarle un receptor para que sea utilizado con mando o control remoto. En caso de que no haya energía eléctrica, el motor se puede desactivar, para después poder levantar o bajar la persiana con un mecanismo de cadena.

Figura 48. **Motor fuera de borda Lift Master**



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 28.

2.4.3.3. Motor fuera de borda Gulf

Este operador funciona como caja moto reductora conectada al motor, para que este no se fuerce. Esto significa que no se necesitan resortes en el eje, lo cual lo hace una opción más económica. Se puede instalar debajo del rollo de la cortina o a un lado y se puede utilizar para cualquier tipo de cortina. Los modelos disponibles son con capacidad para levantar cortinas hasta 300 Kg (661 Lb) y cortinas hasta 500 Kg (1 102 Lb), con energía eléctrica 110 V, y para cortinas hasta 700 Kg (1 543 Lb) con energía 220 V.

Este motor también tiene la opción de cerebro-receptor, para uso de transmisores o controles a distancia. Además, cuenta con una cadena para maniobrar la cortina cuando no haya energía eléctrica.

Figura 49. **Motor fuera de borda Gulf**

Convex Design

- Less Noisy While Operating
- Easy To Operate & Weld

Slot-type
(Chain & Gear Assembled)

Chain-type
(Bracket & Chain Self-assembly)

- KS-300 300 Kilo 1/4HP
- KS-400 400 Kilo 1/3HP
- KS-500 500 Kilo 1/2HP
- KS-700 700 Kilo 3/4HP
- KS-1000 1000 Kilo 1HP

Frequency Range:280~450MHZ
• Electric Roller Door Remote Controller

Operador Gulf para 500Kls.

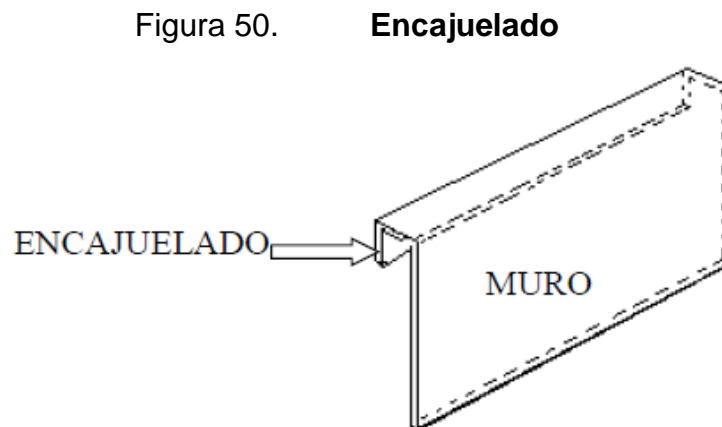
cortigua
Cortinas de Guatemala, S.A.

Fuente: CORTIGUA, S.A. Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables. p. 29.

2.4.4. Problemas técnicos en la instalación y alternativas de solución

Para proceder a la fabricación y montaje de cortinas metálicas, debe evaluarse bien la obra de construcción donde se instalará, ya que todas tienen características propias y la cortina prácticamente debe personalizarse, es decir, adaptarse a las condiciones de la obra. Algunos de estas condiciones en las obras que influyen en el montaje de una cortina se enumeran a continuación:

- Encajuelados: algunos constructores preparan un cajón o encajuelado para esconder y/o disimular las cortinas, por lo que se vuelve indispensable conocer las dimensiones del cajón para que el rollo de la cortina quede dentro de él. Se debe entonces medir el espacio para definir las medidas de los platos.

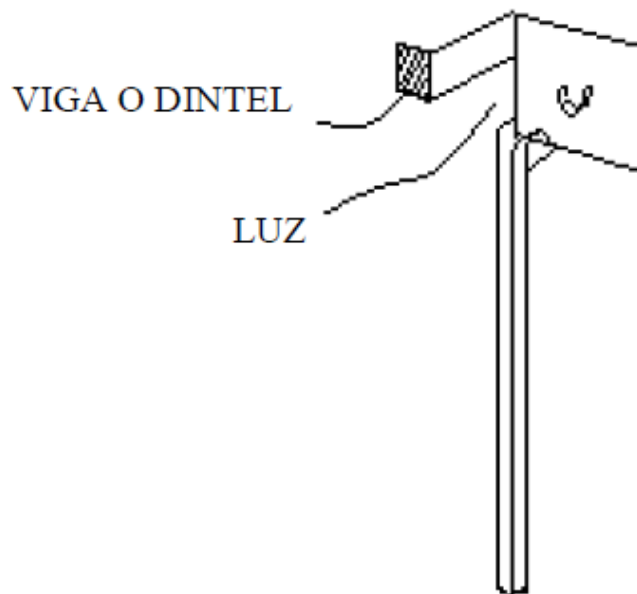


Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 3.

- Vigas o dinteles pequeños: en estos casos se debe medir el tamaño de la viga para asegurarse que el plato quede escondido y evitar quede una “luz” o espacio abierto arriba. Si al utilizar el plato más pequeño posible siempre

queda un espacio, será necesario instalar adicionalmente un tapa rollo frontal para cubrirlo.

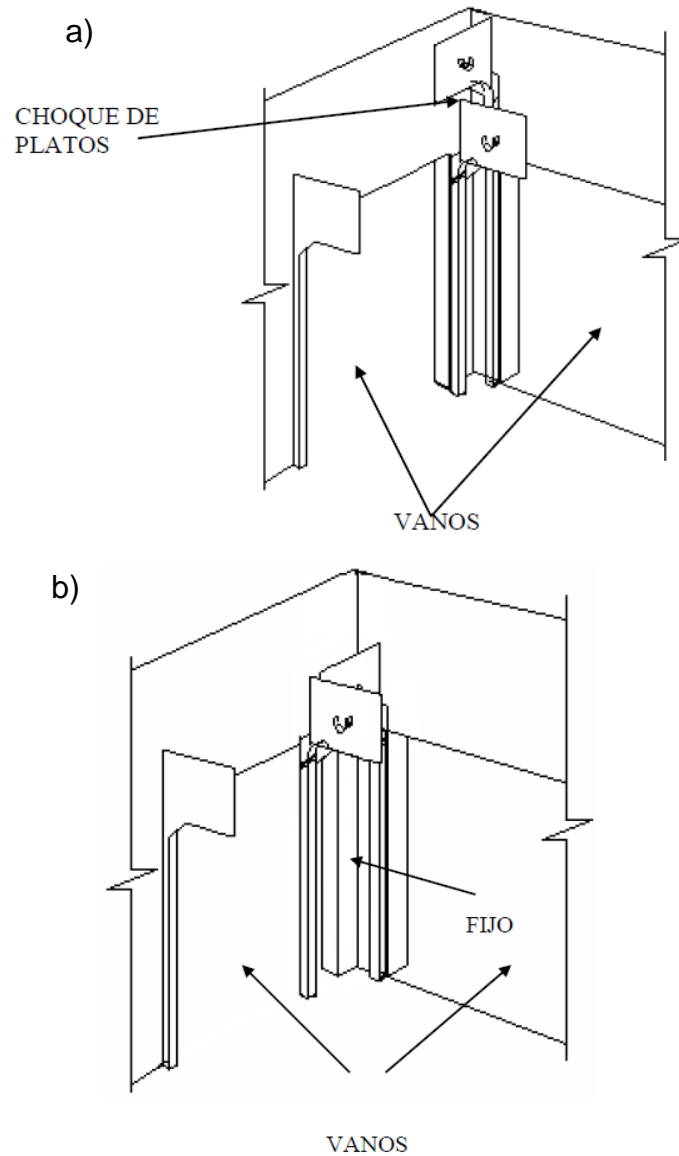
Figura 51. **Viga o dintel pequeño**



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 5.

- Choque de platos: esta situación se da cuando se tienen vanos que forman un ángulo de 90° , por lo que las cortinas se instalarán a la par. Las alternativas de solución son instalar una cortina adentro del vano y la otra afuera, o bien instalar un plato debajo del otro (figura A). En casos donde el cliente no quisiera una cortina por fuera y que el dintel no fuera suficiente para colocar un plato arriba del otro, se instalará entonces una cortina fija lateral, para evitar el choque de platos (figura B).

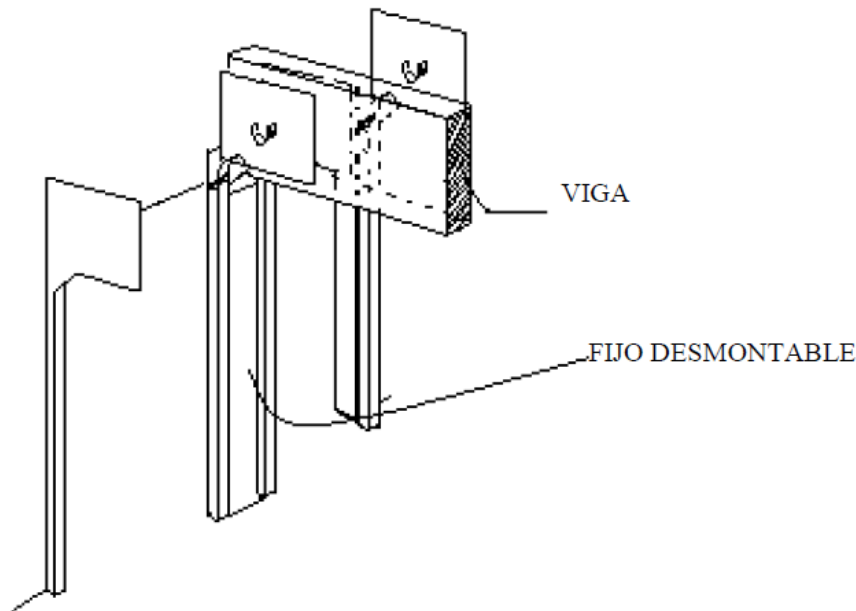
Figura 52. **Choque de platos**



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables.* p. 6.

- Viga que corta el vano: en este tipo de casos, debe primero medirse la viga para verificar si se puede instalar la cortina debajo de ella, o deberán instalarse dos cortinas y una cortina fija desmontable que cubra el espacio de la viga para que no se le robe ningún espacio al vano.

Figura 53. **Viga que corta el vano**



Fuente: CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. p. 6.

2.5. **Propuesta de ahorro energético y de costos**

En cualquier proceso productivo, el análisis de consumo energético es vital para generar propuestas que se traduzcan en una disminución significativa de los costos de producción.

2.5.1. **Disminución en el consumo eléctrico**

En la búsqueda de ahorro energético, se debe prestar toda la atención a los motores eléctricos, pues son los usuarios de mayor consumo de energía eléctrica en plantas industriales. Aproximadamente entre el 60 y 70 % del consumo de energía eléctrica de una industria corresponde a equipos electromotrices, por tanto, se resalta la importancia de identificar y evaluar oportunidades de ahorro

de energía en ellos. Sin embargo, es necesario determinar con precisión el estado energético actual de los mismos y conocer sistemas alternativos como son motores de alta eficiencia y variadores de frecuencia entre otros.

La función de un motor eléctrico es convertir la energía eléctrica en energía mecánica para realizar un trabajo útil. En la transformación una parte de la energía eléctrica tomada de la red se convierte en calor, constituyendo una pérdida inherente al motor. Las pérdidas de un motor de inducción, pueden ser desglosadas en 5 principales áreas, cada una de estas depende del diseño y construcción del motor. Estas pérdidas se clasifican en aquellas que ocurren cuando el motor está energizado y permanecen para un voltaje y velocidad dados, y las que se dan en función de la carga del motor: eficiencia, factor de carga, factor de servicio, potencia adecuada y par o torque.¹²

- Eficiencia de un motor: es la relación entre la potencia mecánica de salida y la potencia eléctrica de entrada. Este es el concepto más importante desde el punto de vista del consumo de energía y del costo de operación de un motor eléctrico. La eficiencia se puede expresar de las siguientes maneras:

Eficiencia = Potencia mecánica de salida / Potencia eléctrica que entra

Eficiencia = Potencia eléctrica que entra – Pérdidas / Potencia eléctrica que entra

¹² CNNE. *Curso-taller promotores de ahorro y eficiencia de energía eléctrica*. [https://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20\(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n\).pdf](https://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n).pdf). Consulta: noviembre 2020.

- Factor de carga: es un índice que indica la potencia que entrega el motor cuando se encuentra ya en operación con relación a la que puede entregar. Se determina de la siguiente manera:

Factor de carga = potencia real entregada / potencia de placa del motor

- Factor de servicio: es un indicador de la capacidad de sobrecarga que puede soportar un motor eléctrico, sin embargo, esto no quiere decir que tenga que trabajar continuamente a ese valor; el factor de servicio debe entenderse como una capacidad adicional que posiblemente se llegue a ocupar en muy raras ocasiones. De hecho los motores sobrecargados reciben mayor corriente eléctrica que la nominal, calentándose en mayor medida y reduciendo notablemente su vida útil, además de bajar la eficiencia de su operación. Se expresa así:

Potencia máxima en sobrecarga = Factor de Servicio x Potencia del Motor

- Potencia de un motor: en virtud de que la mayoría de los motores eléctricos presentan su mayor eficiencia al 75 % de factor de carga, es conveniente que la elección de la potencia sea para que este trabaje al 75 % de carga. Así trabajará en el rango de alta eficiencia y tendrá un 25 % de capacidad adicional para soportar mayores cargas de trabajo, evitando también el sobrecalentamiento del motor. La potencia del motor eléctrico la determina el equipo acoplado, que la indica en BHP, Brake Horse Power o Caballo de Potencia en la Flecha. Se expresa por medio de la ecuación:

Potencia del motor = potencia en la flecha (BHP) / 0,75

- Par del motor: se refiere al torque desarrollado por éste. El par motor se expresa y se mide en Newton por metro (N.m); un par de x Nm, es igual al esfuerzo de tracción de x Newtons, aplicado a un radio de un metro. Por otro lado, la potencia puede ser calculada si se conoce el torque requerido por el equipo, mediante la siguiente ecuación:

$$HP = \text{Torque (Nm)} \times \text{RPM} / K$$

donde K es constante, igual a 7,124 si T está en Nm; y 5 250 si T esta pie-libra.¹³

La aparición de nuevos conceptos en los procesos industriales sobre la velocidad, eficiencia, factor de potencia y requerimientos adicionales para optimizar los procesos y lograr disminuir el consumo energético, aceleró el desarrollo de los diseños de máquinas eléctricas. Uno de los requerimientos más exigentes lo constituye la variación de velocidad la cual obliga a los motores a funcionar en condiciones cambiantes, a veces tan distintas como velocidades se necesitan. Actualmente la aplicación de los variadores de velocidad ya sea en CA o CD está presente en procesos tan variados que su aplicación en el ámbito industrial es cotidiana. Puede decirse que dondequiera que se requiere controlar velocidad, aceleración, par-motor, sentido de giro, el arranque y ahorrar energía eléctrica al utilizar motores, se aplica con ventaja, un variador de velocidad.

En los procesos de fabricación continua, donde la fabricación de un producto necesita el flujo constante y continuo de material, se requiere la variación de velocidad de tal manera que todos los motores permitan la

¹³ CNNE. Curso-taller promotores de ahorro y eficiencia de energía eléctrica. [https://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20\(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n\).pdf](https://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n).pdf). Consulta: noviembre 2020.

coordinación de velocidades y frecuentemente de par-motor para mantener la línea funcionando sin generar tirones que romperían al material ni aflojamientos que deterioren el mismo, es decir, manteniendo una tensión constante. El control de velocidad es la mejor manera de acoplar un sistema motriz a las condiciones variables de los procesos involucrados.

El convertidor de frecuencia variable (CFV) es el control más recomendado para el motor de inducción tipo jaula de ardilla usado en las máquinas roladoras. Este control suministra la potencia, permite la variación de velocidad en el motor sin ningún accesorio extra entre el motor y la carga, y además es una excelente protección al mismo y la mejor alternativa para disminuir el consumo excesivo de energía eléctrica.

2.5.2. Disminución de mermas en materia prima

En el proceso de rolado de duelas para cortinas metálicas enrollables siempre hay tendencia a pérdidas de material por diversos factores, lo cual impacta en el costo de producción y por consiguiente afecta la rentabilidad del proceso. Es por ello que se busca identificar estos factores que provocan mermas de material para poder plantear alternativas que minimicen la problemática y permitan optimizar el proceso.

Al hacer un análisis del proceso industrial de fabricación de cortinas metálicas enrollables, podemos identificar los siguientes factores que provocan mermas:

- Mermas por manejo de material: la lámina se daña en la recepción y movilización de los rollos.

- Mermas por almacenamiento: al estar mucho tiempo almacenado, el material se deteriora, aunado a que las condiciones de almacenamiento no son óptimas.
- Mermas en la producción: problemas en la operación de maquinaria pueden provocar un producto defectuoso o con las medidas incorrectas, o no se logra aprovechar al máximo el material para la fabricación.

Para reducir las mermas en el proceso de producción, con base en los factores analizados, se plantean las siguientes propuestas:

- Estandarización de procesos: es importante definir los procedimientos a realizar en el proceso de recepción de materia prima, implementando una ruta a seguir en la logística que implica la movilización y almacenaje de los rollos de lámina, para evitar daños en los mismos. Este proceso compete al área de bodega y logística, por lo que el departamento de producción debe solicitar que se implemente la propuesta.
- Mejoramiento de condiciones de almacenamiento: se debe sugerir al departamento de bodega que implemente también una metodología para rotación de materia prima, para evitar que las condiciones de almacenamiento afecten la calidad del material. El desorden no contribuye a resolver la problemática, por lo que debe designarse un área específica para almacenar los rollos de lámina destinada a producción de duelas.
- Mejoramiento del plan de mantenimiento preventivo y reutilización de material: se debe dar seguimiento a la lista de chequeo que utiliza el departamento de mantenimiento para que haya una correcta y periódica revisión al equipo y maquinaria de producción, que permita evitar fallos en

el roloformado de duelas. Debe haber una adecuada verificación de medias previamente al proceso de producción. Además, en el proceso de fabricación de guías, ejes y faldones, deben girarse instrucciones precisas al personal para maximizar el uso del material, principalmente en las siguientes situaciones:

- De los sobrantes de duelas deben fabricarse orejas de anclaje para lienzos.
- De los sobrantes de guías se deben fabricar tapa guías y bases para pivotes.
- Los sobrantes de tubos para ejes se pueden utilizar para los ejes que se colocan en el centro de los bombos.
- Los sobrantes de hierros angulares y hierros planos utilizados en el proceso de fabricación en general deben reutilizarse, por ejemplo: para tapa candados de chapetas, para unir lañas al hierro angular en faldones con sistema, en la fabricación de tensores para puertas, y otros procedimientos en que sean útiles.

2.5.3. Ahorro de insumos en la producción

Para ahorrar costos en la producción, es indispensable establecer un adecuado control en la utilización de los insumos operativos, evitando el desperdicio y estableciendo límites para que no haya exceso en su consumo. La estandarización de procesos debe tomar en cuenta los insumos operativos para que se minimicen los costos sin afectar la productividad.

Entre los principales insumos utilizados en el proceso industrial de fabricación de cortinas metálicas enrollables se nombran los siguientes: grasa, wipe, taladrina, aceite multiusos WD-40, discos para corte y para pulir, tiza, lija, alambre de amarre, cinta adhesiva, fleje de plástico, electrodos y sierras.

El inconveniente en la búsqueda de alternativas de ahorro, es que no se puede cuantificar con exactitud la cantidad requerida en el proceso industrial de algunos de los insumos. Por ello, se debe enfocar en el establecimiento de lineamientos específicos para un uso consciente y responsable de los insumos por parte del personal operativo, de la mano de un adecuado control por parte de la bodega de suministros. Para lograrlo, se proponen los siguientes pasos:

- Llevar una hoja de control de insumos específicos por operario de máquina y fabricante para calcular la cantidad de sumos que se invierte en la producción de los elementos de las cortinas metálicas enrollables.
- Realizar una planificación presupuestada con máximos y mínimos asignados a cada área de operación, en común acuerdo con el departamento de compras. La responsabilidad del uso y administración eficiente de los insumos será delegada a los operarios y fabricantes a cargo.
- Requerir a los operarios y fabricantes que lleven un registro de los insumos utilizados, el cual será paralelo al registro que deben llevar en la bodega de insumos, para cuadrar al final del mes con la existencia en inventario, verificando que no exceda de los límites asignados.

3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

3.1. Materia prima

Con base a la información recopilada en la fase de investigación sobre las propiedades del acero, se plantean propuestas a los inconvenientes detectados en el proceso de producción para la optimización del mismo.

3.1.1. Resolución de problemas en el rolado de lámina

Tomando como base en las propuestas realizadas en la fase de investigación, se dio seguimiento al proceso de rolado de duelas para cortinas metálicas enrollables. El diseño de las máquinas permite el formado del perfil que corresponde y la cantidad de pasos que cada máquina realiza por medio de los rodillos para el conformado es suficiente para realizarlo. Lo que se debe de estar monitoreando y controlando constante son los ajustes en los rodillos. La separación entre cada uno debe mantenerse de tal forma que permita la libre circulación de la lámina según su grosor, pero con la presión necesaria para que el roloformado sea óptimo.

En cuanto a la velocidad de la máquina para el rolado de la lámina, se midieron tiempos en el proceso de producción para establecer los límites requeridos para tener una alta productividad, pero sin poner en riesgo un conformado de duela preciso que cumpla con los requerimientos de fabricación. Como la medida de las duelas varía para cada cortina, se midieron los tiempos con tres longitudes diferentes y se obtuvo un promedio que sirviera de base. Los límites definidos son los siguientes:

Tabla IX. **Velocidad de máquina para el rolado de lámina**

Producto	Primera medición		Segunda medición		Tercera medición		PROMEDIO (pies/min)
	Largo evaluado	m/min	Largo evaluado	m/min	Largo evaluado	m/min	
Duela 151 Semiplana	2,77 m	8,75	1,19 m	6,49	2,64 m	8,80	26,28185008
Duela 130 Plana	2,69 m	6,73	4,11 m	7,05	3,19 m	6,38	22,03144762
Duela 158 Cóncava	2,78 m	12,83	2,88 m	12,34	2,01 m	12,06	40,70876484
Duela 151 Cóncava	2,04 m	9,42	3,00 m	11,25	3,95 m	11,85	35,55015385

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word 2013.

3.1.2. Implementación de cambios en la producción para disminución de mermas

Siguiendo los lineamientos establecidos en la fase de investigación, se realizó un acercamiento al área de producción de cortinas metálicas enrollables para la implementación de las propuestas para disminuir mermas. El trabajo efectuado se resume de la siguiente manera:

- Estandarización de procesos: en común acuerdo con el departamento de logística y bodega, se evaluaron los procesos de recepción, movilización y almacenamiento de los rollos de lámina, bajo la premisa de evitar golpes en los mismos que dañan la lámina y provocan mermas. Para lograrlo, se delimitaron y marcaron los espacios en la planta para movilización del montacargas y para almacenamiento de los rollos, pues anteriormente se colocaban donde hubiera espacio y era común encontrar obstáculos en el paso del montacargas.

- Mejoramiento de condiciones de almacenamiento: se designó un área específica junto a los portarrollos de las máquinas roladoras de duelas para colocar los rollos de lámina que corresponde utilizar según los requerimientos de producción y respetando la metodología de almacenaje PEPS para la rotación del material.
- Mejoramiento del plan de mantenimiento preventivo y reutilización de material: Según los procedimientos a realizar contemplados dentro de la lista de chequeo del departamento de mantenimiento, se dio seguimiento a la revisión de las máquinas y se constató que se estableció una rutina constante. Esto garantiza que se minimizarán las fallas repentinas y se procederá a corregir de manera inmediata cualquier inconveniente que provoque un mal proceso de roloformado de lámina que se traduzca en mermas en la producción. Por otro lado, se crearon espacios junto a las mesas de trabajo de los fabricantes de guías, ejes y faldones, para almacenar material sobrante que puede ser reutilizado, tomando en cuenta los elementos específicos propuestos en la fase de investigación.

3.2. Máquinas roladoras

Con el objetivo que el proceso de fabricación de duelas para los lienzos de las cortinas se agilice y se traduzca en un incremento de la productividad, en la fase de investigación se analizaron las deficiencias en las máquinas roladoras, la mayoría de las cuales han estado trabajando desde los inicios de la empresa. Las propuestas de mejora planteadas respaldaron la decisión realizada por la empresa de invertir en un nuevo equipo que reuniera las innovaciones necesarias para el alcance de las metas de producción. Por ello, esta etapa se readecuó a la realización del montaje de tres nuevas máquinas roladoras de duelas adquiridas para optimizar el proceso industrial.

3.2.1. Montaje del equipo

El equipo adquirido son dos máquinas roladoras de duelas Perfil Normal 151 y una máquina para Perfil Semiplano 151. Cada máquina cuenta con los siguientes elementos:

- Portarollo doble giratorio.
- Panel de control.
- Unidad de potencia hidráulica.
- Bastidor con tren de roloformado.
- Mesa receptora de duelas.

El tren de roloformado consta de 13 pasos o pares de rodos en la secuencia de doblez, que son movilizados por un motor de 7,5 KW de 440 V, con caja reductora y transmisión por cadenas. El diseño de la máquina hace que no sea necesario el uso de taladrina ni ningún otro lubricante. El corte final se realiza por con una cuchilla impulsada por un sistema hidráulico activado con un sensor.

Para montar cada máquina, el bastidor y el portarrollos se anclaron al suelo con pernos de expansión de 3/8".

Para el consumo eléctrico de la máquina, la fuente de alimentación eléctrica se tuvo que convertir de 220 V a 440 V. Estando listo el cableado respectivo, se procedió a conectar el motor, el sensor y la unidad de potencia hidráulica al panel de control que contiene el PLC. Debido a que el cableado de

la unidad de potencia hidráulica era muy sencillo, se tuvo que sustituir, colocando una caja distribuidora para el radiador y la válvula de control direccional, con cables más resistentes, para luego conectarlos al panel de control.

Se conectaron las mangueras de la unidad de potencia hidráulica al mecanismo que activa la cuchilla de corte de la máquina. Luego se procedió a llenar con aceite hidráulico HM 68 la caja de la unidad; y tomando en cuenta las medidas: 60 cm x 66 cm de la base y 34 cm de altura al nivel requerido, el volumen se tradujo a un aproximado de 35 galones de aceite.

Se engrasaron las cadenas y se ajustó el tren de roloformado a la altura necesaria para que la duela ingrese en el molde de la unidad de corte. También se ajustaron los rodos en cada paso para que el rolado sea uniforme, y así evitar que la lámina salga deflectada.

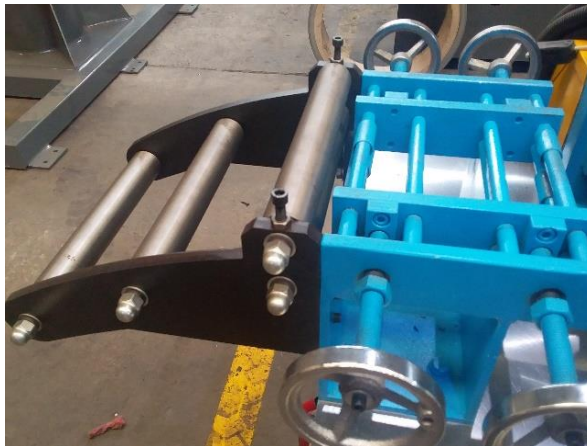
3.2.2. Automatización del portarrollos

Uno de los principales problemas al efectuar el rolado de la lámina en la producción de duelas para lienzos de cortinas, surge en el portarrollos o desenrollador, pues cuando la máquina arranca el proceso, el esfuerzo de tracción ejercido sobre la lámina incide directamente sobre el tren de rolado, provocando un desajuste de los rodos y por consiguiente un inadecuado roloformado. Para evitar este problema, ha sido necesario colocar una persona para que desenrolle manualmente la lámina para aminorar el esfuerzo de tracción.

En la fase de investigación, se propuso automatizar el proceso de desenrollado, siguiendo un modelo implantando previamente en las máquinas de rolado de lámina para techo que la empresa produce, donde se instaló un motor

y un sistema de transmisión en cada portarrollo para automatizar el desenrollado. Pero debido a la introducción de nuevas máquinas para la producción de duelas, el diseño hizo innecesario este procedimiento. Las nuevas máquinas cuentan con un sistema de rodos en el ingreso de la lámina al tren de rolado, por lo que el esfuerzo de tracción se aminora al incidir directamente sobre los estos rodos y no sobre el tren de rolado. Además, el nuevo portarrollos cuenta con un rodamiento axial adicional a los dos rodamientos radiales que con que contaba el portarrollos anterior, por lo que brinda mayor resistencia a la carga.

Figura 54. **Automatización del portarrollos**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

3.2.3. Automatización del proceso de corte

Las nuevas máquinas roladoras de duelas presentan dos significativas ventajas para optimizar el proceso de producción:

- Se elimina el proceso de medición manual de duelas previo al corte, pues la máquina cuenta con un sistema computarizado para programar la medida que se requiere cortar.

- El sistema de corte con tronzadora es sustituido con un sistema de corte impulsado por una unidad de potencia hidráulica.

La unidad de potencia hidráulica cumple la función de abastecer de aceite al circuito hidráulico que impulsa la cuchilla de corte de la máquina, con una presión y caudal adecuados para su correcto funcionamiento. La unidad cuenta con un tanque de almacenamiento de aceite, un motor eléctrico en la parte externa que hace trabajar a la bomba hidráulica instalada dentro del tanque y un radiador de aceite hidráulico. No puede faltar, como en todo sistema hidráulico, el filtro de aceite, la válvula direccional y un manómetro.

De forma resumida, el proceso para producir una duela inicia al arrancar la máquina (previo haber montado el rollo y programado la medida y cantidad de duelas deseadas en el panel de control); el sensor incorporado al final del tren de rolado actúa para detener el movimiento cuando se ha rolado la medida requerida de la duela, para que la unidad de potencia hidráulica accione la cuchilla que corta la duela. Luego se reinicia el proceso.

3.2.4. Reestructura del plan de mantenimiento preventivo

Para enfocarse en el proceso de mantenimiento de los equipos, CORTIGUA., ha planteado la misión y visión para el personal responsable del mismo:

- Visión: mantener y preservar los equipos, vehículos y maquinaria en óptimas condiciones, evitando así los paros de producción e inversiones innecesarias para la reducción de costos.

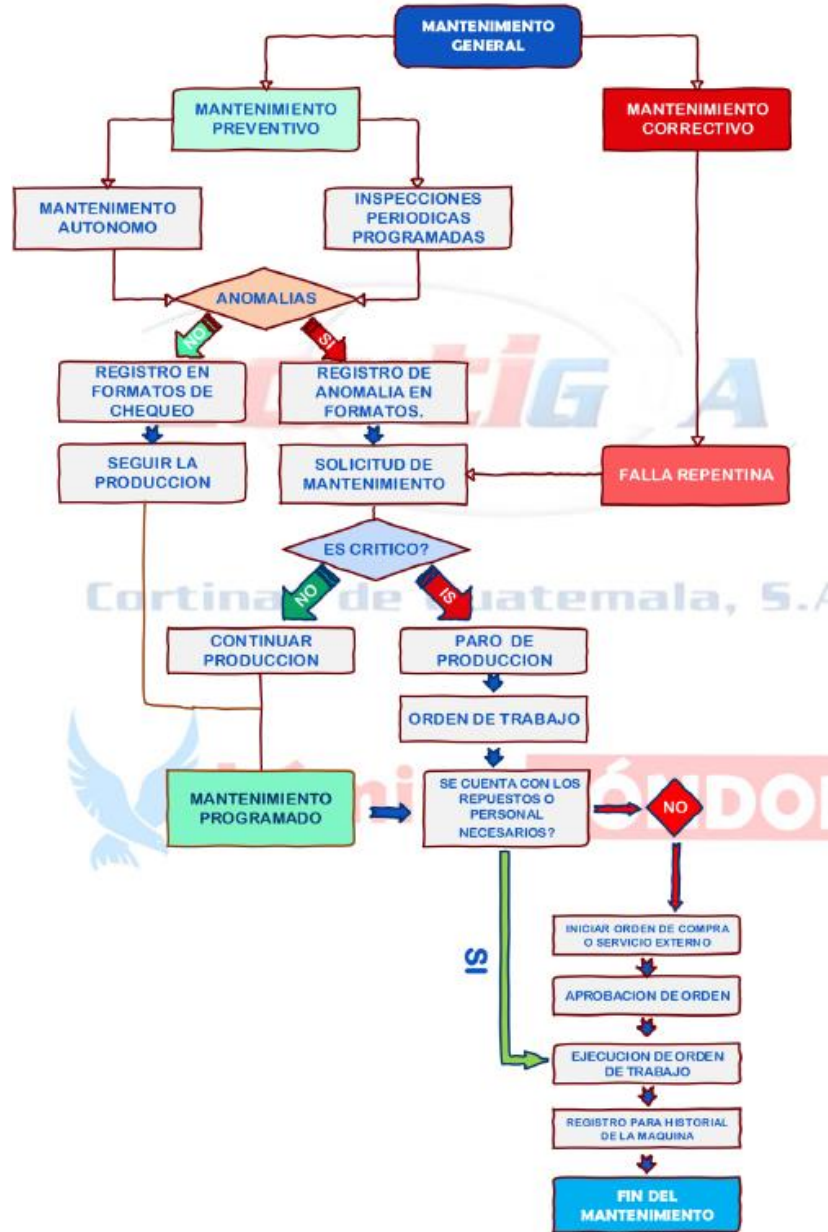
- Misión: poder ejecutar el plan de mantenimiento al 100 % para poder garantizar un mejor funcionamiento de los equipos y así poder incrementar la utilidad en base a metas gerenciales.

La empresa ha establecido un plan de mantenimiento preventivo, que plantea los siguientes objetivos:

- Vida prolongada del equipo.
- Menos tiempo de inactividad no planificada causada por falla del equipo.
- Menos mantenimiento innecesario e inspecciones.
- Menos errores en las operaciones cotidianas.
- Mejora de la fiabilidad de los equipos.
- Menos reparaciones costosas causadas por fallas inesperadas del equipo que deben corregirse rápidamente.

Para tener un mejor control y no pasar por alto ningún detalle en la revisión periódica de los equipos, con el departamento de mantenimiento se diseñó una hoja de verificación o “check list”, que incluye todos los elementos de la maquinaria utilizada en el proceso de fabricación de cortinas metálicas que deben ser revisados en la rutina de mantenimiento preventivo. Esta se incluye en la sección de anexos.

Figura 55. Diagrama de flujo mantenimiento general



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

3.3. Proceso industrial de fabricación de cortinas metálicas enrollables

Debido al incremento de la demanda de fabricación de cortinas metálicas enrollables, se busca optimizar el proceso industrial implementando las propuestas analizadas.

3.3.1. Reestructura de la línea de producción de cortinas

Una reestructura en la línea de producción conlleva una gran limitante, pues cada cortina fabricada es de diferente medida, por lo que no es posible producir duelas, faldones, ejes o guías para stock, sino que cada elemento debe fabricarse según el requerimiento (rectificación) que especifica las medidas tomadas en la obra donde se instalará. Por tal razón, la línea de producción debe enfocarse en evitar contratiempos en la fabricación, contando con todos los elementos necesarios para lograr reducir la brecha entre la emisión de la orden de fabricación y la entrega de la cortina completa y ser despachada para su instalación.

La reestructura de la línea de producción se realizó entonces en tres etapas:

- Fabricación en serie de accesorios para las cortinas: en el taller que la empresa posee en la aldea Chichimecas, Villa Canales, se ha destinado la producción específica de accesorios que se utilizan en la fabricación de cortinas, sin importar las medidas de estas, por lo que pueden producirse para stock. Los accesorios son los siguientes: resortes, bombos, pasadores, portacandados o chapetas, eslabones o links, pivotes, bases para pivotes, jaladores, lañas, tapa guías, juegos de argollas, puertas y ventanillas.

Además, los siguientes accesorios que se fabricaban con el respectivo elemento de la cortina, se designaron como elementos para producir en serie para stock:

- Para guías: cargadores, breizas y topes.
 - Para faldón: aros para jalador, lañas para pasador, lañas y tapa candados para chapetas.
 - Para ejes: bombo para tubo de 4", bombo medio, bombo loco y bombo con cojinete.
- Reubicación de los espacios de fabricación de faldones, guías y ejes: las áreas destinadas a la fabricación de faldones, guías, ejes y demás accesorios de las cortinas metálicas, se encontraban dispersas en la planta alta y baja de la empresa, pues con el crecimiento de la empresa se fueron ubicando donde hubiera espacio. Para establecer una línea de producción y optimizar el tiempo y el espacio, se reubicaron las áreas de trabajo en la planta baja, en un espacio delimitado específicamente para las mesas y equipo necesario para el trabajo. Esto evitó que los fabricantes tuvieran que movilizarse entre la planta alta y baja por la ubicación del equipo, y permitió que tuvieran espacios para la ubicación de materia prima y material para reutilización, así como para el almacenaje del producto terminado.
 - Optimización del proceso de producción de duelas: el montaje y puesta en marcha de la nueva maquinaria roladora de duelas, permitió incrementar la productividad, ya que se optimizó el tiempo y los recursos para

fabricación, automatizando la alimentación de la máquina, la medición y el corte.

3.3.2. Implementación de cambios en la metodología de fabricación

La fabricación de los elementos de las cortinas metálicas enrollables se ha estado realizado de la misma forma como se implementó desde los inicios de la empresa, cuando la producción era menor. Para optimizar el proceso e incrementar la productividad, se hizo necesario la introducción de cambios en la metodología de fabricación, enfocados en que exista una secuencia y un orden en el proceso industrial. Estos cambios se explican a continuación en cada una de las etapas del proceso:

- Generación de órdenes de producción: anteriormente, la información de la rectificación para fabricar una cortina, se trasladaba a mano en un papel, el cual se entregaba al fabricante designado. La empresa decidió invertir en un nuevo software, en el cual se ingresa la información de la rectificación y permite generar una orden de producción con los datos que los fabricantes requieren para trabajar la cortina. Con este nuevo sistema, se pudo agilizar el proceso de generación de órdenes de producción.
- Distribución del trabajo entre los operarios: la forma de trabajo para la fabricación de la cortina, consistía en repartir entre seis fabricantes los elementos de la cortina, por lo que cada uno sería responsable de fabricar ya sea, el faldón, las guías, el eje, o algún accesorio adicional requerido. Se implementaron dos alternativas: la primera es designar a cada fabricante como encargado de fabricar un elemento específico (dos para fabricar solo faldones, dos para ejes y dos para guías), lo cual permitirá

que cada uno desarrolle un mayor grado dominio en la fabricación del elemento y agilice su producción. La segunda alternativa es distribuir un elemento (faldón, guías o eje) entre dos fabricantes, quienes lo fabricarán dividiendo el trabajo entre ambos, lo que permite agilizar la producción cuando se deben fabricar varios faldones, guías o ejes.

- Provisión de materiales e insumos: anteriormente cada fabricante debía solicitar a bodega los materiales e insumos necesarios para fabricar, según los elementos de la cortina asignados en el papel entregado por el jefe de producción. Esto debía hacerlo por cada papel entregado durante la jornada laboral, por lo que bodega debía estar atendiendo las solicitudes de cada uno de los fabricantes. Con la implementación del nuevo software para generar las órdenes de producción, se puede planear el trabajo para la jornada y hacer una sola solicitud a bodega de todos los materiales e insumos necesarios para la producción del área de cortinas. De esta manera, se asegura que cada fabricante tenga a la mano lo necesario para producir.

3.3.3. Resolución de problemas técnicos

En la fabricación de cortinas metálicas enrollables, se detectaron algunos detalles que debían corregirse para evitar inconvenientes en la instalación, así como para asegurar un ahorro de material que a largo plazo resultó significativo. Los problemas corregidos fueron los siguientes:

- Traslape en el faldón normal: debido a que el faldón normal tiene pasadores que atraviesan la duela del lienzo donde se instala, el hierro angular interno debe fabricarse en dos partes para que pueda insertarse dentro de la duela y las guías. Para instalarse, se deja un traslape de las

dos piezas de hierro angular en el centro, donde se taladra un agujero de 3/8" para colocar uno de los tornillos de cabeza redonda con los que se fija el faldón a la duela. Dicho traslape se dejaba con una longitud de 10 cm, lo cual resultó inadecuado, pues representa desperdicio de material, tomando en cuenta la gran cantidad de faldones normales que se fabrican, pues por ser el modelo más económico es el que más se produce. Por tanto, en consenso con la Gerencia de Producción, se determinó reducir el traslape a 5 cm.

- Topes en el eje: con el tiempo, los resortes del eje se estiran y pierden su fuerza para movilizar el lienzo de la cortina. Como una medida para evitar demasiado estiramiento del resorte, se colocan topes a cada lado del bombo que sujeta el resorte. Estos topes son trozos de varilla de 1/4" cortadas de 8,5 a 9 cm de longitud para tubo de 1 1/4" y de 10 cm para tubo de 1 1/2". Se sueldan en el tubo del eje en agujeros previamente taladrados de 5/16". Después de un análisis técnico, se consideró innecesario taladrar el tubo para colocar estos topes, solamente con soldar un trozo más corto de varilla (3 a 4 cm), es suficiente para que cumpla su función de tope.
- Agujeros para cargador del eje: en los extremos del eje se taladran agujeros de 3/8", los cuales deben coincidir con los agujeros de los cargadores de los platos, para fijar con tornillos el eje a las guías laterales de la cortina. El inconveniente es que muchas veces en la instalación, por pequeñas variaciones en las medidas del vano, no coinciden exactamente los agujeros del tubo del eje con el de los cargadores. Para evitar este problema, se implementó en la fabricación de los ejes la realización de un agujero denominado ojo chino por su forma ovalada, que mide 3 cm de largo por 1,5 cm de ancho. Esto permitirá tener un margen de espacio para instalar los tornillos que fijan el eje a los cargadores.

- Proceso de fabricación de bombo: para fabricar la ficha que lleva el bombo, se debía primero troquelar las ruedas de 18 cm de diámetro de lámina negra y luego, uno por uno, se troquelaban cuatro semicírculos de 2" de diámetro distribuidos en las orillas de la ficha. Posteriormente, debía troquelarse el agujero del centro según el diámetro del tubo del eje (1 ¼", 1 ½" y 2"), y finalmente se troquelaba un embutido (formación de vena) en forma de cruz en la ficha. Todo este proceso que involucraba 7 pasos, se optimizó al implementar la utilización de un nuevo troquel que permitiera en un solo paso troquelar la rueda de 18 cm, los 4 semicírculos alrededor y el embutido. Por lo tanto, los 7 pasos para fabricar la ficha del bombo, se redujeron a solamente tres.

3.4. Instalación de cortinas metálicas enrollables

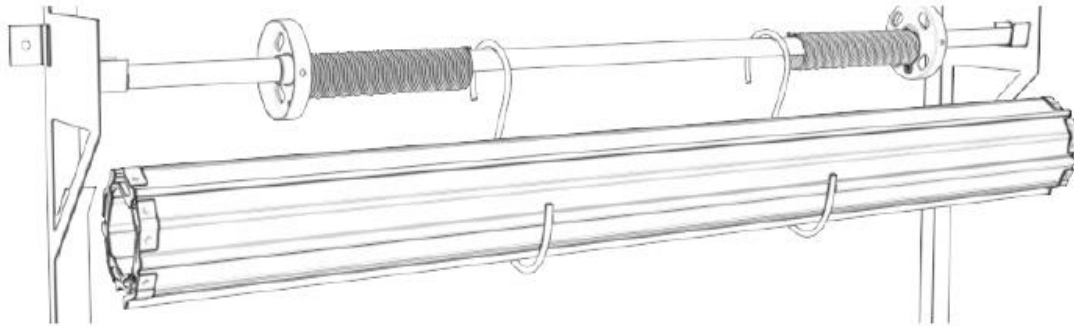
Con el objetivo de evitar inconvenientes en el proceso de instalación de cortinas metálicas enrollables, se ha analizado el proceso de fabricación, implementando cambios que optimicen el proceso general y faciliten también el montaje de la cortina.

3.4.1. Implementación de cambios en el proceso de instalación

No se considera prudente determinar parámetros específicos para la instalación de las cortinas, pues cada obra presenta sus propias características a las cuales está sujeto el proceso del montaje. Por tal razón, solamente se pueden definir generalidades para el proceso de instalación, enfocadas en los cuidados que el personal debe tener para que el montaje sea efectivo y la cortina cumpla correctamente su función. Estas generalidades se pueden resumir de la siguiente manera:

- Medición: es imprescindible medir el vano donde se instalará la cortina para verificar que coincida con las medidas con las que fue fabricado. Se dan casos en los que hay variación de medidas, por ello, siempre se dejará un margen de espacio para mover las guías hacia adentro o hacia afuera en los laterales si la instalación es normal. Lo más importante es que las guías queden perfectamente fijadas en los laterales del vano para garantizar la seguridad de la cortina.
- Montaje: para el montaje de las guías no debe escatimarse en la cantidad de orejitas a colocar y si es necesario debe utilizar el método de patas de anclaje. Para el montaje del eje debe evitarse soldar el tubo a los cargadores si no coinciden los agujeros respectivos, por ello se trabajará con agujeros tipo “ojo chino” para que no haya inconvenientes para colocar los tornillos. Para el montaje del lienzo, se acostumbraba mantenerlo sostenido entre dos personas (dependiendo del peso, a veces se utilizan lazos) para proceder a desenrollarlo sobre el eje. Para facilitar este proceso, se implementó el uso de ganchos hechos con varilla de hierro corrugado, lo cual permite descansar el peso del lienzo junto al eje al realizar el montaje.

Figura 56. **Cambios en el montaje**



Fuente: CORTMET. *Guía de instalación cortina de impulso*. p. 5.

- **Funcionamiento:** la presión que se le imprima a los resortes debe verificarse subiendo y bajando el lienzo y corroborando con el cliente para que esté de acuerdo con el resultado. Es importante entregar un trabajo limpio y tomar el tiempo necesario para explicar al cliente los cuidados que deben tenerse en el uso de la cortina.

3.4.2. Resolución de problemas técnicos

Los problemas técnicos pueden darse con el tiempo de uso de la cortina, por lo que deben ser solucionados conforme vayan surgiendo. No todo el personal de instalación dedica tiempo para explicar al cliente los cuidados que debe tener con la cortina y la empresa presta muy poca atención al tema de mantenimiento preventivo de las cortinas instaladas. Es por ello que se plantearon algunos aspectos puntuales en cuanto al mantenimiento y servicio de las cortinas metálicas enrollables, con el objetivo de que sean socializados con los clientes como garantía del producto entregado y para enfatizar su importancia en la aminoración de problemas técnicos. Dichos aspectos se resumen a continuación:

- Garantía de servicio: la atención, revisión regular y servicio técnico garantizarán un largo período de vida a la cortina. Por ello, debe procurarse contratar un mantenimiento regular, las veces que se considere oportuno, pero como mínimo una vez al año. La empresa no puede responsabilizarse si el servicio se hace de manera inadecuada por una persona inexperta, o utilizando repuestos que no son suministrados por el fabricante.

- Cuidados generales:
 - Levantar y bajar el lienzo por el centro, utilizando el jalador respectivo. Evitar hacerlo por los lados pues esto provocará desalineación.

 - Evitar colocar obstáculos que interfieran en la movilización de la cortina, pues pueden atascarse o dañarse las duelas del lienzo.

 - No colocar o recostar objetos que ejerzan peso sobre el lienzo para evitar dobleces en las duelas o que provoquen restar tensión a los resortes.

- Procedimiento de servicio:
 - Los resortes, los bombos y las guías laterales deben ser limpiados y engrasados.

 - Revise que todos los tornillos y tuercas estén bien apretados.

- Verificar la solidez de la estructura, fijaciones de las guías, eje y faldón.
- Compruebe que el tensado de los resortes es correcto.
- Limpie las duelas del lienzo, preferiblemente realizar un soplado de las juntas de las duelas.
- Revise visualmente de manera regular por si observa algún daño general que necesita corrección, especialmente en los elementos sujetos a desgaste.
- Revise el mecanismo de seguridad de la cortina: que los pasadores o portacandados se movilen correctamente, el funcionamiento correcto de la chapa y el mecanismo de pivotes. Aceitar o engrasar según sea necesario.

3.5. Elaboración del manual de procedimientos

La empresa ya contaba con una guía introductoria del proceso de fabricación e instalación de cortinas metálicas enrollables, que databa del 2013. Ha sido una fuente de información importante para el estudio y análisis del proceso industrial, pero necesitaba ser ordenado, corregido y actualizado.

Durante el desarrollo del EPS se fue documentado el proceso de fabricación e instalación, recopilando información teórica y gráfica, con la cual se trabajó un Manual de Procedimientos, con un contenido detallado de cada elemento que conforma una cortina metálica enrollable, así como los accesorios adicionales.

Las actividades realizadas en la recopilación de la información, se resumen en las siguientes etapas:

- Observación.
- Medición.
- Entrevistas.
- Cálculos.
- Verificación.

Finalmente se compiló todo el trabajo en una Manual de Procesos, y se realizó una presentación ante Gerencia General, Gerencia de Producción e Ingeniería de Procesos, exponiendo el doble propósito de la implementación del manual: análisis e identificación de oportunidades de mejora en el proceso industrial, y como referencia para procesos de inducción y capacitación del personal involucrado en el Área de Cortinas Metálicas Enrollables.

4. FASE DE DOCENCIA

4.1. Taller de capacitación del personal operativo sobre el proceso industrial reestructurado

En conjunto con el Jefe de Producción del Área de Cortinas y el Ingeniero de Procesos, se programó una serie de charlas de inducción con el personal operativo, con el propósito de socializar la nueva metodología de trabajo e implementación de cambios en el proceso industrial de fabricación e instalación de cortinas metálicas enrollables. Para que los objetivos sean alcanzados eficazmente, se fue realizando la implementación de forma gradual, pues algunos de los nuevos lineamientos implicaban cambio de hábitos arraigados en la forma de trabajo del personal con larga trayectoria de trabajo dentro de la empresa. Además, se amarró a este proceso la inducción de la metodología 5S, que la empresa busca implementar en todos sus procesos industriales.

En resumen, se inició con la presentación general del proyecto a la Gerencia y Jefatura de Producción y de Ventas, para luego echar a andar el proyecto tal como se ha descrito, culminando con la presentación del Manual de Procedimientos, con el proceso industrial reestructurado.

4.2. Presentación del manual de procedimientos para procesos de inducción de personal de nuevo ingreso

Se realizó ante Gerencia General, Gerencia de Planta, Jefatura de Producción del Área de Cortinas Metálicas Enrollables, Jefatura de Mantenimiento e Ingeniería de Procesos, una exposición con los resultados del

proceso de análisis y optimización, así como la presentación del Manual de Procedimientos que sirva como un fundamento teórico del proceso industrial de fabricación e instalación de cortinas metálicas enrollables, y también para la inducción de personal de nuevo ingreso en la empresa.

La importancia de documentar los procesos se expuso en el siguiente esquema:

Figura 57. **Documentación de procesos**



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Word 2013.

Luego se mostraron los contenidos del manual y se hizo una entrega física del mismo. El análisis realizado en el desarrollo del manual, brindó la oportunidad de generar nuevas ideas y vislumbrar más oportunidades de mejora en el proceso industrial, por lo que se resaltó la importancia de seguir documentado y

evaluando los procedimientos con el fin de ir transformando e innovando, como herramientas necesarias para el crecimiento e incremento de la productividad.

Figura 58. **Presentación Manual de Procedimientos**



Fuente: empresa CORTIGUA, S.A.

CONCLUSIONES

1. Las cortinas metálicas enrollables deben fabricarse de manera personalizada, pues no hay una estándar en las medidas utilizadas en la construcción. Esto complica la formación de una línea de producción continua para fabricar cortinas, por lo que la propuesta de optimización se enfocó en un ordenamiento del proceso industrial de fabricación y la introducción de nuevo equipo que agilizó el rolado de duelas.
2. Se introdujeron cambios en la metodología de fabricación, con base en observaciones, mediciones y cálculos. Se definieron elementos que pueden ser fabricados en serie y formar un stock. Además, se analizó el proceso de instalación de cortinas metálicas y definieron parámetros que deben ser tomados en cuenta para evitar contratiempos y asegurar el correcto funcionamiento de la cortina.
3. El montaje de nueva maquinaria para el rolado de lámina, así como el resto del equipo utilizado en el proceso industrial, obligó a una reestructura del programa de mantenimiento para asegurar un constante monitoreo preventivo que evite contratiempos.
4. Todo el proceso fue documentado y utilizado para elaborar un manual de procedimientos, que fue presentado a gerencias y jefaturas correspondientes, así como para la inducción del personal operativo.

RECOMENDACIONES

1. Continuar el proceso de inducción del personal operativo, así como de todos los involucrados en venta, fabricación e instalación de cortinas metálicas enrollables, pues es importante que conozcan los detalles técnicos del proceso para una mejor comprensión y explicación a la clientela de la empresa.
2. Cumplir con las fechas asignadas para el monitoreo del equipo y maquinaria por medio de la lista de chequeo, verificando con atención los aspectos puntuales del formato para garantizar la correcta operación del equipo.
3. Seguir implementando la metodología 5S que el departamento de Ingeniería de Procesos ha impulsado, ya que contribuye a que el proceso industrial mantenga el orden que requiere para su optimización.
4. Continuar la implementación de propuestas planteadas respecto a la materia prima y el consumo energético de los equipos, para disminuir las mermas y tener un eficiente ahorro en costos de producción. Un adecuado seguimiento al manual de procedimientos puede ayudar al personal operativo en este punto.

BIBLIOGRAFÍA


1. ACESCO. *Ficha técnica acero recubierto galvanizado y pintado*. [en línea]. <www.acesco.com.co/descargas/fichastecnicas/ficha-tecnica-acero-recubierto.pdf>. [Consulta: 28 de septiembre de 2020].
2. AGUDELO, Carlos E.; QUINTERO, Diego; MUÑOZ, Jhonny. A. *Diseño de máquina enderezadora de fleje metálico*. Colombia: Instituto Tecnológico Metropolitano, Facultad de Ingeniería, 2017. 131 p.
3. CNEE. *Curso – taller promotores de ahorro y eficiencia de energía eléctrica*. [en línea]. <[www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20\(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n).pdf)>. [Consulta: 12 de noviembre de 2020].
4. CORTIGUA, S.A. *Aspectos básicos de cortinas metálicas enrollables*. Guatemala: 2013. 31 p.
5. _____. *Presentación en diapositivas para inducción de personal*. Guatemala: 2019. 16 p.
6. CORTMET. *Guía de instalación cortina de impulso*. [en línea]. <www.cortmet.com.mx/wp-content/uploads/2016/11/Guia-Impulso-FINAL3.pdf>. [Consulta: 26 de noviembre de 2020].

7. HERNÁNDEZ MUÑOZ, Guadalupe Maribel. *Diseño y simulación de una línea de formado en frío de lámina de acero*. Trabajo de graduación de Dr. en Ingeniería de Materiales. México: Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León 2013. 220 p.
8. LA CAMPANA. *Norma ASTM A653*. [en línea]. <www.lacampana.co/articulo-norma-astm-a653>. [Consulta: 10 de diciembre de 2020].
9. _____. *Norma ASTM A755*. [en línea]. <www.lacampana.co/articulo-norma-astm-a755>. [Consulta: 10 de diciembre de 2020].
10. _____. *Norma ASTM A792*. [en línea]. <www.lacampana.co/articulo-norma-astm-a792>. [Consulta: 10 de diciembre de 2020].
11. MARTÍNEZ LÓPEZ, Enrique. *Cálculo de resortes helicoidales de compresión*. Trabajo de titulación (Ingeniería Mecánica). Colombia: Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad Politécnica de Cartagena 2013. 101 p.
12. ORTIZ PRADO, Armando; RUIZ CERVANTES, Osvaldo; ORTIZ VALERA, Juan. A. *Modelado de procesos de manufactura*. México. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2013. 267 p.

13. PORTORE. *Manual de instrucciones puerta enrollable*. [en línea]. <www.portore.com/documentacion/Manuales_puerta_enrollable/Manual_de_instalacion_puerta_enrollable.pdf>. [Consulta: 05 de octubre de 2020].
14. WILSON, Jerry; BUFA, Anthony J.; LOU, Bo. *Física*. 6a ed. México. Pearson Educación, 2007. 912 p.
15. XUYÁ VELÁSQUEZ, Axel Fraternal. *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada al servicio de instalación y mantenimiento de persianas metálicas enrollables*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016. 108 p.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de cheque mantenimiento preventivo

	LISTA DE CHEQUEO	OP-TM	Página 1 de 1
		Versión. 01	
		Fecha actualización: Octubre del 2020	
TALLER DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Máquina en mantenimiento:		Codigo:	
AREA DE CORTINAS			
Departamento/Proceso:		Producción	
Fecha de revision:		Tecnico que realizo el mantenimiento:	
REVISION ELECTRICA:			
Revision de amperaje de motor	L1:	L2:	L3:
Revision de Amperaje de motor de desembobinador	L1:	L2:	L3:
Revision de Amperaje de motor de bomba h.	L1:	L2:	L3:
Revision de conectores electricos	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
revisión de sensores en buenas condiciones	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Revision de Finales de carrera ?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES:			
REVISION DE FUGAS (F)			
Revision de F. de Aire?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Revision de F. de Aceite de caja de desembobinador?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Revision de F. de Aceite hidraulico?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Revision de Racores en buen estado?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Revision de F. en Electrovalvulas?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES:			
REVISION ELEMENTOS RODANTES (cojinetes, chumaceras, etc..)			
Revision de Cojinetes.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Revision de Chumaceras.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Revision de Bushing .	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Revision de Graseras.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Revision de Mangueras de lubricacion?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES:			
REVISION GENERAL DE RODOS DE FORMADO			
Rodos en buen estado?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
El formado es el adecuado?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Hay desgaste en general?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Calibracion adecuada?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Daño externos? (Mal uso, operación)	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES:			
MANGUERAS (EN GENERAL)			
Revision de M. Hidraulicas.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Revision de Conect. Hidraulicos.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Revision de M. Neumaticas .	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Revision de manómetros.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Ductos electricos en buen estado?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES:			
OBSERVACIONES GENERALES:			

Fuente: empresa CORTIGUA.

Anexo 2. Perfiles de duelas para CME

Perfil 158

Cortinas metálicas enrollables fabricadas con lámina rolada en acero Aluzinc de 0.70 mm. de grosor, reforzada con doble vena.

La lámina Aluzinc ofrece mayor resistencia a la corrosión, mantiene su brillo y color natural. Dura mucho más que el galvanizado tradicional.

Su operación es manual, pudiendo también ser automatizadas con los diferentes operadores que CORTIGUA ofrece.

Tres años de garantía, respaldan la inversión de nuestros clientes.

CORTIGUA
TEL. 2416-6767

PBX: 2416-6767

Perfil 130

La combinación perfecta entre elegancia y seguridad.

Fabricadas con lámina Galvanizada o Aluzinc.

Su diseño permite tener mayor rigidez y mejor resistencia.

CORTIGUA
TEL. 2416-6767

PBX: 2416-6767

Mas seguridad, mayor ventilación y mejor exhibición.

Lamina Troquelada

Lienzo de lámina troquelada en acero Galvanizado o Aluzinc.

Cuando se requiere de buena ventilación y poder exhibir con seguridad, la lámina troquelada es la recomendada.

Usada comúnmente en restaurantes, centros comerciales, auto hoteles y carnicerías.

CORTIGUA
TEL. 2416-6767

PBX: 2416-6767

Celosía Tubular

Fabricada con tubo industrial de 5/8", estas celosías son recomendadas para instalar en entradas principales de Mercados, Centros Comerciales y Auto bancos, o para reforzar la seguridad de todo tipo de local comercial. Pueden instalarse para usarse con operación manual o automatizada.

CORTIGUA
TEL. 2416-6767

PBX: 2416-6767

Fuente: empresa CORTIGUA.

Anexo 3. Accesorios para CME

CORTINA CON GUIA DOBLE



Sistema de Guía doble, puede ser fijo o desmontable.
 Para ahorrar dinero y optimizar espacios.
 Prácticos y funcionales;
 Ideales para cortinas muy anchas.
 Pueden manjarse manuales o automatizadas.

PBX: 2416-6767

Mecanismo de Cadena.



Mecanismo de cadena importado, el mejor mecanismo de cadena del mercado.
 Para abrir cierras metálicas de hasta 30 mt² y con peso de hasta 680 libras.
 Operación manual, con cadena de acero para levantamiento suave y rápido.

PBX: 2416-6767

ACCESORIOS PARA CORTINAS METALICAS

Puerta peatonal estándar



Puerta tipo País



TAPA ROLLOS



SISTEMAS DE SEGURIDAD



Fuente: empresa CORTIGUA.

Anexo 4. Motores para CME



Operador GULF

Comodidad y seguridad en la apertura y cierre de cortinas metálicas.

Usado en Bodegas, Cibodegas, o en cualquier lugar, en donde se usen cortinas metálicas de gran tamaño. El motor Gulf está fabricado con capacidad para levantar cortinas de hasta 200 lbs. Y además, puede adaptarse tarjeta receptora para operación con controles de mando a distancia. En falta de energía no es problema, porque trae integrada una cadena de acero para operación manual.

PBX: 2416-6767

MOTOR PARA CORTINA JOLLY RIB



Motores instalados dentro del eje.

De fabricación italiana, con capacidad de levantar cortinas metálicas de hasta 24m².

Tiene capacidad de trabajar 20 ciclos por hora.

Utiliza electro freno, con función de desenganche manual, si en caso faltara energía eléctrica.

Puede accionarse con control remoto, adaptándole una tarjeta electrónica, el cual pueden programarse hasta 60 transmisiones.

PBX. 2416-6767



Operador de puertas comerciales.

Vienen industriales y semi industriales. Con capacidad de levantar cortinas metálicas de hasta 32 m².

Motor de 1/2 hp de fuerza, con sistema de cadena integrado para operación manual, si en caso faltara energía eléctrica.

Cuenta con un sistema de freno mecánico, y una botonera de 3 funciones. (abrir-parar-cerrar)

Para estos motores, el peso y tamaño de la cortina enrollable, no es un problema.

CHAMBERLAIN LiftMaster Modelos: H - MH

Fuente: empresa CORTIGUA.