



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

**OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA MANUFACTURA DE
TUBOS DE ½" A 4" PULGADAS, EN UNA FÁBRICA DE TUBOS DE ACERO.**

Gustavo Adolfo Zavala Cardona
Asesorado por el Ing. Edwin Giovanni Tobar Guzmán

Guatemala, junio de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA MANUFACTURA
DE TUBOS DE ½" A 4" PULGADAS, EN UNA FÁBRICA DE TUBOS DE
ACERO.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

GUSTAVO ADOLFO ZAVALA CARDONA

ASESORADO POR EL ING. EDWIN GIOVANNI TOBAR GUZMÁN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Vicente Guzmán Shaúl
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alex Olivares Ortíz
EXAMINADORA	Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo 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 Y MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA MANUFACTURA DE TUBOS DE ½" A 4" PULGADAS, EN UNA FÁBRICA DE TUBOS DE ACERO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 28 noviembre 2006.

GUSTAVO ADOLFO ZAVALA CARDONA

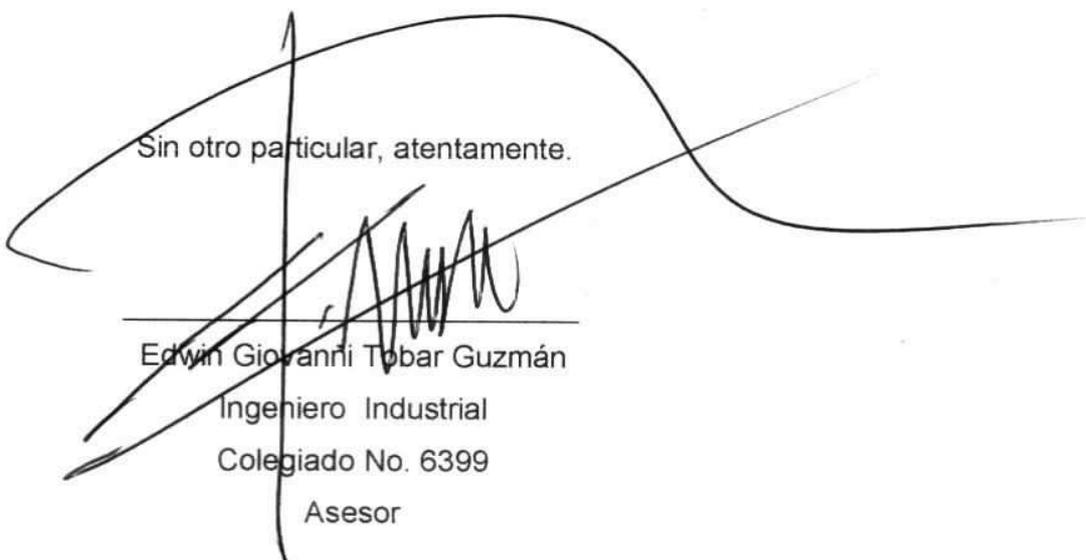
Guatemala, 31 de marzo de 2008

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
USAC

Ingeniero Gómez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial Gustavo Adolfo Zavala Cardona con carné 199911420, titulado: **“OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA MANUFACTURA DE TUBOS DE ½” A 4” PULGADAS EN UNA FÁBRICA DE TUBOS DE ACERO”**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo según el protocolo, por lo cual como asesor apruebo su contenido.

Sin otro particular, atentamente.



Edwin Giovanni Tobar Guzmán

Ingeniero Industrial

Colegiado No. 6399

Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA MANUFACTURA DE TUBOS DE ½" A 4" PULGADAS EN UNA FÁBRICA DE TUBOS DE ACERO**, presentado por el estudiante universitario **Gustavo Adolfo Zavala Cardona**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

MIRIAM PATRICIA RUBIO CONTRERAS

Guatemala, mayo de 2008.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA MANUFACTURA DE TUBOS DE ½" A 4" PULGADAS, EN UNA FÁBRICA DE TUBOS DE ACERO**, presentado por el estudiante universitario **Gustavo Adolfo Zavala Cardona**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera

DIRECTOR

Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, junio de 2008.



/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.215.2008

El Decano 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 Industrial, al trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA MANUFACTURA DE TUBOS DE ½" A 4" PULGADAS, EN UNA FÁBRICA DE TUBOS DE ACERO**, presentado por el estudiante universitario **Gustavo Adolfo Zavala Cardona**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, junio de 2008.



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por permitirme alcanzar esta etapa de mi vida.

MIS PADRES:

Rolando Zavala Yantuche y Margarita Cardona Recinos, por todo su apoyo y amor, que sea para ellos una pequeña recompensa a todos sus esfuerzos.

MIS HERMANOS

Rolando, Johnny y Roberto, gracias por todo su apoyo.

MIS ABUELOS

Graciela Recinos, Carlota Yantuche, Aparicio Zavala (q.e.p.d.), Indalecio Cardona (q.e.p.d.), por su cariño y amor.

MI NOVIA

Adalinda, gracias por todo su apoyo, amor y comprensión.

MIS AMIGOS

Gracias, en especial a Armando Régil,
César Muños y Juan Carlos
Quintanilla.

**MIS SOBRINOS, AMIGOS EN
GENERAL Y DEMÁS FAMILIA:**

Gracias por compartir este momento
conmigo.

AGRADECIMIENTOS A:

TUBAC

Por haberme permitido realizar mi trabajo de graduación y desarrollarme como profesional.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

Por ser mi casa de estudios durante todos estos años.

FACULTAD DE INGENIERÍA

Por haberme formado como profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1	Descripción de la empresa	1
1.1.1	Actividad a la que se dedica	1
1.1.2	Historia de la empresa	2
1.1.3	Visión	3
1.1.4	Misión	3
1.1.5	Política de calidad	4
1.1.6	Objetivos de calidad	4
1.1.7	Estructura organizacional	4
1.1.8	Mercado de la empresa	6

2. MARCO TEÓRICO

2.1	Planeación de procesos	7
2.2	Teoría sobre diagramas	7
2.2.1	Diagrama de operaciones del proceso	7
2.2.1.1	Elaboración	8
2.2.1.2	Identificación	9
2.2.1.3	Convenios	10
2.2.2	Diagrama de flujo del proceso	12
2.2.2.1	Elaboración de un diagrama de flujo	13
2.2.3	Diagrama de recorrido	14
2.2.4	Diagrama de Pareto	14
2.2.5	Diagrama de Ishikawa	19
2.2.6	Gráficos de control por atributos	22
2.2.6.1	Tipos de gráficos por atributos	24

3. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1	Procedimientos utilizados	27
3.1.1	Planificación	27
3.1.1.1	Programas de producción	28
3.1.1.2	Ordenes de corte	29
3.1.1.3	Solicitud de corte	30
3.1.1.4	Etiquetas	31

3.1.2	Área de corte	
3.1.2.1	Inicio de una orden de corte	32
3.1.2.2	Carga y enhebrado de bobina a slitter	32
3.1.3	Formado de tubo	34
3.1.3.1	Aspa y empalmadota	34
3.1.3.2	Floop	35
3.1.3.3	Formado de tubo	37
	3.1.3.3.1 Secuencia de operación	37
3.1.4	Biselado	39
	3.1.4.1 Secuencia de operación	39
3.1.5	Roscado	40
	3.1.5.1 Secuencia de operación	41
3.1.6	Empaque	41
	3.1.6.1 Cañería	42
	3.1.6.2 Industrial	45
	3.1.6.3 Secuencia de operación	45
3.2	Descripción de la materia prima	46
3.2.1	Lámina rolada en caliente	46
3.2.2	Lámina rolada en frío	47
3.2.3	Lámina galvanizada	47
3.2.4	Lámina de acero inoxidable	48

3.3	Descripción del equipo	49
3.3.1	Slitter	49
3.3.2	Molino	52
3.3.2.1	Aspa	52
3.3.2.2	Empalmadora	52
3.3.2.3	Floop	53
3.3.3	Roscadora	53
3.3.3.1	Partes de la máquina	54
3.3.4	Biseladora	55
3.3.4.1	Partes de la máquina	55
3.3.5	Grúas	57
3.3.5.1	Partes de un puente grúa	57
3.3.5.2	Movimientos de un puente grúa	58
3.4	Descripción del producto	58
3.4.1	Tubo estructural negro	59
3.4.2	Tubo industrial	60
3.4.3	Cañería	61
3.4.3.1	Mecánico	61
3.4.3.2	Tubo cerca	62
3.4.4	Costanera	62

3.5	Estudio de la situación actual en la producción de tubos	63
3.5.1	Resumen del proceso	85
3.5.2	Diagrama de pareto	87
3.5.3	Diagrama de Ishikawa	92
3.5.4	Gráfico de control	96
3.6	Estudio de la eficiencia	100
3.6.1	Molino	100
3.6.2	Roscado	103
3.6.3	Biselado	106

4. PROPUESTA A IMPLEMENTAR

4.1	Descripción de la propuesta	111
4.1.1	Planificación	111
4.1.1.1	Programación	112
4.1.2	Área de corte	113
4.1.2.1	Programa de corte	114
4.1.2.2	Combinaciones	116
4.1.2.3	Cambio de medida	118
4.1.3	Molino	119
4.1.3.1	Ampliación del área de evacuación	120
4.1.4	Roscado y Biselado	122

4.2 Diagramas propuestos para la producción de tubos	124
4.3 Costos	146
4.3.1 Capacitación de personal	146
4.3.2 Costo de la propuesta	147
5. MEJORA CONTINUA	
5.1 Seguridad Industrial	149
5.1.1 Señalización industrial	149
5.1.2 Ruido	150
5.1.3 Equipo de protección	151
5.2 Control de calidad	152
5.2.1 Control de espesor y ancho de tira	154
5.2.2 Control de ancho de tira Vs diámetro del tubo	156
5.2.3 Control del producto no conforme y retenido	159
CONCLUSIONES	161
RECOMENDACIONES	163
BIBLIOGRAFÍA	165
APÉNDICE	167

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama	5
2	Diagrama de Pareto	15
3	Diagrama de Pareto	16
4	Diagrama de causa y efecto	20
5	Gráfico de control	23
6	Empaque	42
7	Atado ½"	43
8	Atado ¾"	43
9	Atado 1"	43
10	Atado 1 ¼"	44
11	Atado 1 ½"	44
12	Atado 2"	44
13	Diagrama de proceso	65
14	Diagrama de flujo del proceso	73
15	Diagrama de recorrido	85
16	Diagrama de Pareto del molino	89
17	Diagrama de Pareto de la slitter	90
18	Diagrama de Pareto de la roscadora	92

19	Diagrama de Pareto de la biseladora	93
20	Diagrama de Ishikawa	94
21	Gráfico de control de unidades defectuosas	100
22	Programa de corte	115
23	Combinación de corte	116
24	Vista frontal de la mesa de evacuación	120
25	Vista superior de la mesa de evacuación	121
26	Puente grúa	122
27	Diagrama de proceso	125
28	Diagrama de flujo del proceso	134

TABLAS

I	Atados de cañería	42
II	Atados de industrial	45
III	Medidas del tubo estructural rectangular	59
IV	Medidas del tubo estructural cuadrado	59
V	Medidas del tubo redondo industrial	60
VI	Medidas del tubo rectangular industrial	60
VII	Medidas del tubo cuadrado industrial	61
VIII	Medidas del tubo mecánico	61
IX	Medidas del tubo cerca	62
X	Medidas de costanera	63

XI	Paros en el molino	88
XII	Paros en la slitter	90
XIII	Paros en roscado	91
XIV	Paros en la biseladora	92
XV	Tabla del gráfico de control de unidades defectuosas	99
XVI	Tabla de resumen de eficiencias	110
XVII	Costos de implementación	148
XVIII	Niveles de ruido	151
XIX	Tamaño de la muestra	153
XX	Pronostico de la eficiencia con la mejora	167

LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
Q	Quetzales
“	Pulgadas
Mm	Milímetros
Mt	metros
#	Numeral
M.P.	Materia Prima
\bar{P}	Proporción promedio
\bar{Q}	Proporción promedio
LC	Límite central
LCS	Límite central superior
LCI	Límite central inferior
LCC	Límite central
Min	minutos

GLOSARIO

Aspa	Es una unidad que permite desenrollar una tira para alimentar al molino.
Atado	Es la cantidad de tubos que se empaacan.
Bobina	Es la materia prima utilizada para fabricar tubos, puede ser de diferentes calibres.
Cabezas turcas	Es el cambio de piezas que se hace en el molino para que el tubo tome la forma cuadrada.
Calibrar	Es cuando se mide el espesor de la bobina, por medio de un medidor de espesores o micrómetro.
Chapa	Es el espesor de la bobina que se diferencia por medio de chapas, desde la lamina mas delgada a la mas gruesa.
Cizalla	Es una pieza que se usa para el despunte de la bobina a cortar
Empalme	Es la unión de dos tiras por medio de soldadura, se une la cola y el inicio de una tira.

Espesor	Es el grosor de una bobina o una tira en milímetros.
Fleje	Es una tira de 48mm utilizada para sujetar el atado después de empacarlo.
Devanadora	Es la que se encarga de enrollar la orilla cortada en la slitter.
Evacuación	Es el proceso cuando el tubo sale del molino y está listo para empacarlo o para trasladarlo a un nuevo proceso.
Fleje	Es el utilizado para sostener los tubos cuando se empacan.
Floop	Es una máquina utilizada para acumular tira en un espacio reducido.
Mamparo	Es la unidad que impide a la tira salir lateralmente durante la operación de desenrollamiento.
Metalizadora	Es una máquina utilizada para soldar el tubo galvanizado.
Molino	Es la máquina que permite el formado de tubos.
Peeler	Es una pieza que se utiliza para ayudar a ingresar la punta de la bobina hasta la cizalla

Perforado	Es un tubo que fue soldado pero la soldadura tiene algunas imperfecciones que permiten la fuga de agua.
Recoiler	Es una máquina se encarga de rebobinar o enrollar las tiras cortadas.
Rodos	Son los utilizados por el molino para darle la forma redonda o cuadrada al tubo.
Sello	Sirve para sostener el fleje que se utiliza cuando se empacan los tubos.
Slitter	Es una máquina utilizada para cortar las bobinas en tiras.
Solución emulsiva	Es el agua con la cual se mantiene a una temperatura adecuada el tubo para que la soldadura no lo quemé.
Tira	Son las obtenidas cuando una bobina es cortada, se utilizan para procesarlas en el molino.
Uncoiler	Es la parte que carga y desenrolla la bobina a cortar.

RESUMEN

La propuesta de optimizar y mejorar la eficiencia en la manufactura de tubos de ½" a 4 pulgadas en una fabrica de tubos de acero, es importante debido a la mejorará continua de sus procesos, los cuales deben de cumplir con las normas y estándares internacionales de calidad, ya que es una empresa certificada por la norma Iso 9000, por lo que debe de utilizar la tecnología que le permite fabricar los productos de acero, con la mejor calidad y productividad.

Para mejorar la eficiencia en el proceso de manufactura de tubos se tomo en cuenta diferentes elementos tales como, el análisis de las operaciones y actividades, realizando un estudio de los métodos usados en la actualidad, con el fin de lograr la mayor eficiencia en el proceso productivo.

Se propuso la implementación de diferentes actividades y mejoras en los procesos actuales, para las áreas de planificación, corte, formado, roscado y biselado; estas con el fin de mejorar la programación y agilizar las órdenes de corte, reduciendo los paros innecesarios en el formado de tubos, roscado y biselado.

La mejora continua en los procesos es fundamental, por lo cual para observar los procesos se propuso llevar unos formatos de seguimiento para las áreas de corte, formado, biselado y roscado.

La propuesta de llevar un método estadístico para el producto no conforme es fundamental y necesario, al igual que una señalización industrial en la planta para que todo el personal tenga conocimiento del significado de los colores de las tuberías y de las áreas destinadas para el paso de grúas.

OBJETIVOS

GENERAL:

- Determinar la mejora del proceso de manufactura de tubos de acero de ½" a 4" pulgadas a través de la optimización y aumento de la eficiencia, logrando así un incremento en la productividad.

ESPECÍFICOS:

1. Analizar la eficiencia del proceso actual en el área de producción para poder mejorarla.
2. Establecer las deficiencias de cada uno de los procesos que intervienen en la manufactura de los tubos a través de inspecciones en las áreas de trabajo con la finalidad de obtener una mejora continua en los procesos.
3. Mejorar el proceso de producción a través de la implementación de métodos y procedimientos que cumplan con los objetivos propuestos.
4. Fortalecer el control de calidad, mediante la utilización de otros métodos de control.
5. Diseñar los controles necesarios para dar seguimiento al cumplimiento de los procedimientos establecidos.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación que tiene como tema “Optimización y mejora de la eficiencia en la manufactura de tubos de ½” a 4” pulgadas en una fabrica de tubos de acero”, se compone de cinco capítulos los cuales se presentan a continuación.

El capítulo uno trata sobre los antecedentes generales de la empresa, tal como la actividad a la que se dedica, historia de la empresa, visión, misión, política de calidad, objetivos de calidad, estructura organizacional y mercado de la empresa.

El capítulo dos es un marco teórico acerca de teoría sobre diagramas y gráficos que se utilizarán para hacer el análisis de la situación actual.

El capítulo tres describe la situación actual de todos los procesos involucrados en la manufactura de tubos, la materia prima y maquinaria utilizada, los diferentes tipos de productos que se ofrecen y el estudio de la situación actual de los procesos.

El capítulo cuatro presenta la propuesta a implementar para todas las áreas involucradas en el proceso, los diagramas propuestos y los costos de la propuesta a implantar.

El capítulo cinco es acerca de la mejora continua que se debe de tomar en la seguridad industrial y el control de calidad.

La eficiencia en la manufactura de tubos va a depender de la medida y el calibre que se este produciendo.

Se le dará un seguimiento al proyecto con una mejora continua para las áreas de corte, formado, roscado y biselado para verificar que se cumpla con los requisitos del producto.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Descripción de la empresa

Es una empresa líder en Guatemala y Centro América que se encuentra en una creciente expansión de su mercado, se encuentra actualmente certificada por la norma ISO 9001:2000, además su producto cumple con la normas de calidad ASTM.

1.1.1 Actividad a la que se dedica

La actividad principal de Tubac, S.A. es la producción y comercialización de tubería de acero negro, tubería de acero galvanizada con costura para diversas aplicaciones, costanera en varias presentaciones y la comercialización de lámina de acero plana rolada en frío y en caliente.

Tubería de acero negra:

Se fabrican tubos rectangulares, cuadrados y tubos para la conducción de fluidos (cañería), a una medida estándar y a una medida especial.

Tubería galvaniza:

Se galvaniza aplicando el método de inmersión en caliente, el cual garantiza un galvanizado uniforme tanto interior como exterior, según normas que le proporciona una resistencia a la corrosión superior a los demás procesos.

Costanera:

Es utilizada para la construcción de estructuras se ofrece en dos tipos: negra y galvanizada.

1.1.2 Historia de la empresa

Tubac S.A. inició sus operaciones en 1995, logrando posicionarse en el mercado de centro y norte América. Tubac fue establecida como sociedad anónima el 27 de agosto de 1993.

La fábrica de formado de tubo negro esta ubicada en la carretera a San Miguel Petapa Km. 11.5 y la planta de galvanización a 3 KM de distancia. La capacidad Instalada de la planta es de 60,000 toneladas métricas anuales.

El firme propósito de lograr la máxima satisfacción de sus clientes con los productos y servicio, los llevó a tomar la decisión de desarrollar e implementar un Sistema de Gestión de la Calidad que cumpliera con los requisitos de la norma internacional ISO 9001:2000.

1.1.3 Visión

Ser líderes en innovación y diferenciación de productos en la región Centroamericana, México y El caribe; en tubería y otros productos de acero, con el mejor servicio y alta calidad.

1.1.4 Misión

Satisfacer las necesidades de nuestros clientes a través de la fabricación de tubería y comercialización de productos derivados del acero, ofreciendo el mejor servicio, realizando nuestros procesos con calidad y buscando la rentabilidad que proporcione una fuente de trabajo estable para nuestros empleados, dentro de un marco de desarrollo sostenible.

1.1.5 Política de calidad

“En TUBAC logramos la satisfacción de nuestros clientes y el cumplimiento de normas de calidad, a través de la mejora continua de nuestros procesos y actividades, con tecnología apropiada, con personal calificado y trabajo en equipo.”

1.1.6 Objetivos de calidad

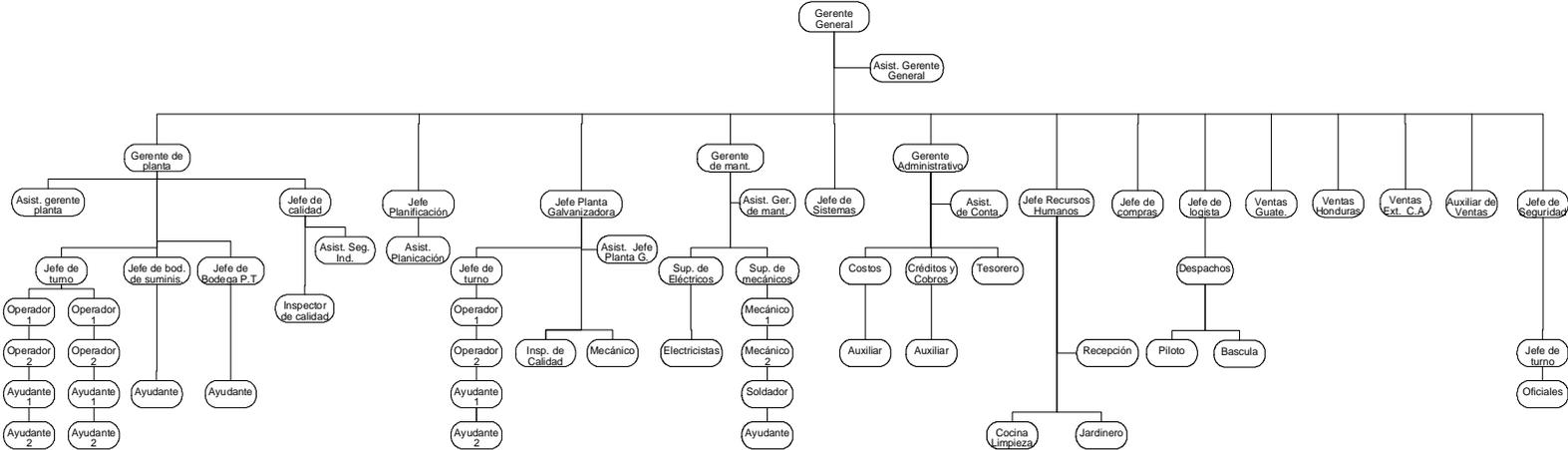
1. Reducir el de Producto No Conforme que se le despacha a los Clientes a un 0.15% sobre las Ventas.
2. Mejorar el índice de satisfacción del cliente a un 85%.
3. Mejorar la Eficacia del Sistema de la Gestión de la Calidad a un 85%.

1.1.7 Estructura organizacional

TUBAC tiene una estructura organizacional tal y como se muestra en el organigrama de la empresa, el cual se presenta en la figura 1

El organigrama muestra las relaciones de jerarquía de los diferentes puestos de trabajo, el cual puede variar dependiendo del crecimiento de la empresa

Figura 1. Organigrama de la empresa



1.1.8 Mercado de la empresa

Su principal mercado son las industrias en Guatemala y Centro América al igual que la pequeña empresa que utilizan el tubo para la elaboración de muebles, estructuras y perforación de pozos, por lo que ofrece una gran gamma de productos de tubo de acero negro, galvanizado y perfil "C" llamado también costanera, adicionalmente cuenta con la tecnología de vanguardia para la fabricación de medidas especiales según sean las necesidades del cliente.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Planeación de procesos

Cuando el análisis de métodos se emplea para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar una ya en operación, es útil presentar en forma clara y lógica la información actual relacionada con el proceso.

El analista de métodos debe tener a su disposición las herramientas o medios que le ayuden a efectuar un mejor trabajo en el menor tiempo posible. Uno de los instrumentos de trabajo más importante para el ingeniero de métodos es el diagrama de proceso. Se define como diagrama de proceso a una representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo.

2.2 Teoría de diagramas

2.2.1 Diagrama de operaciones del proceso

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones del taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado.

Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal.

Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en que áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento. El diagrama de operaciones permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto.

2.2.1.1 Elaboración

Cuando se elabora un diagrama de esta clase se utilizan dos símbolos: un círculo pequeño, que generalmente tiene 10 mm (ó 3/8 plg.) de diámetro, para representar una operación, y un cuadrado, con la misma medida por lado, que representa una inspección.



Operación: Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien, cuando se estudia o planea antes de realizar algún trabajo de producción en ella.

Tiene lugar cuando se alteran intencionadamente cualesquiera de las características físicas o químicas de un objeto; cuando se le separa o une a otro objeto, o cuando se le dispone para otra manipulación, transporte, inspección, o almacenaje. También sucede una operación cuando se da o recibe información, o cuando tiene lugar un cálculo o planificación.



Inspección: Se dice que tiene lugar una inspección cuando se examina un objeto para identificarlo o para verificar en calidad o cantidad cualquiera de sus características y también para determinar su conformidad con una norma o estándar.

Antes de principiar a construir el diagrama de operaciones, el analista debe identificarlo con un título escrito en la parte superior de la hoja.

2.2.1.2 Identificación

El gráfico de operaciones del proceso deberá identificarse mediante un rótulo colocado en la parte superior de la hoja. Si el gráfico se ha de doblar para archivarlo, su informe de identificación debe también colocarse en una posición conveniente, con arreglo a la disposición del archivo.

Es corriente identificar con el título de “Diagrama de Operaciones del Proceso” y luego colocar los siguientes datos:

- Asunto representado.
- Método actual o método propuesto.
- Número del plano, de la pieza, u otro índice de identificación.
- Fecha en que se dibujó.
- Nombre del analista.
- Fábrica.
- Punto del proceso en que comienza el gráfico.
- Punto del proceso en que termina el gráfico.

2.2.1.3 Convenios

Las operaciones se numeran correlativamente con vistas a su identificación y referencia, en el orden en que se van presentando. La primera operación se numera “1”; la segunda, “2”, y así sucesivamente.

Una vez que el analista ha terminado su diagrama de operaciones deberá prepararse para utilizarlo. Debe revisar cada operación y cada inspección desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operaciones.

El analista no debe considerar nada como cosas ya sabidas. Debe hacer estas y otras preguntas pertinentes acerca de todas las fases del proceso, y luego proceder a reunir la información necesaria para contestar adecuadamente todas las preguntas, de modo que pueda introducirse una mejor manera de hacer el trabajo.

Cuando se va a presentar una propuesta de método mediante un diagrama de operaciones, conviene a menudo mostrar las ventajas que ofrece sobre el método actual. Esto se puede hacer incluyendo con la información señalada en el diagrama, un resumen de las diferencias importantes entre los dos métodos, el resumen debe colocarse en un lugar destacado del diagrama, en un diagrama pequeño, de 215 x 280 mm, estará corrientemente en la esquina superior izquierda. En el caso de un diagrama que haya que doblarse, deberá quedar en la parte exterior cuando el diagrama esté doblado. Puede convenir, a veces, dejarlo situado en el interior.

2.2.2. Diagrama de flujo del proceso

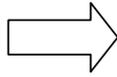
Este diagrama contiene más detalladamente las operaciones para seguir determinado proceso. Este diagrama no es recomendable para un proceso de ensamble o fabricación de algún componente complejo debido a que perdería el objeto de su función, el cual es presentar algunos costos ocultos como distancia recorridas, retrasos o almacenamientos temporales.

El diagrama de flujo registra mayor detalle, pues muestra los detalles del diagrama de operaciones y además muestra el transporte, la demora y almacenaje. El símbolo para señalar el transporte es una flecha, el símbolo para señalar la demora es una D mayúscula y el símbolo de almacenaje es triángulo pequeño. Este diagrama es muy usado para identificar costos ocultos.

A continuación se presentan los símbolos que representan las actividades de almacenaje, transporte y demora en el diagrama de flujo del proceso:



El triángulo inverso es el símbolo de la actividad de almacenaje, se utiliza cuando la materia prima se encuentra en alguna estación temporal.



Esta flecha representa la actividad de transporte, se utiliza para todo recorrido que se haga con la materia prima, se tomarán como transportes aquellos recorridos mayores a 1.5 mt.



Esta D mayúscula representa a la actividad de demora, se utiliza cuando la materia prima no esté sufriendo ningún cambio o esté en espera para realizarse otra

2.2.2.1 Elaboración de un diagrama de flujo

Como el diagrama de operaciones, este diagrama también debe de llevar consigo, un etiquetado en el cual esté perfectamente identificado cual es el nombre del diagrama, el nombre del analista, debe de llevar bien identificado el método empleado, si es el método actual o el método mejorado.

Al final del diagrama se coloca una tabla de resumen, en la cual van los totales de almacenaje, transporte, operación, inspección y demoras.

Además de esto se debe colocar la distancia recorrida en metros cuando exista un traslado del material.

2.2.3. Diagrama de recorrido

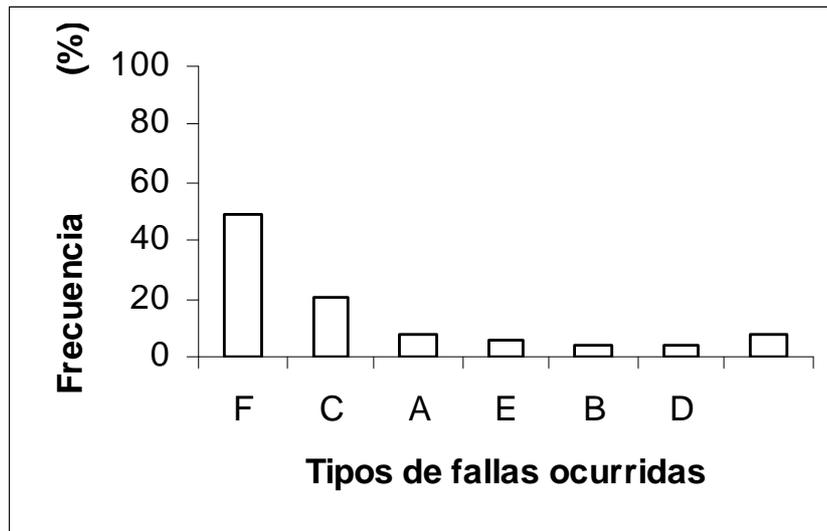
Este diagrama es la representación de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, solo que en éste se presenta la información del proceso de una mejor manera; se hace un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, además se trazan en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad u otra.

Este diagrama es una herramienta muy valiosa como complemento del diagrama de proceso, pues en él se puede trazar el recorrido en forma inversa, esto permite que se puedan encontrar áreas donde se dificulte el tránsito, esto a la vez ayuda a mejorar la distribución de la planta.

2.2.4. Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha, como pueden observarse en la **figura 2**. En este caso las clasificaciones de datos corresponden a tipos de fallas producidas en campo. La minoría vital aparece a la izquierda de la gráfica y la mayoría útil, a la derecha. Hay veces que es necesario combinar elementos de la mayoría útil en una sola clasificación denominada otros, y que en la figura se indican como cero.

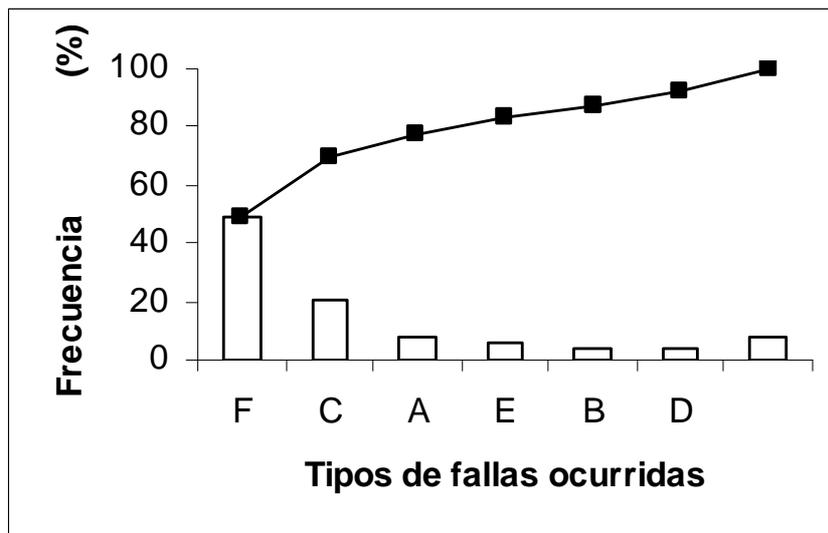
Figura 2. **Diagrama de Pareto**



Siempre que se utilice la categoría otros, este se deberá colocar en el extremo derecho. La diferencia entre un diagrama de Pareto y de un histograma radica en que la escala horizontal de un diagrama de Pareto se refiere a categorías, en tanto que en el histograma tal escala es numérica.

Hay ocasiones en las que el diagrama de Pareto aparece una línea acumulativa, esta línea representa la suma de los datos, conforme éstos se van aglutinando al avanzar de izquierda a derecha. Se emplean dos escalas: la que está a la izquierda representa la frecuencia o costo expresado en unidad monetaria y la de la derecha representa porcentajes. Véase la figura 3.

Figura 3. Diagrama de Pareto



Mediante los diagramas de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia. Por lo general, el 80% de los resultados totales se origina en el 20% de los elementos. Lo anterior se puede observar en la **figura 3** en donde los tipos F y C de fallas son las causantes de casi el 80% del total. La gráfica es muy útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención.

Es muy fácil construir un diagrama de Pareto, lo que implica seis pasos:

1. Definir qué método se empleará para clasificar los datos: por problema, por causa, por tipo de rechazo, etcétera.
2. Definir si para clasificar la gradación de las características se va a emplear el costo expresado en unidad monetaria (preferible) o la frecuencia.
3. Reunir los datos correspondientes a determinado período.
4. Resumir los datos y disponer las categorías, de la mayor a la más pequeña.
5. En caso de que se desee emplearlo, calcular el porcentaje acumulativo.
6. Construir el diagrama y determinar la minoría vital.

En caso de emplear la escala de porcentaje acumulativo deberá coincidir con la escala de costo o de frecuencia, de manera que el punto correspondiente al 100% esté a la misma altura que el total de costo o frecuencia.

El diagrama de Pareto es una poderosa herramienta para la elevación de la calidad.

El “análisis de Pareto” es un método para distinguir entre las características más importantes de un suceso y las menos importantes.

Procedimiento para la aplicación del principio de Pareto:

1. Seleccionar el problema más importante a resolver o mejorar.
2. Hacer una lista de las causas que contribuyen al problema.
3. Ordenar dichas causas en base a su contribución, de mayor a menor.
4. Asignar el 100% al total del efecto y causa en porcentaje individual y acumulado de cada causa.
5. Representar en forma gráfica los valores de la tabla.
6. Sobre la misma gráfica, dibuja el polígono de frecuencias acumuladas.
7. Identificar las gráficas con el nombre del problema o defecto que se está analizando.

2.2.5. Diagrama de Ishikawa (causa y efecto)

El diagrama de Ishikawa es un medio gráfico para analizar los problemas (efectos) y las causas que contribuyen a ellos.

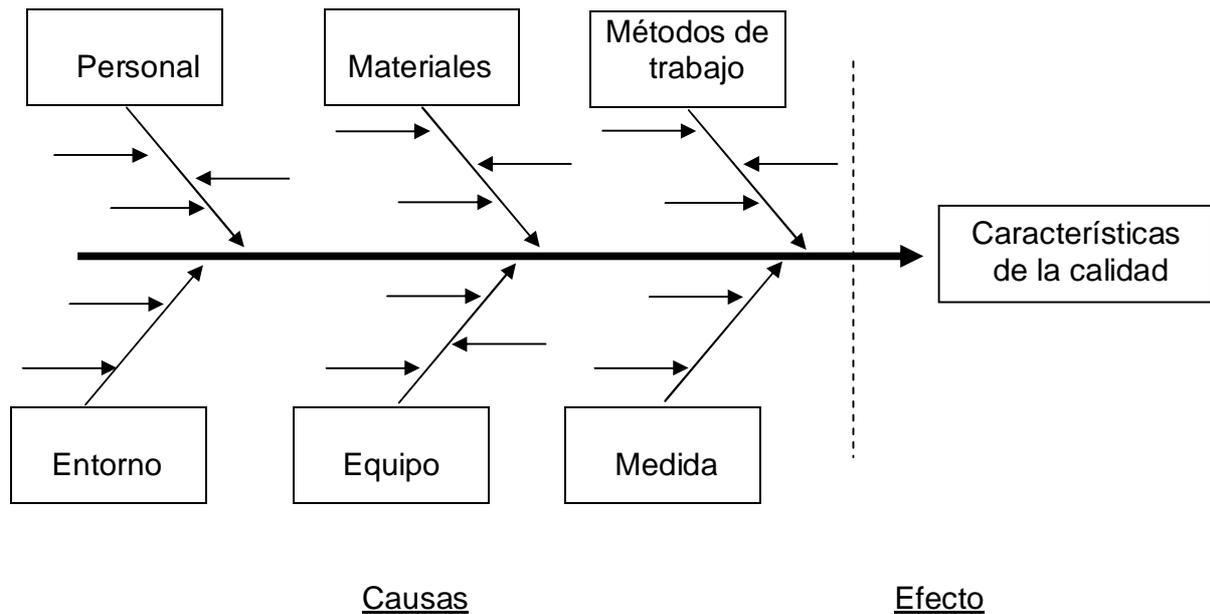
Los diagramas de causa y efecto son dibujos que constan de líneas y símbolos que representan determina relación entre un efecto y sus causas. Su creador fue el doctor Kaoru Ishikawa en 1943 y también se le conoce como diagrama de Ishikawa.

Los diagramas de causa y efecto sirven para determinar qué efecto es negativo y así emprender las acciones necesarias para corregir las causas, o bien, para detectar un efecto “positivo” y saber cuáles son sus causas. Casi siempre, por cada efecto hay muchas causas que contribuyen a producirlo.

El efecto es la característica de la calidad que es necesaria mejorar. Las causas por lo general se dividen en las causas principales de métodos de trabajo, materiales, mediciones, personal y entorno. A veces la administración y el mantenimiento forman parte también de las causas principales. A su vez, cada causa principal se subdivide en muchas otras causas menores.

Los diagramas causa y efecto (también conocidos como diagramas de “esqueleto de pescado”, debido a su forma) son medios en donde se pueden representar todas las causas principales y menores.

Figura 4. Diagrama de Causa y Efecto



En la **figura 4** se observa un diagrama de causa y efecto, en el cual el efecto está a la derecha y sus causas, a la izquierda.

El primer paso para construir un diagrama de Causa y Efecto consiste en la identificación por parte del grupo de un proyecto del efecto o problema de calidad que interese. El líder del equipo lo escribe en la parte derecha de un pliego grande de papel. Luego se procede a determinar cuáles son las causas principales.

Para la determinación de las causas menores, el equipo que está a cargo del proyecto debe aplicar la técnica de la “lluvia de ideas”. Esta técnica para generar ideas se adapta especialmente bien para trabajar con los diagramas de causa y efecto. En ella se aprovecha la capacidad creativa de todo el equipo.

Para garantizar que cada uno de los miembros del equipo participe, es conveniente darles la palabra para que aporten una idea a la vez, de uno en uno, por orden sucesivo, hasta completar una ronda.

Si cuando le corresponda participar, al miembro no se le ocurre nada, se le salta en esa ronda. Posiblemente en una ronda posterior tenga una idea que ofrecer.

Una vez finalizado el diagrama de Causa y Efecto, hay que proceder a su evaluación y así definir cuáles son las posibles causas. Esta actividad se lleva a cabo en una sesión especial. El procedimiento consiste en someter a votación cada una de las causas menores.

Los miembros del equipo pueden poner su voto en una o en varias causas. Aquellas causas que obtengan la mayoría de los votos se encierran dentro de un círculo y así se habrá logrado determinar cuatro o cinco de las causas más probables.

Las aplicaciones del diagrama de causa y efecto son prácticamente infinitas en las áreas de investigación, fabricación, mercadotecnia, trabajo de oficina, etcétera. Una de sus mayores ventajas es la global participación y contribución de todos los que intervienen en el proceso de la lluvia de ideas.

El diagrama es útil para:

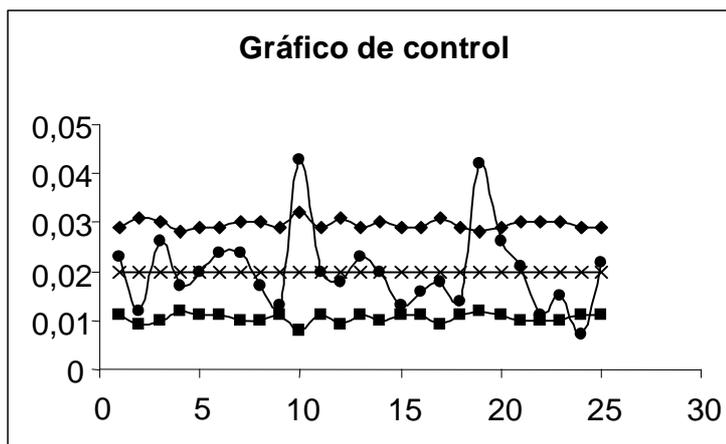
1. Analizar las condiciones imperantes para mejorar la calidad de un producto o de un servicio, para un mejor aprovechamiento de recursos y para disminuir costos.
2. Eliminar las condiciones que causan el rechazo de un producto y las quejas de un cliente.
3. Estandarización de las operaciones en curso y de las que se propongan.
4. Educación y capacitación del personal en las áreas de toma de decisión y de acciones correctivas.

2.2.6. Gráficos de control por atributos

Los gráficos de control sirven para estudiar la variación en un proceso a fin de distinguir entre las causas comunes y las causas especiales, la gráfica de control es una excelente técnica auxiliar en la resolución de problemas y para la consecuente mejora de la calidad.

La mejora de la calidad se produce en dos casos. Cuando se usa por primera vez la gráfica de control, por lo general el proceso todavía es inestable. Conforme se van identificando causas atribuibles a las condiciones que están fuera de control y se emprenden las correspondientes acciones correctivas, el proceso se va volviendo estable, y de ello va resultando una mejor calidad. Véase figura 5.

Figura 5. **Gráfico de control**



Las gráficas de control son excelentes medios para basar una toma de decisiones, puesto que el esquema de los puntos graficados determinará si la idea es buena, mala o si no tiene efecto alguno en el proceso.

2.2.6.1 Tipos de gráficos por atributos

El término atributo, aplicado al control de la calidad, se refiere a todas aquellas características que cumplen con determinadas especificaciones, o que no cumplen con ellas.

Hay dos tipos de atributos:

1. Aquellas cuando no es posible hacer mediciones, por ejemplo cuando se efectúa una inspección visual: color, partes faltantes, rayaduras, daños, etcétera.
2. Aquellos casos en los que si es posible hacer mediciones, pero no se realizan debido al tiempo y el costo.

Los procedimientos generales para obtener gráficas de control son:

- El primer paso del procedimiento consiste en definir para qué se va utilizar la gráfica de control. Una gráfica p puede servir para controlar la proporción de no conformidad de (a) una sola característica de la calidad, (b) un grupo de características de la calidad, (c) sólo una parte de ellas, (d) un producto completo, o (e) una cantidad determinada de productos.

La gráfica p también puede servir para controlar el desempeño de (a) un operario, (b) un centro laboral, (c) un departamento, (d) un turno, (e) una planta, (f) una empresa.

El uso de la gráfica en estos casos permitirá comparar entre si unidades similares. También, permitirá evaluar el desempeño en cuanto a calidad de una unidad. Como hay una jerarquía de uso, los datos obtenidos para una gráfica también se pueden emplear para obtener una gráfica global.

La proporción promedio de no conformidad, \bar{p} , es la línea central y se obtiene de la siguiente fórmula

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

\bar{p} = proporción promedio de no conformidad de muchos subgrupos.

n = cantidad inspeccionada en un subgrupo.

Fórmulas para calcular los límites de control

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad \text{Límite superior}$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad \text{Límite inferior}$$

3. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se describirán todos los procedimientos, materia prima, tecnología y factores que intervienen en la manufactura del tubo, desde como se programa hasta como se empaca, analizando cada una de estas situaciones con el fin de conseguir una medición de la eficiencia.

3.1 Procedimientos utilizados

3.1.1 Planificación

El departamento de planificación es el encargado de hacer los programas de producción de los molinos, asimismo programa los cortes de materia prima, con lo cual se asegurará de que los molinos tenga suficiente materia prima cortada por medio de la generación ordenes de corte las cuales se entregan en el área de corte (Slitter), asimismo se encarga de recibir la materia prima llevando un control diario de ingreso a la planta, a los programas de producción se les da un seguimiento de acuerdo a la medida que se esté produciendo para asegurarse de que no haya más pedidos de tubos de la misma medida y para cerciorarse de que la toda la materia prima este cortada o tenga orden de corte para que esté lista para producirse en los molinos.

3.1.1.1 Programas de producción

Los programas de producción se hacen de acuerdo al promedio de venta mensual de tubos o por las ventas efectuadas por el departamento de ventas.

La forma en la que se ordenan los productos en los programas de producción es de acuerdo a la medida que se va a producir en los molinos, por ejemplo si se va a sacar tubos de 1/2 pulgada se programa todos los calibres que están por debajo del promedio de venta (un mes para lamina industrial y un mes y medio para lamina caliente) y los calibres que tengan pedidos nuevos.

El contenido de un programa de producción es básicamente:

- Nombre del programa (Programa de Molino 483, 604, Roladora)
- Calendarización
- Código del producto
- Nombre del Producto
- Calibre de la lamina
- Longitud de tubo
- Unidades a producir
- Cantidad de atados

3.1.1.2 Órdenes de corte

Las órdenes de corte son las que le dan seguimiento a los programas de producción, ya que si un tubo no tiene tiras cortadas para producirse en el molino se hace una orden de corte, la cual es generada en el programa de red utilizado por la empresa.

El contenido de una orden de corte es:

- Número de orden de corte
- Calibre y ancho de bobina.
- Fecha y Slitter que corta.
- Número de toneladas a producir
- Código de tira
- Nombre de la tira
- Número de tiras a cortar
- Firma del planificador

3.1.1.3 Solicitud de corte

La solicitud de corte acompaña a la orden de corte, en esta se detallada el código de la bobina que se va a cortar, el cual se obtiene cuando la bobina es ingresada al área de corte.

El contenido de la solicitud de corte es:

- Número de Solicitud de corte
- Número de orden de corte
- Calibre de la bobina
- Pedido de la bobina
- Número de bobina
- Ancho de bobina
- Peso de bobina
- Heat
- Coil
- Firma del planificador

3.1.1.4 Etiquetas

La forma de identificar las tiras cortadas en las Slitter es a través de las etiquetas que se imprimen por el planificador, por medio de la información que brinda la solicitud de corte.

El contenido de las etiquetas es:

- Calibre de bobina
- Pedido de bobina
- Número de bobina
- Código de la tira
- Ancho de la tira
- Fecha del corte
- Nombre del producto
- Peso de la tira
- Coil
- Heat

3.1.2 Área de corte (slitter)

Esta área es la encargada de dar seguimiento a las órdenes de corte hechas en planificación.

3.1.2.1 Inicio de una orden de corte

Antes darle seguimiento a una orden de corte, se debe verificar lo siguiente: el diámetro interno de bobina, ancho de bobina, ovalación de bobina y su estado en general.

3.1.2.2 Carga y enhebrado de bobina a slitter

Esta operación es de mucha importancia para lograr un buen desempeño del área de corte. La operación de carga y descarga de las slitter representa casi un 20% del tiempo muerto de máquina, por lo que debe hacerse rápida y correctamente.

La operación de carga de bobinas requiere seguir las siguientes instrucciones:

- Las bobinas se transportan con grúa hasta el área de corte, utilizando para ello un cargador especial.
- La bobina a cortar se levanta con la grúa y se coloca sobre el coil car de ingreso al uncoiler.
- Correr el coil car y encajar la bobina en el mandril del uncoiler (que debe estar cerrado) de la slitter.
- Abrir el mandril del uncoiler.
- Cortar los flejes de la bobina y rotar la misma hasta que la punta externa quede en la parte superior.
- Rotar el eje del uncoiler en sentido anti horario a manera de llegar la punta de la bobina hasta la entrada a las cuchillas.
- Cuando es necesario se corta la punta de la bobina, a manera de obtener un borde parejo a lo largo de toda la punta.
- Centrar la punta de la bobina ajustando los rodos guía laterales a efecto de compartir la orilla en los dos extremos.
- Ingresar la lámina a las cuchillas y verificar la calidad del corte.
- Avanzar las puntas de las tiras hasta el recoiler.
- Bajar el brazo del recoiler e introducir la punta de las tiras en la mordaza de sujeción, y luego abrir el mandril del recoiler para presionar las puntas de las tiras y mantenerlas sujetas firmemente durante la operación de corte.

- Rotar lentamente el mandril en sentido anti-horario a efecto de enrollar las tiras en el mismo, asegurándose que los platos guía del brazo no permitan que las tiras se traslapen.
- Cuando se tienen de 10 a 15 vueltas enrolladas en el mandril, la slitter está lista para trabajar en automático.

3.1.3 Formado de tubo

3.1.3.1 Aspa y empalmadora

La operación del aspa y la empalmadora permite alimentar al floop de chapa, con lo cual se garantiza que el molino siempre tendrá suficiente chapa para poder trabajar.

1. El operador carga la tira sobre la desenrolladora y expande el mandril.
2. La tira es detenida mediante rodillos que determinan su correcto posicionamiento en sentido vertical.
3. Una vez efectuada la carga, un rodillo presiona el diámetro externo de la tira, evitando la tira.
4. Una vez efectuado el posicionamiento se desplaza el mamparo que determina el borde fijo de la tira.
5. Luego se hace girar la tira para poder desenrollarla.

6. Al final del coil que se encuentra en la línea tubos, el operador oprime el pulsador de ciclo (marcha encabezamiento) con lo cual la mordaza fija bloquea la cola del coil y el grupo cizalla hace bajar la cuchilla, que cortará la cola de la cinta.
7. A continuación el operador toma la parte inicial del otro coil, lo introduce en la mordaza móvil y oprime por una segunda vez el pulsador de (marcha encabezamiento). La mordaza móvil aprieta la punta del nuevo coil y la cizalla desciende por una segunda vez para cortar la punta del coil.
8. A continuación la cizalla se desplaza situando el soplete en posición de soldadura y la mordaza móvil avanza, llevando la punta del coil próxima a la cola cortada precedentemente.
9. El operador debe inspeccionar que ambos bordes de las tiras se encuentren alineados.
10. Oprimiendo el pulsador de marcha se efectúa la soldadura.
11. La velocidad del soplete debe ser establecida según las características de la chapa y de la soldadura utilizada.
12. Una vez efectuada la soldadura, la máquina retoma automáticamente la posición de partida, esto es, abre las dos mordazas, desplaza hacia atrás la mordaza móvil y dispone la cizalla en posición de corte.
13. Una vez terminado el ciclo se tirará hacia delante el empalme por medio del pinch roll del floop hasta una posición en la que se pueda comprobar la calidad de la soldadura y posteriormente pulir el cordón.

14. Una vez que el ciclo de empalme ha terminado, el floop puede comenzar a acumular la chapa (tiras) mientras que el freno garantiza un tensado constante a pesar de la variación del diámetro.
15. Una vez que la tira se termina, automáticamente el mamparo se aleja, permitiendo a la desenrolladora girar 180 grados para poder desenrollar una nueva tira.

3.1.3.2 Floop

1. Introducir el cabezal de la cinta entre los rodillos de guía horizontal y luego en el pinch-roll, sujetando con la fuerza necesaria el extremo de la cinta hasta que el extremo de la tira ingrese aproximadamente 1.5 metros de la mesa de entrada.
2. Formar el anillo libre doblando el extremo de la cinta hacia atrás hasta el pinch-roll.
3. Alimentar el floop con tira hasta que el anillo libre alcance el punto más alto (en sentido vertical).
4. Mediante el mando manual de impulsos adelante introducir dos o tres vueltas de chapa en el floop, hasta que la línea quede llena y, por lo tanto, en condiciones de funcionar en modo automático.

5. Con la línea de trabajo lista para funcionar, el floop debe tener como mínimo una vuelta completa de chapa.
6. Ahora el floop se encuentra en las condiciones iniciales, listo también para funcionar en automático.

3.1.3.3 Formado de tubo

En el proceso de formado del tubo la tira es transformada en tubo redondo, el cual es soldado longitudinalmente y cortado a la medida programada.

Para cada medida que se haga en el molino $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{4}$ ", 1 $\frac{1}{2}$ ", 2 se debe hacer un cambio general, ya que para cada medida se usan rodos de formado y acabado diferentes.

3.1.3.3.1 Secuencia de operación

1. Se introduce la tira a los rodos de formado.
2. Se enciende el panel de alimentación de la cortadora y de los motores de la línea de formado, acabado y calibrado.
3. Comprobar que haya suficiente chapa en el floop y aspa para que el molino trabaje sin provocar un paro inmediato.

4. Predisponer la velocidad de línea del molino a una velocidad de 50 m/ min para el primer arranque. Luego de comprobar el correcto funcionamiento del molino, predisponer la velocidad de trabajo en por lo menos 5 m/min por debajo del valor de la velocidad máxima arrojada por la computadora de la cortadora.
5. Los rodos de formado van doblando la tira con lo cual le dan la forma redonda al tubo, con lo cual esta listo para soldarse.
6. El tubo es soldado como resultado de la presión aplicada en los rodos de soldadura y de la fusión del metal generada por la soldadura de alta frecuencia.
7. Verificar y inspeccionar la altura a la que va a trabajar el descordonador con el molino detenido.
8. Enfriar el tubo y a los componentes de la máquina con solución emulsiva.
9. Se hace una calibración al tubo por mediante de una serie de rodos calibrados a la medida requerida con lo cual el tubo adquiere el diámetro externo que se necesita.
- 10.El tubo asume su forma definitiva redonda, cuadrada y rectangular por medio de las cabezas turcas.
- 11.El tubo es cortado de acuerdo al largo de la programación de la sierra en el panel de control.
- 12.Colocar la cortadora en ciclo de automático.

13. Todo el tubo que va saliendo es evacuado al final del molino y trasladado a biselado o a empaque de acuerdo al tipo de tubo que se formo.

3.1.4 Biselado

El biselado que le hace a los tubos se aplica normalmente a la tubería que se fabrica bajo la norma ASTM, el biselado le da una mejor presentación al tubo.

El biselado se logra por medio de tres pastillas especiales en tres posiciones distintas que remueven una mínima cantidad de material del tubo para lograr un buen acabado en los extremos.

3.1.4.1 Secuencia de operación

1. Se traslada el tubo a biselar a la mesa de entrada.
2. Se mueve el tubo hacia la mesa de alineación por medio de un elevador de tubo que lo libera.
3. Se calibra los topes de la biseladota de acuerdo al largo que se vaya a biselar.

4. Se calibra el stopper dependiendo de la cantidad de material que se quiera quitar.
5. Se abre y se cierra el cabezal para sostener el tubo.
6. El cabezal gira sobre el eje de rotación del tubo con lo cual se logra el biselado del tubo.
7. El cabezal se vuelve a abrir y libera el tubo.
8. Después de ser roscado el tubo el tubo pasa a la mesa de empaque.

3.1.5 Roscado

La roscadora es una máquina que se utiliza para roscar la tubería consta de dos cabezales no alineados, dispuestos de manera que uno trabaja un extremo primero, y en la siguiente posición del tubo trabaja el otro sobre la otra punta, terminando el proceso en un solo paso.

El movimiento del tubo a través de la máquina se realiza por medio de una mesa móvil que está sincronizada con los cabezales para el funcionamiento continuo de la máquina. La roscadora es alimentada de tubería a través de la evacuación del molino o de la bodega de producto terminado. Los traslados de tubos roscados ya empacados en atados se hace por medio de puentes grúa.

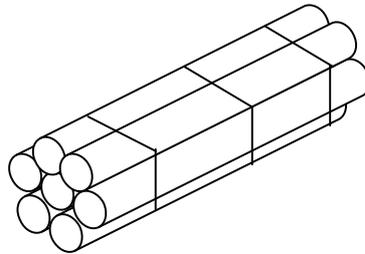
3.1.5.1 Secuencia de operación

1. Se traslada a la mesa de entrada la tubería que se va a roscar.
2. El tubo se desliza por la mesa de entrada.
3. Se mueve el tubo hacia la mesa de alineación por medio de un elevador de tubo que lo libera.
4. Se abre el cabezal y por medio de una mesa móvil el tubo se topa al cabezal.
5. Se cierra el cabezal.
6. El cabezal gira sobre el eje de rotación del tubo con lo cual se va logrando la rosca del tubo por medio de los peines.
7. El cabezal se vuelve a abrir y libera el tubo.
8. Después de ser roscado el tubo el tubo pasa a la mesa de empaque.

3.1.6 Empaque

En el área de empaque es donde se prepara el tubo en atados para ser despachado o almacenado, el número de tubos por atado va a depender del tipo de tubería que se empaca figura 6.

Figura 6. **Empaque**



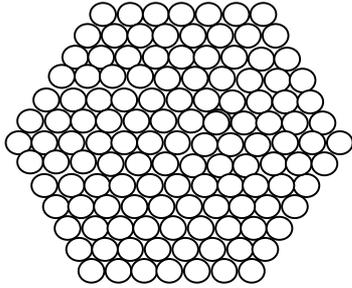
3.1.6.1 Cañería

- Todos los tubos de cañería son empacados y flejados de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla I. **Atados de cañería**

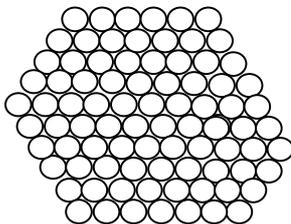
Producto	Largo	Número de tubos por atados	Número de flejes
1/2 Cañería	20p	120	3
3/4 Cañería	20p	84	3
1 Cañería	20p	60	3
1 ¼ Cañería	20p	42	3
1 ½ Cañería	20p	36	3
2 Cañería	20p	26	3

Figura 7. **Atado de 1/2"**



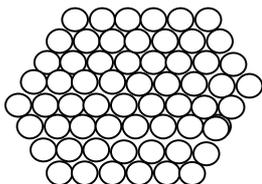
El atado es de 120 unidades

Figura 8. **Atado de 3/4"**



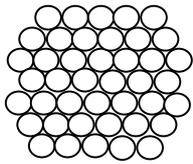
El atado es de 84 unidades

Figura 9. **Atado de 1"**



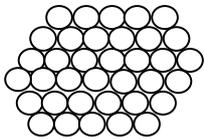
El atado es de 60 unidades

Figura 10. **Atado de 1 ¼"**



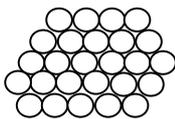
El atado es de 42 unidades

Figura 11. **Atado de 1 ½"**



El atado es de 36 unidades

Figura 12. **Atado de 2"**



El atado es de 26 unidades

3.1.6.2 Industrial

Todos los productos industriales son empacados y flejados de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla II. **Atados de industrial**

Producto	Largo	Número de tubos por atados	Número de flejes
½ - 1.9 redondo	6 m	100	3
½ cuadrado	6 m	200	3
¾- 1 ½ cuadrado	6 m	100	3
½ x1 rectangular	6 m	100	3
¾ x1 rectangular	6 m	100	3
½ x 1 ½ rectangular	6 m	100	3
¾ x 1 ¾ rectangular	6 m	50	3
¾ x 1 ¼ rectangular	6 m	100	3
1 x 1 ½ rectangular	6 m	100	3
1 x 2 rectangular	6 m	50	3

3.1.6.3 Secuencia de operación

- Colocar los tubos en atados de acuerdo a las unidades y a la forma como se vaya a empacar.
- Colocar el fleje (cañería tabla I, industrial tabla II) en la forma que se ilustra en el dibujo1.
- Introducir un extremo del fleje en un sello.
- Sujetar el extremo anterior sobre el atado y circular el atado con el fleje desde atrás.

- El otro extremo del fleje se introduce en el mismo sello y se dobla una parte para sujetarlo.
- Luego colocar la flejadora sobre el atado y levantar la manecilla para introducir el fleje desde la parte frontal de modo que la "punta" de la flejadora quede justo antes del sello.
- Luego mover la manecilla de arriba hacia abajo hasta que no avance porque topa en el sello.
- Con la flejadora apretar el sello.
- Desplazar un poco la flejadora por el fleje y mover la flejadora hasta quebrar el fleje.
- Al terminar de empaçar colocar la etiqueta de identificación.

3.2 Descripción de materia prima

3.2.1 Lámina rolada en caliente

El acero rolado en caliente se recalienta para producir rollos de acero de diferentes espesores. Según la norma ASTM-53 de acuerdo a su composición química pueden ser grado "a" o grado "b", la diferencia de estos es la mayor dureza que tiene el grado b.

La lámina en caliente es utilizada en la industria automotriz y de la construcción, así como para la fabricación de maquinaria pesada, tubería, estructuras, recipientes a presión, etc.

3.2.2 Lámina rolada en frío

La lámina rolada en frío se suministra en rollo u hojas, sin recocer o templada, en acabado mate o brillante, con o sin aceite y siempre con orilla recortada. El peso del rollo puede ser de 7 a 20 toneladas.

La lámina rolada en frío se usa para aplicaciones de la industria automotriz, fabricantes de línea blanca, laminación de motores, etc.

Los principales usos de la lámina rolada en frío son:

- Partes expuestas y no expuestas para artículos de línea blanca.
- Aplicaciones en maquinaria y equipo.
- Perfiles y tubería.
- Tambores y envases.
- Insumo para procesos de galvanizado.
- Laminación de motor.

3.2.3 Lámina galvanizada

El galvanizado en frío es un recubrimiento de zinc que se aplica sobre acero mediante pistola, brocha o rodillo.

Para que este tipo de producto tenga una resistencia a la corrosión equivalente al galvanizado en caliente se requiere que la película seca contenga un mínimo de 95% de zinc. Además es necesario que la capa sea conductora eléctricamente, solamente con estas 2 características es capaz de proteger al acero.

El Galvanizado en frío se utiliza ampliamente para lo siguiente:

- Estructuras de acero.
- Reparación de galvanizado dañado.
- Cercas
- Costaneras

3.2.4 Lámina de acero inoxidable

Se emplea para las tuberías y tanques de refinerías de petróleo o plantas químicas, para los fuselajes de aviones o para cápsulas espaciales.

En la industria química y petroquímica, los aceros inoxidables ofrecen elevada resistencia a la corrosión y excelentes propiedades mecánicas así como un bajo costo de mantenimiento.

Los aceros inoxidables son más resistentes a la corrosión y a las manchas de los que son los aceros al carbono y de baja aleación.

Este tipo de resistencia superior a la corrosión se produce por el agregado del elemento cromo a las aleaciones de hierro y carbono.

Las principales ventajas del acero inoxidable son:

- Alta resistencia a la corrosión.
- Alta resistencia mecánica.
- Apariencia y propiedades higiénicas.
- Resistencia a altas y bajas temperaturas.
- Buenas propiedades de soldabilidad, mecanizado, corte, doblado y plegado.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Reciclable.

3.3 Descripción del equipo

3.3.1 Slitter

La slitter es una máquina que se utiliza para el corte de lámina fría y caliente en un rango de 0.5 mm a 8 mm de espesor, y con un peso máximo de bobina de 25 toneladas métricas utilizando el contrapunto en el recoiler.

Exceder los rangos anteriores puede ocasionar daños a las partes de la máquina y también al producto.

El equipo consta de las siguientes partes:

a) Coil car

Su función es cargar bobina que ingresa para corte.

b) Uncoiler

Es la parte que carga y desenrolla la bobina a cortar.

c) Peeler

Se utiliza para ayudar a ingresar la punta de la bobina hasta la cizalla.

d) Brazo del uncoiler

Sujeta la bobina al desenrollar, también tiene tracción y ayuda a desenrollar.

e) Cizalla

Se usa para el despunte de la bobina a cortar.

f) Mesa de entrada a cuchillas

Sostiene la parte de la bobina desenrollada antes de ingresar a las cuchillas.

g) Rodo guía de entrada

Su función es impulsar la bobina hacia las cuchillas.

h) Cuchillas de corte

Son las encargadas de cortar la bobina en tiras de acuerdo a la combinación de corte efectuada.

i) Enrollador de orilla

La slitter cuenta con dos enrolladores que guardan todo la orilla cortada de la bobina.

j) Mesa de salida

Sostiene la bobina pero ya cortada en tiras, previamente a ser enrolladas.

k) Brazo separador

Su función es no permitir el traslape de las tiras

l) Recoiler

Su función es rebobinar o enrollar las tiras cortadas.

m) Coil car de salida

Permite descargar las tiras del recoiler previamente a ser flejadas y almacenadas.

3.3.2 Molino

3.3.2.1 Aspa

Es una unidad desenrolladora con mamparo de retención, cuya función es alimentar de tiras al molino, se compone de las siguientes partes:

desenrollar

a) Devanadera desenrolladora

Su función es desenrollar la tira y alimentar al acumulador de cinta o floop, simultáneamente permite cargar una nueva tira ya que cuenta con dos mandriles. Una vez desenrollado la tira, la devanadera gira 180° para quedar poder desenrollar la otra tira cargada.

b) Mamparo de retención

El mamparo es la unidad que impide a la cinta salir lateralmente durante la operación de desenrollamiento.

c) Tablero de mando

Permite controlar al operador controlar todas las funciones del aspa.

3.3.2.2 Empalmadora

Esta maquina es utilizada para la unión de dos tiras por medio de soldadura, se compone de las siguientes partes:

a) Mordaza móvil

Sostiene la punta de la nueva tira y la sitúa para el cizallado simultáneo junto a la cola de la tira de salida.

b) Porta soplete

Su función es soldar con velocidad predispuesta en el tablero de mando las dos tiras.

3.3.2.3 Floop

El Floop es una máquina utilizada para acumular tiras en un espacio reducido, con el fin de que el molino tenga suficientes tiras acumuladas, para no tener la necesidad de detener el molino por falta de materia prima.

3.3.3 Roscadora

La roscadora es la máquina utilizada para roscar el tubo, la cual puede roscar tubo de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1", $1\frac{1}{4}$ ", $1\frac{1}{2}$ ", 2", cuenta con dos cabezales no alineados que le permiten trabajar con dos tubos a la vez roscando primero un extremo y luego el otro, tiene una mesa móvil sobre la cual se ponen los tubos que se van a roscar.

3.3.3.1 Partes de la máquina

a. Cabezales

Son los encargados de sujetar el tubo mientras es roscado, cuenta con una mordaza y un peine , el peine es el que le hace la rosca al tubo mientras el tubo esta girando

b. Mesa de entrada

Aquí es donde se coloca todo el tubo que va a ser roscado, tiene un elevador de tubo el cual es movido por cilindros neumáticos para la carga automática o manual de la máquina.

c. Mesa móvil

Esta mesa es la encargada del movimiento del tubo a través de la máquina, y se encuentra sincronizada con el movimiento del cabezal, de manera de ir desplazando el tubo hacia delante una vez completado el roscado y haberse retirado los cabezales.

d. Mesa de salida

Aquí es donde se coloca el tubo que sale de la roscadora previamente a empacarse tiene la forma de la mitad de un hexágono lo cual facilita la forma de empacar el tubo en atados.

3.3.4 Biseladora

La biseladora es la máquina que se utiliza para darle un acabado más presentable al tubo y para eliminar el exceso de rebaba que queda por el proceso de corte en el tubo redondo con lámina rolada en caliente.

El biselado se hace con dos cabezales, que por medio de tres pastillas especiales dispuestas en tres posiciones distintas, remueven una mínima cantidad de material del tubo, para lograr un buen acabado. Dichos cabezales están dispuestos en la máquina uno a cada lado del tubo de manera que trabajen uno primero sobre una punta del tubo y el siguiente sobre la otra punta, haciendo así un ciclo continuo de biselado.

3.3.4.1 Partes de la máquina

a) Cabezal

El cabezal es el que se fija directamente al eje rotativo que es impulsado a través de una faja por el motor eléctrico. Sobre él van colocados los portapastillas cada uno sobre una guía especialmente dispuesta para la regulación de los mismos. Las partes de que se compone el cabezal son: portapastillas, prensa portapastillas, tornillos reguladores de portapastillas, tornillos de fijación de portapastillas, prensa pastilla, tornillos de fijación de la pastilla y pastillas.

b) Mesa de entrada

La mesa de entrada es donde se descarga el tubo para la producción. Posee un elevador de tubo el cual es movido por cilindros neumáticos para la carga automática o manual de la máquina.

c) Mesa de alineación

La mesa de alineación se encuentra inmediatamente después de la mesa de entrada, y recibe el tubo proveniente de ésta, y por medio de rodillos motorizados y de un tope graduable, según el largo del tubo, alinean el tubo a una distancia conveniente de trabajo de los cabezales.

d) Guía de entrada

Esta guía se sitúa después de la mesa de alineación, y marca la posición del tubo para que la mesa móvil pueda tomar tubo por tubo, durante el proceso.

e) Pusher

Es un cilindro neumático situado uno en cada extremo de la máquina, cuyo pistón se encarga de empujar el tubo para situarlo en la posición final de trabajo para poder biselarlo. Este es graduable tanto su velocidad de salida, como la presión de trabajo según el tamaño del tubo que se esté trabajando.

f) Stopper

El stopper es un mecanismo que va situado justamente delante del cabezal, y se encarga de detener el tubo empujado por el pusher, en la posición de trabajo. El stopper se gradúa dependiendo de la cantidad de material que se desea remover.

3.3.5 Grúas

Los puentes grúa son aparatos destinados al transporte de materiales y cargas en desplazamientos verticales y horizontales en el interior y exterior de industrias y almacenes consta de una o dos vigas móviles sobre carriles, móviles apoyados en columnas, a lo largo de dos paredes opuestas del edificio rectangular.

El bastidor del puente grúa consta de dos vigas transversales en dirección a las vigas principales y de uno o dos pares de vigas laterales, longitudinales en dirección a la nave y que sirven de sujeción a las primeras y en donde van las ruedas.

3.3.5.1 Partes de un puente grúa

a) El puente

Se desplaza a lo largo de la nave.

b) El carro

Se desplaza sobre el puente y recorre el ancho de la nave.

c) El gancho

Va sujeto al carro mediante el cable principal, realizando los movimientos de subida y bajada de las cargas.

3.3.5.2 Movimiento de un puente grúa

Los tres movimientos que realiza un puente grúa son:

a) Traslación del puente

En dirección longitudinal a la nave: Se realiza mediante un grupo motoreductor único, que arrastra los rodillos motores por medio de semiárboles de transmisión.

b) Orientación del carro

Traslada el carro a lo largo del puente.

c) Elevación y descenso

La carga es subida o bajada por efecto del motor que sujeta el gancho con la ayuda de un cable principal.

3.4 Descripción del producto

3.4.1 Tubo estructural negro

Tubo utilizado en construcciones, edificios y propósitos generales de estructuras, es fabricado en lámina rolada en caliente, en rectangular y cuadrado, se fabrica a 20 pies de largo y a largos especiales de acuerdo a lo solicitado por el cliente.

Tabla III. **Medidas del tubo estructural rectangular**

Rectangular	Chapa			
	18	16	14	11
½"x1"	x	x	X	
½"x1 1 1/2"	x	x	X	
¾" x 1"	x	x	X	
¾" x 1 1/4"	x	x	X	
¾" x 1 3/4"	x	x	X	
1" x 1 1/2"	x	x	X	
1"x2"	x	x	X	X

Fuente: Folleto informativo de Tubac.

Tabla IV. **Medidas del tubo estructural cuadrado**

Cuadrado	Chapa			
	18	16	14	11
1/2"	x	x	X	
3/4"	x	x	X	
1"	x	x	X	X
1 1/4"	x	x	X	X
1 1/2"	x	x	x	X
2"	x	x	X	X

Fuente: Folleto informativo de Tubac.

3.4.2 Tubo Industrial

Tubo utilizado en la fabricación de mesas para en el sector industrial, también se utiliza para la fabricación de barandas, este tubo es fabricado en redondo rectangular y cuadrado en lamina en fríos fabricado a 6 metros de largo y a largos especiales de acuerdo a lo solicitado por el cliente.

Tabla V. **Medidas del tubo redondo industrial**

Redondo	Chapa				
	22	21	20	18	16
1/2"	x	x	x	x	X
5/8"	x	x	x	x	X
3/4"	x	x	x	x	X
7/8"	x	x	x	x	X
1"	x	x	x	x	X
1 1/4"		x	x	x	X
1 1/2"		x	x	x	X
2"		x	x	x	X
1,9"		x	x	x	X

Fuente: Folleto informativo de Tubac.

Tabla VI. **Medidas del tubo rectangular industrial**

Rectangular	Chapa				
	22	21	20	18	16
1/2"x1"	X	x	x	x	X
1/2"x1 1 1/2"	X	x	x	x	X
3/4" x 1"	X	x	x	x	x
3/4" x 1 1/4"	X	x	x	x	x
3/4" x 1 3/4"	X	x	x	x	x
1" x 1 1/2"		x	x	x	x
1"x2"		x	x	x	x

Fuente: Folleto informativo de Tubac.

Tabla VII. **Medidas del tubo cuadrado industrial.**

Cuadrado	Chapa				
	22	21	20	18	16
1/2"	X	X	X	X	X
3/4"	X	X	X	X	X
1"	X	X	X	X	X
1 1/4"	X	X	X	X	X
1 1/2"		X	X	X	X
2"		X	X	X	X

Fuente: Folleto informativo de Tubac

3.4.3 Cañería

Los tubos de cañería son utilizados para la conducción de líquidos o desechos

3.4.3.1 Mecánico

Tubo utilizado por la industria automotriz para la fabricación de partes del automóvil.

Se fabrica a dos espesores dependiendo de su tamaño:

Tabla VIII. **Medidas del tubo mecánico**

Mecánico	Espesor	
	1,30mm	1,75mm
1/2"	X	
3/4"	X	
1"	X	
1 1/4"		X
1 1/2"		X
2"		X

Fuente: Folleto informativo de Tubac.

3.4.3.2 Tubo Cerca

Este tubo como su nombre lo indica es utilizado para hacer cercos perimetrales es de mucha utilidad para la colocación de malla ya que se colocan como postes, es fabricado a 20 pies en lamina rolada en caliente a diferentes espesores de acuerdo al tipo de cerco que se vaya a hacer.

Se fabrica a dos espesores dependiendo de su tamaño:

Tabla IX. **Medidas del tubo cerca**

Cerca	Espesor	
	1,30mm	1,75mm
1/2"	X	x
3/4"	X	x
1"	X	x
1 1/4"	X	x
1 1/2"	X	x
2"	X	x

Fuente: Folleto informativo de Tubac.

3.4.4 Costanera

La costanera es utilizada para la construcción para la colocación de techos o para estructuras, se fabrica en tres diferentes chapas y en seis diferentes tamaños se fabrica a un largo estándar de 6 metros aunque se puede fabrica a largos especiales.

Tabla X. **Medidas de costanera**

Costanera	Espesor		
	Ch18	Ch16	Ch14
3"	X	X	X
4"	X	X	X
5"	X	X	X
6"	X	X	X
7"	X	X	X
8"	X	X	X

Fuente: Folleto informativo de Tubac.

3.5 Estudio de la situación actual en la producción de tubos.

Mediante los diagramas de proceso, flujo y recorrido se analizará los métodos actuales que se utilizan en cada uno de los procesos que intervienen en el formado de tubos.

DIAGRAMA DE PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: CORTE DE M.P. PARA TUBO DE ACERO

INICIO: BODEGA DE MATERIA PRIMA

FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

MÉTODO: ACTUAL

FECHA: 06-02-07

HOJA: 1 DE 2

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

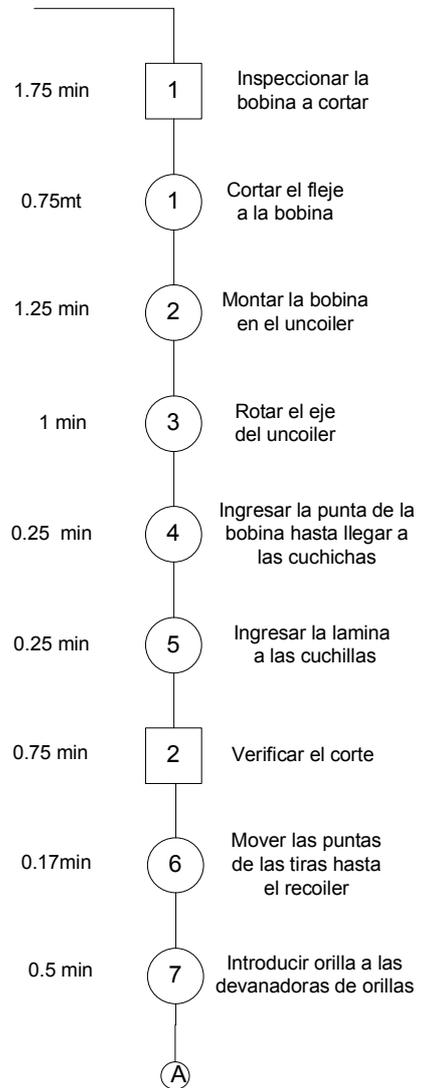
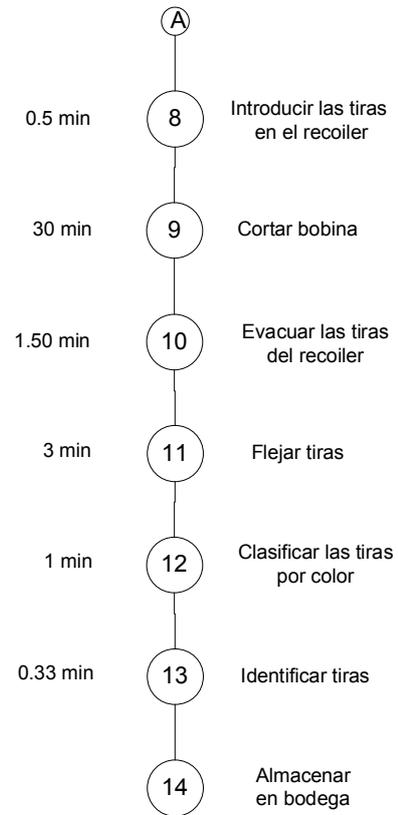


DIAGRAMA DE PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: CORTE DE M.P. PARA TUBO DE ACERO
INICIO: BODEGA DE MATERIA PRIMA
FINALIZA: BODEGA DE ALMACENAJE

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 06-02-07
HOJA: 2 DE 2
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA



SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (MIN)
○	Operación	14	40.50
□	Inspección	2	2.50
	Sumatoria	16	43.00

DIAGRAMA DE PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: MANUFACTURA DE TUBOS DE ACERO

INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

MÉTODO: ACTUAL

FECHA: 06-02-07

HOJA: 1 DE 2

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

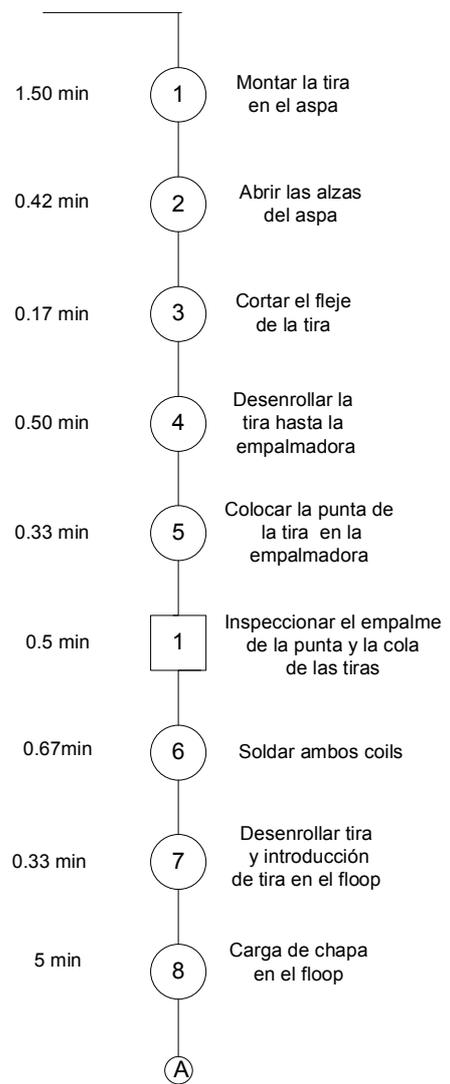
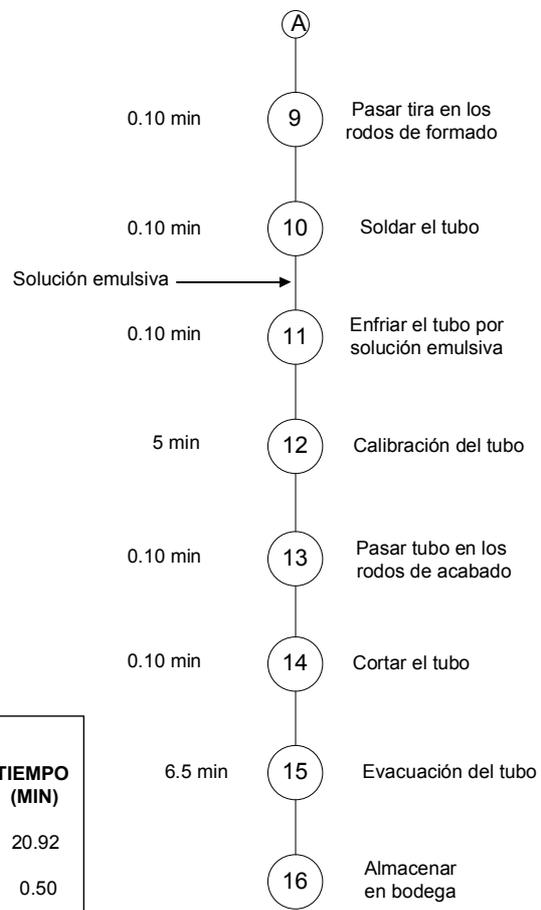


DIAGRAMA DE PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: MANUFACTURA DE TUBOS DE ACERO
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 06-02-07
HOJA: 2 DE 2
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA



SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (MIN)
○	Operación	16	20.92
□	Inspección	1	0.50
	Sumatoria	17	21.42

DIAGRAMA DE OPERACIONES

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: BISELADO DE TUBOS DE ACERO

INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL

FECHA: 10-07-07

HOJA: 1 DE 2

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

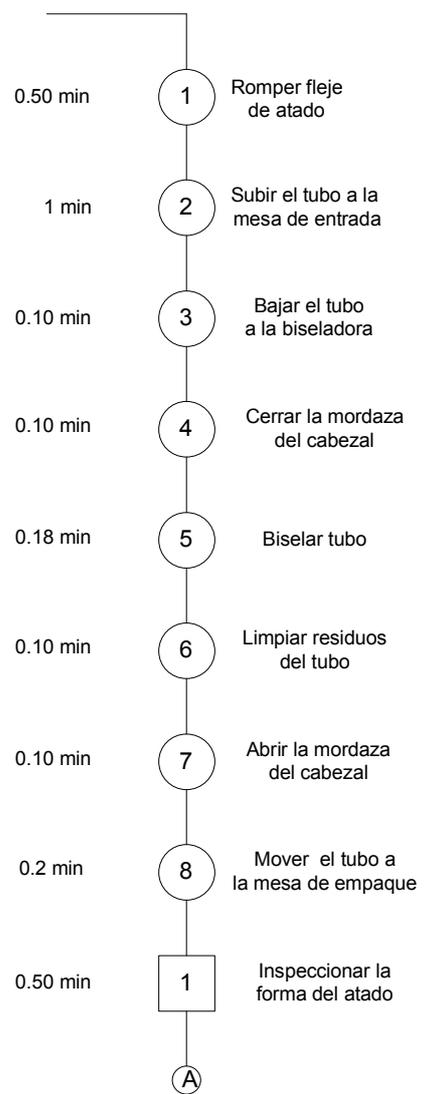


DIAGRAMA DE OPERACIONES

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: BISELADO DE TUBOS DE ACERO
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 10-07-07
HOJA: 2 DE 2
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (MIN)
○	Operación	16	8.38
□	Inspección	1	0.50
	Sumatoria	17	8.88

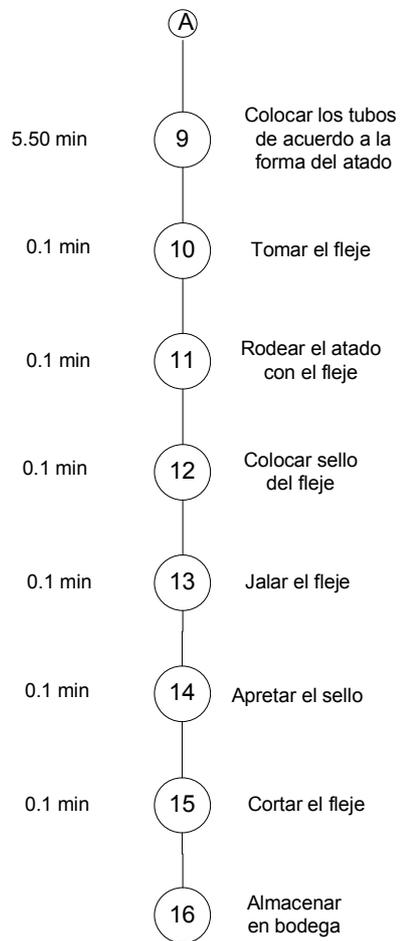


DIAGRAMA DE PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: ROSCADO DE TUBOS DE ACERO
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 06-02-07
HOJA: 1 DE 2
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

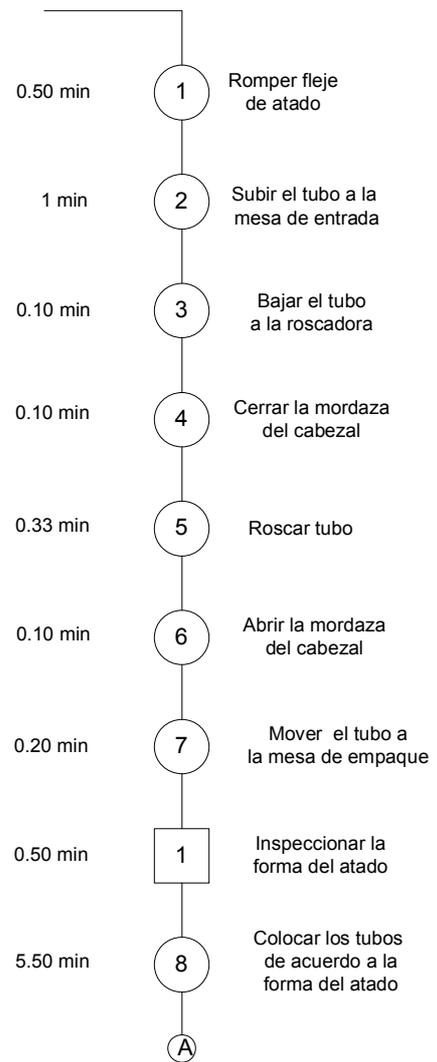
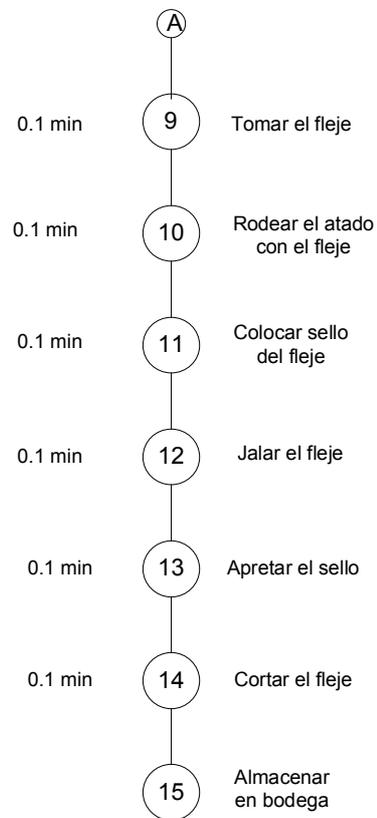


DIAGRAMA DE PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: ROSCADO DE TUBOS DE ACERO
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 06-02-07
HOJA: 2 DE 2
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA



SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (MIN)
○	Operación	15	8.43
□	Inspección	1	0.50
	Sumatoria	16	8.93

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: CORTE DE M.P. PARA TUBO DE ACERO

INICIO: BODEGA DE MATERIA PRIMA

FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

METODO: ACTUAL

FECHA: 06-02-07

HOJA: 1 DE 3

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

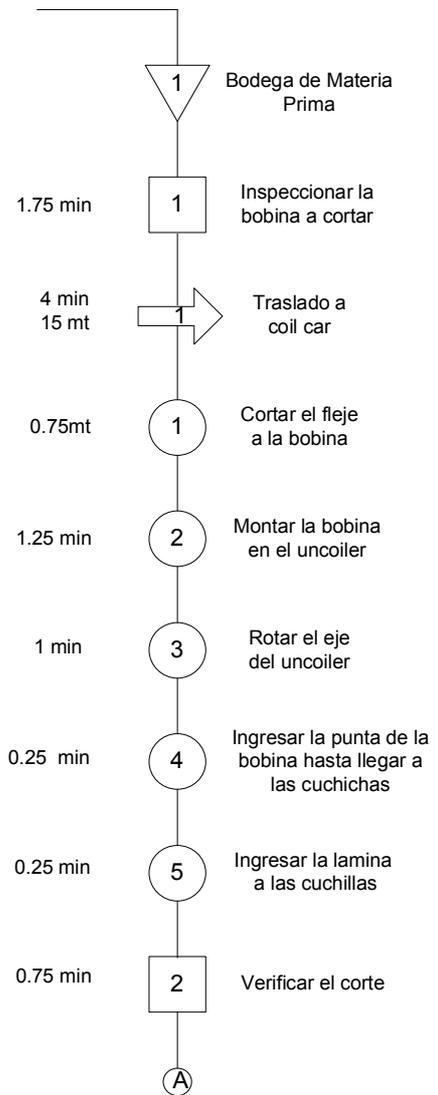


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: CORTE DE M.P. PARA TUBO DE ACERO

INICIO: BODEGA DE MATERIA PRIMA

FINALIZA: BODEGA DE ALMACENAJE

METODO: ACTUAL

FECHA: 06-02-07

HOJA: 2 DE 3

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

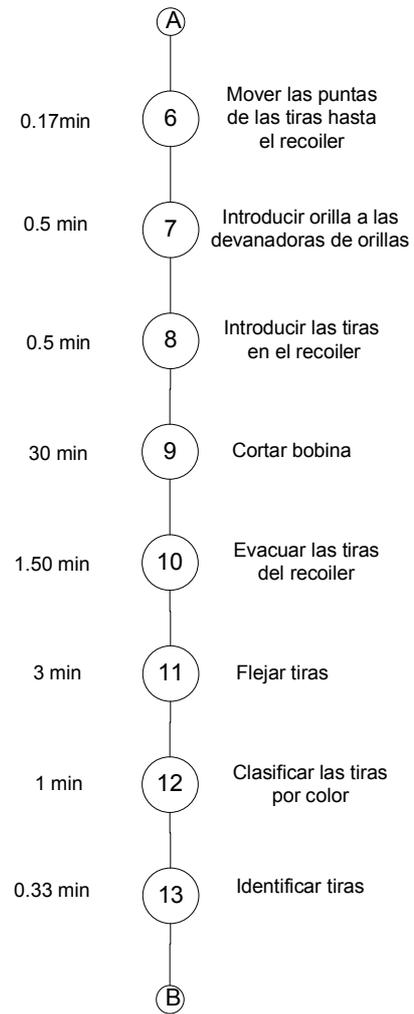


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: CORTE DE M.P. PARA TUBO ACERO

INICIO: BODEGA DE MATERIA PRIMA

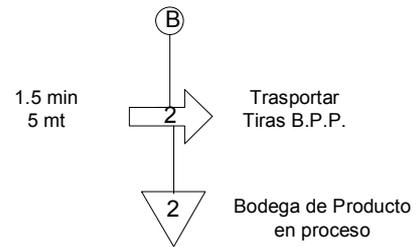
FINALIZA: BODEGA DE ALMACENAJE

MÉTODO: ACTUAL

FECHA: 06-02-07

HOJA: 3 DE 3

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA



SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MT)
○	Operación	13	40.50	
□	Inspección	2	2.50	
→	Transporte	2	5.50	20
▽	Almacenaje	2		
	Sumatoria	19	48.50	20

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: MANUFACTURA DE TUBOS DE ACERO

INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

MÉTODO: ACTUAL

FECHA: 06-02-07

HOJA: 1 DE 3

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

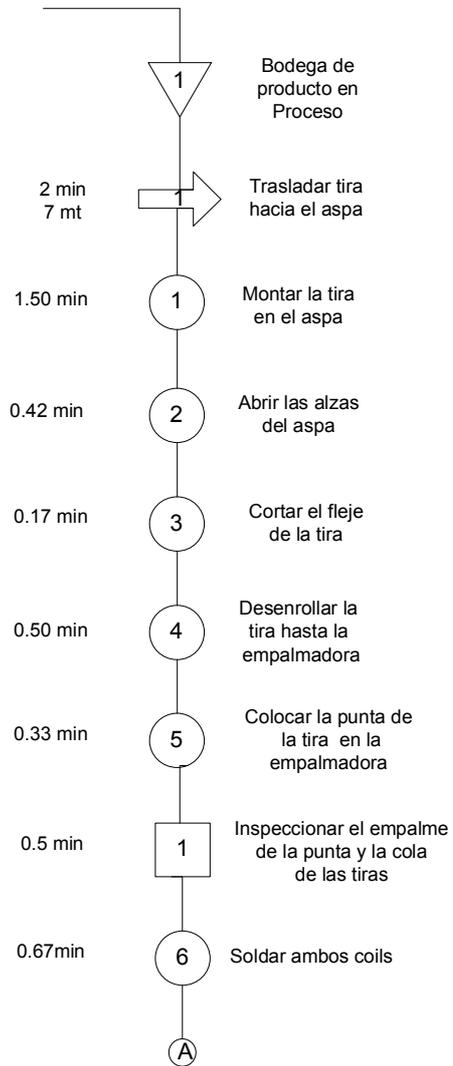


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: MANUFACTURA DE TUBOS DE ACERO

INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL

FECHA: 06-02-07

HOJA: 2 DE 3

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

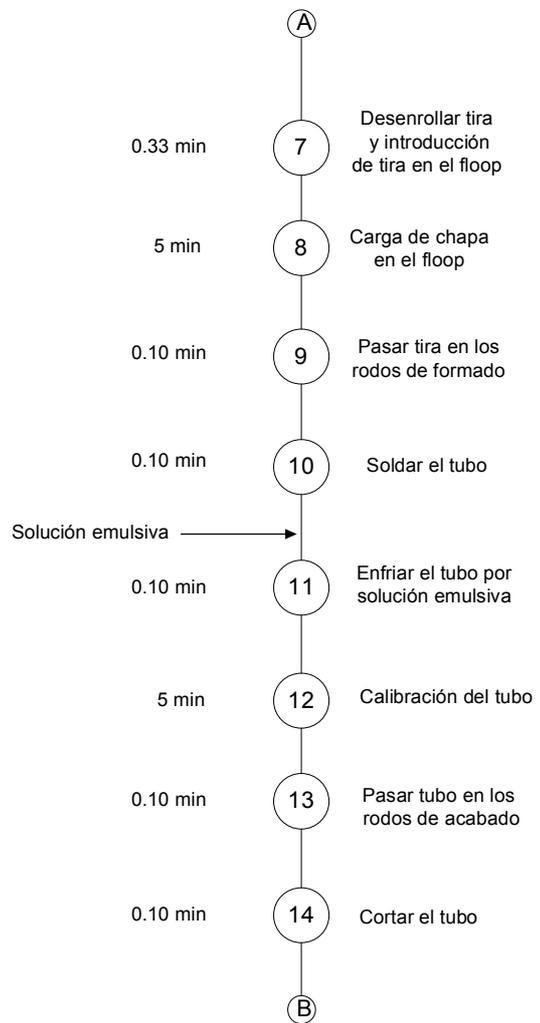
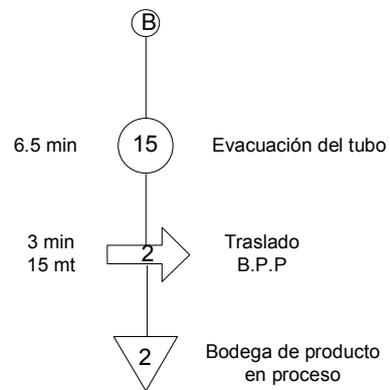


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: MANUFACTURA DE TUBOS DE ACERO
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 06-02-07
HOJA: 3 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA



SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MT)
○	Operación	15	20.92	
□	Inspección	1	0.50	
→	Transporte	2	5.00	22
▽	Almacenaje	2		
	Sumatoria	20	26.42	22

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: BISELADO DE TUBOS DE ACERO
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 06-02-07
HOJA: 1 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

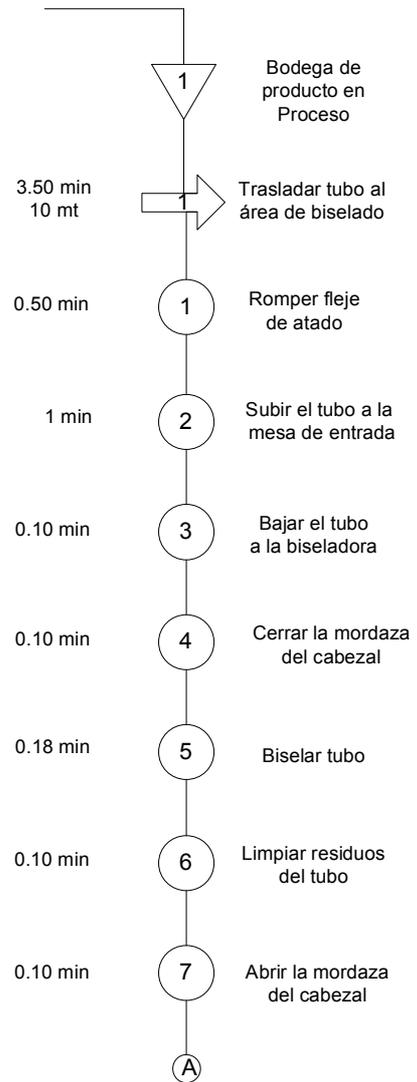


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: BISELADO DE TUBOS DE ACERO
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 06-02-07
HOJA: 2 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

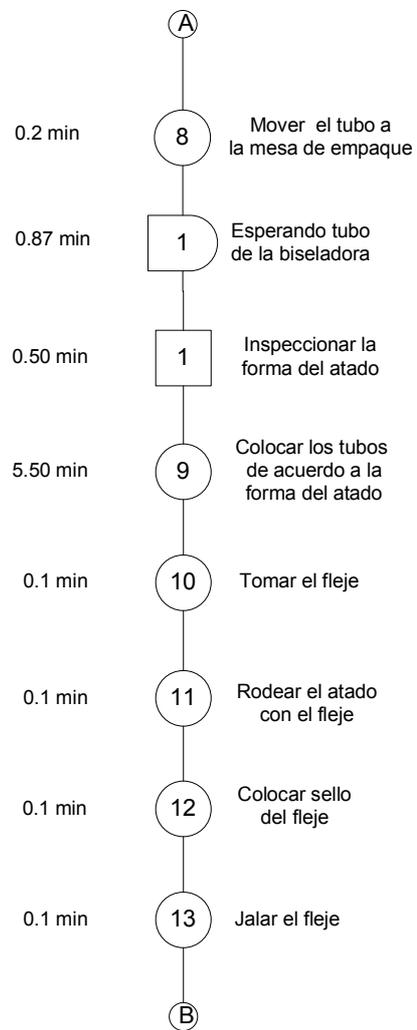
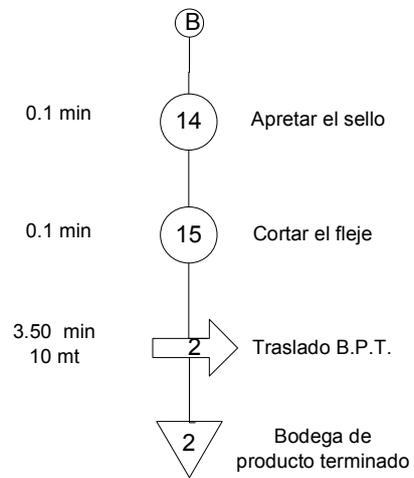


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: BISELADO DE TUBOS DE ACERO
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 06- 02- 07
HOJA: 3 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA



SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MT)
○	Operación	15	8.38	
□	Inspección	1	0.50	
→	Transporte	2	7.00	20
▽	Almacenaje	2		
	Sumatoria	20	15.88	20

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: ROSCADO DE TUBOS DE ACERO
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 06-02-07
HOJA: 1 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

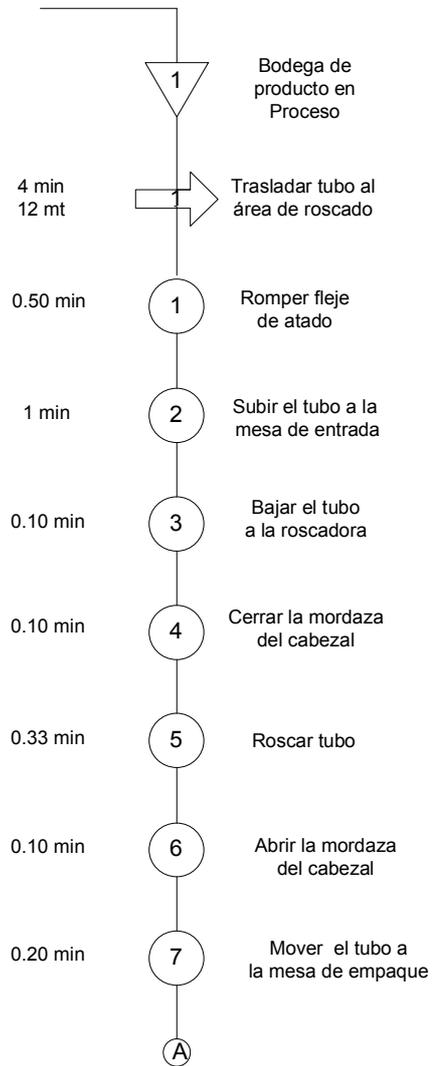


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: ROSCADO DE TUBOS DE ACERO
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 06-02-07
HOJA: 2 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

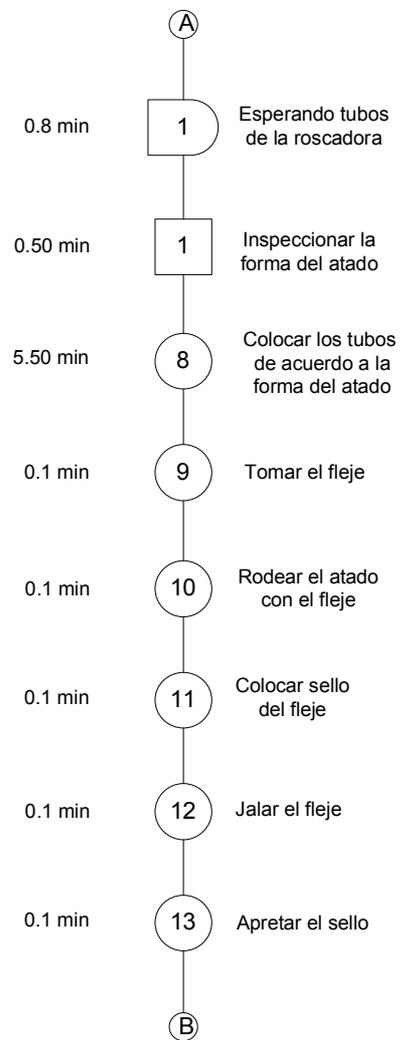
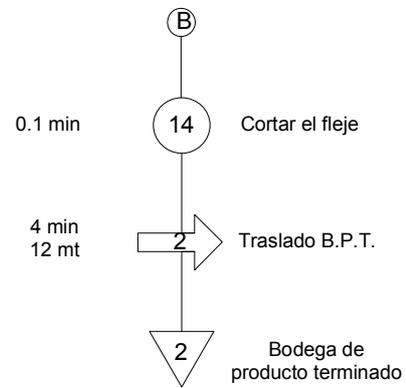


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: ROSCADO DE TUBOS DE ACERO
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 06-02-07
HOJA: 3 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

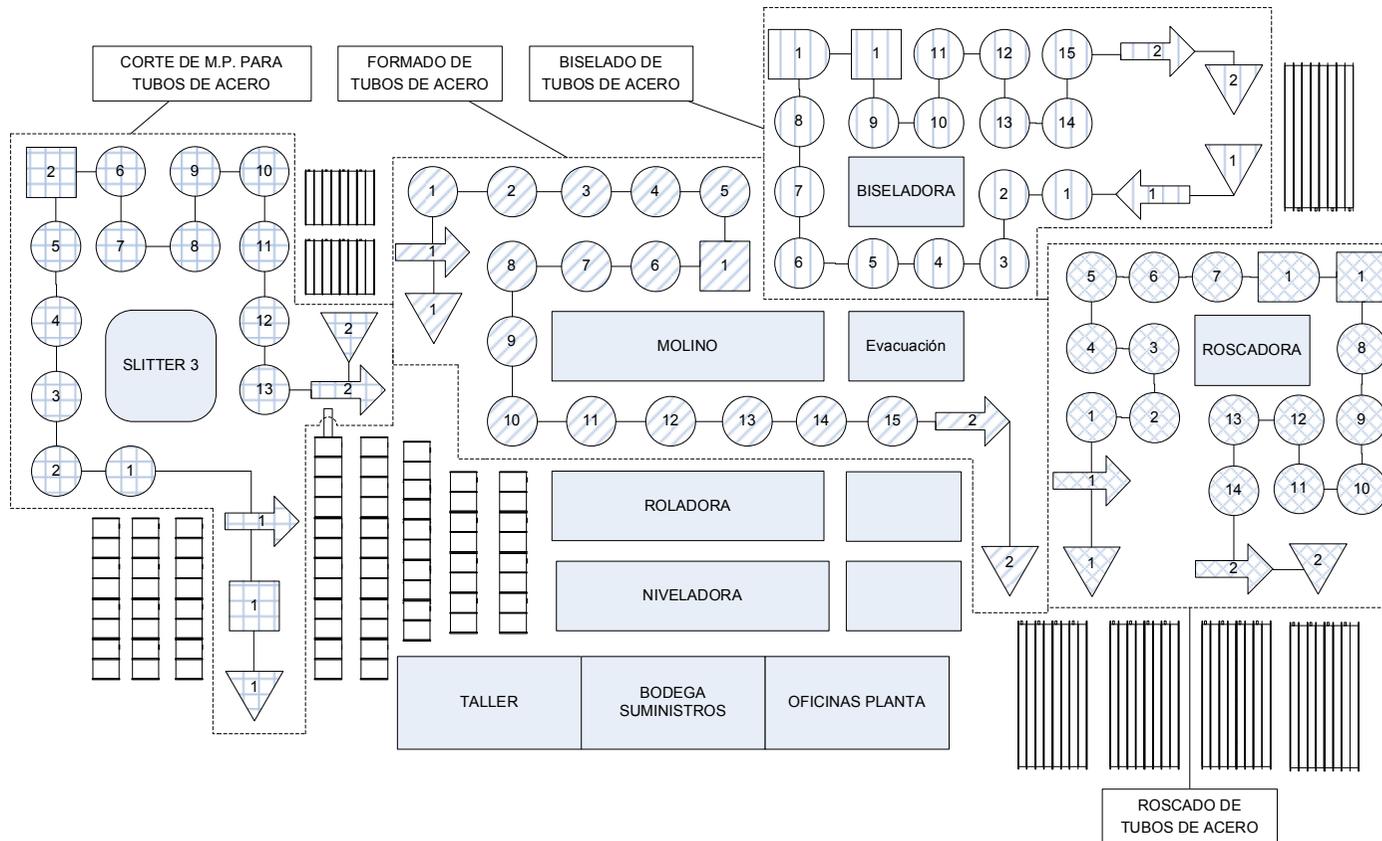


SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MT)
○	Operación	14	8.43	
□	Inspección	1	0.50	
◐	Demora	1	0.80	
→	Transporte	2	8.00	24
▽	Almacenaje	2		
	Sumatoria	20	17.73	24

DIAGRAMA DE RECORRIDO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: MANUFACTURA DE TUBOS DE ACERO
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: ACTUAL
FECHA: 06-02-07
HOJA: 1 DE 1
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA



3.5.1 Resumen del proceso de manufactura de tubos

Proceso de corte de materia prima

- El departamento de planificación elabora la combinación de tiras que se van a cortar en la bobina.
- Se inspecciona el código de la bobina que se va a cortar, el código de la bobina lo proporciona el departamento de planificación.
- La bobina que se va a cortar se traslada al coil car, el cual sirve para montar la bobina en el uncoiler.
- Se rota la bobina con el fin de desenrollarla un poco para que se facilite el ingreso de la punta de la bobina a las cuchillas.
- Se verifica que la punta de lámina se haya cortado correctamente.
- La lámina ya cortada en tiras se introduce en el recoiler.
- Una vez que se enrolla una pequeña parte de la bobina en el recoiler se empieza a cortar la bobina con normalidad.
- Cuando se terminan de cortar la bobina se evacúan las tiras bajándolas del recoiler.
- Se flejan las tiras y se identifican por color dependiendo de la medida y lamina.
- Se identifica cada una de las tiras pegándoles etiquetas.
- Se trasladan a la bodega de producto en proceso para su procesamiento en el molino.

Proceso de formado de tubo

- Las tiras se trasladan al aspa
- Se empalma la cola de una tira con la punta de otra tira.
- Se llena el floop de chapa
- Se pasa la tira hasta los rodos del formado
- Se calibra el molino
- Se solda el tubo
- Se evacua el tubo

Proceso de biselado

- El tubo se obtiene del molino
- Se coloca el tubo en la mesa de entrada
- Se bisela el tubo
- Se empaca el tubo de acuerdo a su medida.

Proceso de roscado

- El tubo se obtiene de la bodega de producto en proceso
- Se coloca el tubo en la mesa de entrada
- Se rosca el tubo
- Se empaca el tubo de acuerdo a su medida.

3.5.2 Diagrama de Pareto

En la tabla XI se puede observar la frecuencia con que dieron los paros de enero a junio en el molino, los tipos de paro y la frecuencia con que se dieron, así como sus porcentajes.

Tabla XI. **Paros en el molino**

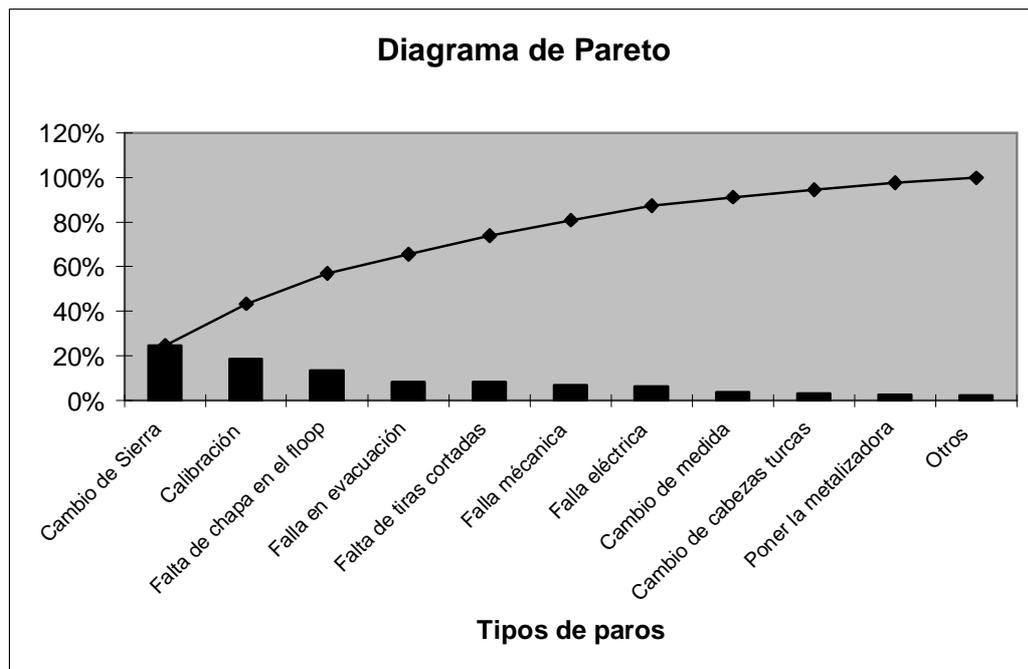
Tipo de Paro	Número de paros mensuales en formado						Promedio	%	% acum
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio			
Cambio de Sierra	166	132	138	168	156	142	150	25%	25%
Calibración	108	119	116	121	103	110	113	19%	43%
Falta de chapa en el floop	73	89	75	78	92	90	83	14%	57%
Falla en evacuación	47	61	63	51	45	41	51	8%	66%
Falta de tiras cortadas	50	53	49	45	51	57	51	8%	74%
Falla mecánica	42	45	61	36	39	31	42	7%	81%
Falla eléctrica	35	38	41	48	32	36	38	6%	87%
Cambio de medida	26	23	25	21	26	20	24	4%	91%
Cambio de cabezas turcas	22	15	21	25	19	23	21	3%	95%
Poner la metalizadora	18	13	19	21	16	17	17	3%	98%
Otros	15	11	18	13	16	15	15	2%	100%

Fuente: Reportes de producción.

Con la ayuda de un diagrama de barras y un diagrama de líneas, se grafican todas las fallas del molino, de la frecuencia más grande a la más pequeña.

Véase la figura 16.

Figura 16. Diagrama de Pareto del molino



Fuente: Reportes de producción

El gráfico de líneas nos muestra que la mayor causa de paros en el molino lo tienen el cambio de sierra, la calibración del molino, la falta de chapa en el floop, paros en evacuación y la falta de tiras son las causas del 77% de paros en el molino.

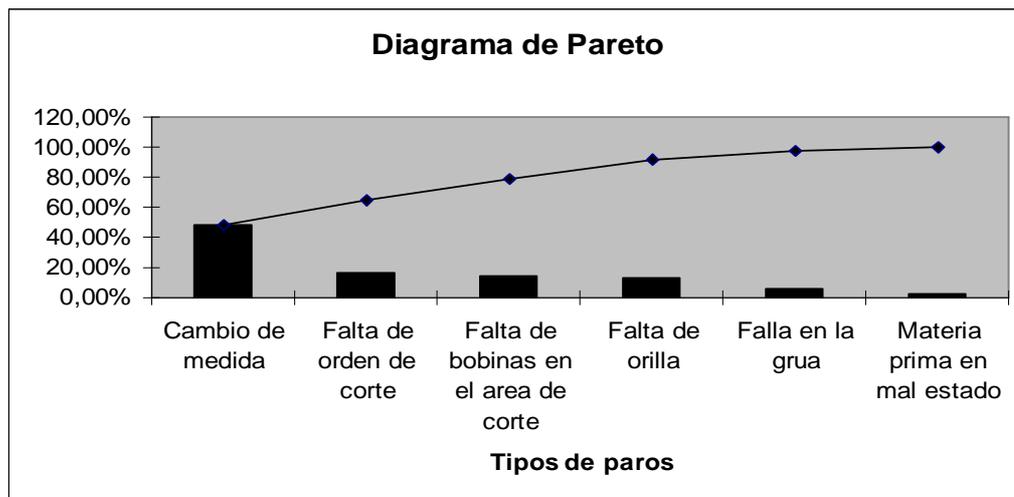
En la tabla XII se puede observar los tipos de paro, el número de paros y los porcentajes con que se dieron los paros en el área de slitter.

Tabla XII **Paros en la slitter**

Tipo de Paro	Numero Paros	Porcentaje	% acum
Cambio de medida	57	47.90%	47.90%
Falta de orden de corte	20	16.81%	64.71%
Falta de bobinas en el area de corte	17	14.29%	78.99%
Falta de orilla	15	12.61%	91.60%
Falla en la grua	7	5.88%	97.48%
Materia prima en mal estado	3	2.52%	100.00%

Fuente: Muestreo en el área de corte.

Figura 17. **Diagrama de Pareto de la slitter**



El gráfico de líneas nos muestra que la mayor causa de paros en la slitter lo tienen el cambio de medida, falta de orden de corte y la falta de bobinas en el área de corte con el 78.99% de paros en la slitter. Véase la figura 17.

En la tabla XIII se puede observar los tipos de paro, el número de paros y los porcentajes con que se dieron los paros en el área de roscado.

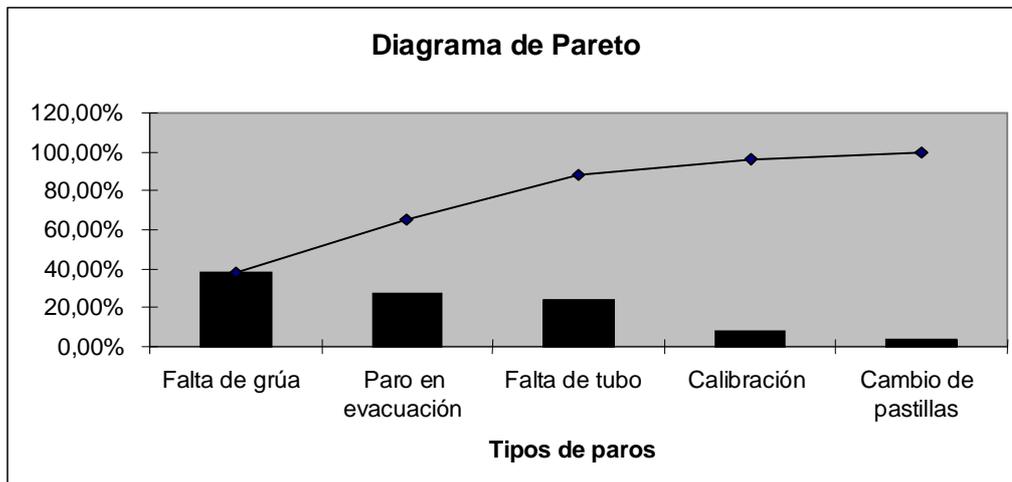
Tabla XIII. **Paros en roscado**

Tipo de Paro	Número Paros	Porcentaje	% acum
Falta de grúa	64	36.78%	36.78%
Paro en evacuación	48	27.59%	64.37%
Falta de tubo	34	19.54%	83.91%
Cambio de peines	21	12.07%	95.98%
Calibración	7	4.02%	100.00%

Fuente: Muestreo en el área de roscado.

El gráfico de líneas muestra que la mayor causa de paros en la roscadora lo tienen la falta de grúa, paro en evacuación y la falta de tubo con el 88.54% de paros. Véase la figura 18.

Figura 18. Diagrama de Pareto de la roscadora



En la tabla XIV se puede observar la frecuencia con que dieron los paros en la biseladora, los tipos de paro y la frecuencia con que se dieron, así como sus porcentajes.

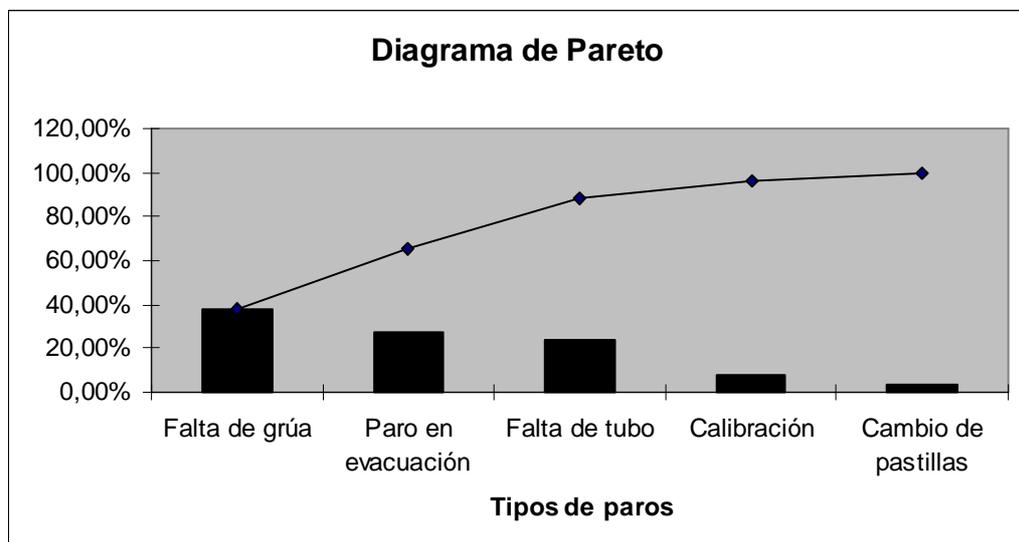
Tabla XIV. Paros en la biseladora

Tipo de Paro	Número Paros	Porcentaje	% acum
Falta de grúa	73	38.02%	38.02%
Paro en evacuación	52	27.08%	65.10%
Falta de tubo	45	23.44%	88.54%
Calibración	15	7.81%	96.35%
Cambio de pastillas	7	3.65%	100.00%

Fuente: Muestreo en el área de biselado.

El gráfico de líneas nos muestra que la mayor causa de paros en la biseladora lo tienen la falta de grúa, paro en evacuación y la falta de tubo con el 83.91% de paros. Véase la figura 19.

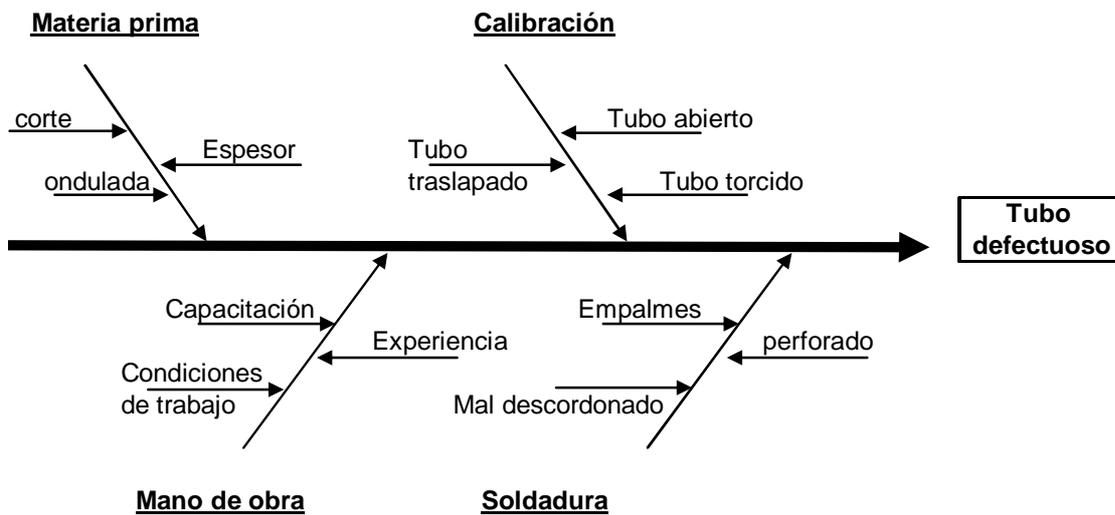
Figura 19. Diagrama de Pareto de la biseladora



3.5.3 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa nos muestra las causas y las subcausas por las cuales se produce el tubo defectuoso. Véase la figura 20.

Figura 20. Diagrama de Ishikawa



Materia prima

- **Corte:**

El corte de la materia prima es importante, ya que un mal corte puede provocar problemas en el molino y por lo tanto tubo de defectuoso.

- **Espesor:**

Es importante que la materia prima venga con el espesor real, ya que el ancho con el que se corte la tira va a depender del espesor de la tira.

- **Ondulada**

Si la materia prima viene ondulada provoca muchos problemas en el formado de tubos debido a que es mal difícil controlar la ondulación, por lo cual provoca mucho tubo defectuoso.

Calibración

- **Tubo abierto**

El tubo sale abierto en el molino cuando se hace una mala calibración de los rodos de formado, ya que el tubo no se logra cerrar, por lo tanto no puede ser soldado.

- **Tubo traslapado**

El tubo sale traslapado en el molino debido a la mala calibración de los rodos de formado, por ondulación en la materia prima o porque el ancho de la tira es mas grande de lo debido.

- **Tubo torcido**

El tubo sale torcido en el molino cuando no se calibran bien los rodos de acabado.

Mano de obra

- **Capacitación:**

Si el operario no es capacitado en su puesto de trabajo no se podrá esperar un buen desempeño de este.

- **Experiencia**

La experiencia que tenga cada operario influirá en su habilidad y desempeño para ser mas eficiente en su puesto de trabajo.

- **Condiciones de trabajo**

Estas pueden afectar el trabajo del operario entre las que podríamos mencionar: luz, el ruido y el ambiente en que trabaje.

Soldadura

- **Empalmes**

Los tubos empalmados se dan debido a la unión de dos tiras, sale un empalme por tira.

- **Mal descordonado**

El tubo sale mal descordonado debido a que la altura a la que se puso el descordonador no fue la adecuada.

- **Perforado**

El tubo sale perforado si la soldadura del molino fue mala por lo cual no podrá ser usado para conducción de ningún líquido.

3.5.4 Gráfico de control

El número de unidades defectuosas se analizará por medio del gráfico de control en el cual se vera la variabilidad del proceso para determinar si el proceso está controlado estadísticamente.

Se tomaron 30 muestras de 2000 tubos cada una para ver el número de tubos torcidos que se manufacturan y poder calcular los límites superior, central y inferior.

Cálculo de de los límites

$$\bar{P} = \frac{\sum \text{defectuosos}}{\sum \text{muestra}}$$

$$\bar{P} = \frac{6462}{60000} = 0.10753333$$

$$\bar{Q} = 1 - \bar{P}$$

$$\bar{Q} = 1 - 0.10753333 = 0.89246667$$

$$LC = \bar{P} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{P}\bar{Q}}{n}}$$

Calculando el límite superior

$$LCS = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}\bar{Q}}{n}}$$

$$LCS = 0.10753333 + 3\sqrt{\frac{0.10753333 * 0.89246667}{2000}} = 0.12831469$$

Cálculo del límite central

$$LCC = \bar{P}$$

$$LCC = 0.10753333$$

Calculando el límite inferior

$$LCI = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}\bar{Q}}{n}}$$

$$LCI = 0.10753333 - 3\sqrt{\frac{0.10753333 * 0.89246667}{2000}} = 0.08675198$$

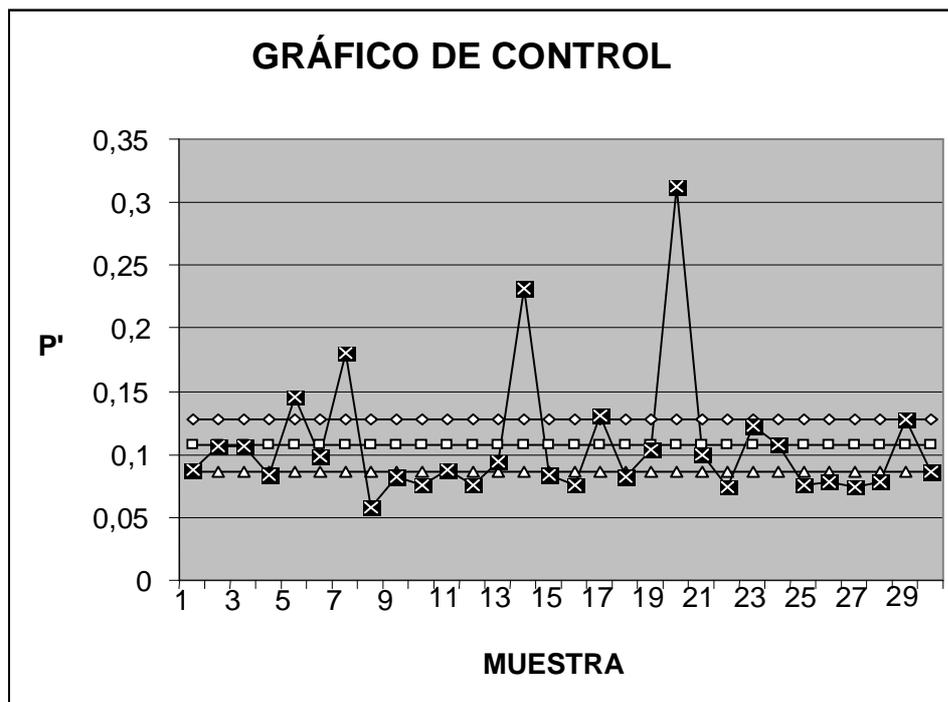
Tabla XV. Tabla del gráfico de control de unidades defectuosas.

Muestras	Tamaño de muestra	Tubos Torcidos	% defectuoso	Límite superior	Límite Central	Límite Inferior
1	2000	176	8,80%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
2	2000	212	10,60%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
3	2000	212	10,60%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
4	2000	168	8,40%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
5	2000	292	14,60%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
6	2000	196	9,80%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
7	2000	360	18,00%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
8	2000	116	5,80%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
9	2000	164	8,20%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
10	2000	152	7,60%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
11	2000	176	8,80%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
12	2000	152	7,60%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
13	2000	188	9,40%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
14	2000	464	23,20%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
15	2000	168	8,40%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
16	2000	152	7,60%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
17	2000	260	13,00%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
18	2000	164	8,20%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
19	2000	208	10,40%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
20	2000	624	31,20%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
21	2000	200	10,00%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
22	2000	148	7,40%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
23	2000	244	12,20%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
24	2000	216	10,80%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
25	2000	152	7,60%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
26	2000	156	7,80%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
27	2000	148	7,40%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
28	2000	156	7,80%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
29	2000	256	12,80%	0,12831469	0,10753333	0,08675198
30	2000	172	8,60%	0,12831469	0,10753333	0,08675198

60000 6452

Fuente: Reportes de producción del molino.

Figura 21. Gráfico de control de unidades defectuosas



Fuente: Reportes de producción del molino.

El gráfico de control muestra que el proceso de manufactura se encuentra fuera de control, ya que presenta varios puntos que se encuentran fuera de los límites superior e inferior, esto se debe a los problemas que se tienen en la calibración del molino, por lo cual están saliendo muchos tubos torcidos lo que representa más costos para la empresa ya que los tubos deben de ser enderezados. Véase la figura 21.

3.6 Estudio de la eficiencia

Se calculara la eficiencia de los procesos que influyen en la manufactura del tubo molino, roscadora y biseladota.

3.6.1 Molino

Tiempo efectivo para una jornada de 12 horas

Tiempo efectivo = 12 horas – (almuerzo+refacción+limpieza)

Tiempo efectivo = 12 horas – (30 minutos+30minutos+15minutos)

Tiempo efectivo = 12 horas – (75 minutos x 1 hora/60minutos)

Tiempo efectivo = 10.75 horas.

Para una eficiencia del 100%

½"	12 tubos/min
¾"	12 tubos/min
1"	10 tubos/min
1 ¼"	10 tubos/min
1 ½"	10 tubos/min
2"	10 tubos/min

Tubos de 1/2" y 3/4"

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 12 tubos

3600 segundos ----- x

X = 720 /hora

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

Capacidad de producción = 720 tubos/hora x 10.75 horas = 7,740 tubos/día

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de sierra +calibración+fallo
evacuación+ falta de chapa floop)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 15min + 60min + 15 min)/60min

Tiempo efectivo = 8.75 horas

1 hora ----- 720 tubos

8.75 horas ----- x

X = 6,300 tubos/día

Eficiencia = 6,300 tubos / 7,740 tubos

Eficiencia = 81.39 %

Tubos de 1", 1 ¼", 1 ½" y 2"

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 10 tubos

3600 segundos ----- x

X = 600 /hora

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

Capacidad de producción = 600 tubos/hora x 10.75 horas = 6,450 tubos/día

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de sierra +calibración+fallo
evacuación+ falta de chapa floop)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 35min + 25min + 45 min)/60min

Tiempo efectivo = 8.5 horas

1 hora ----- 600 tubos

8.5 horas ----- x

X = 5,100 tubos/día

Eficiencia = 5,100 tubos / 6,450 tubos

Eficiencia = 79.07 %

3.6.2 Roscado

Tiempo efectivo para una jornada de 12 horas

Tiempo efectivo = 12 horas – (almuerzo+refacción+limpieza)

Tiempo efectivo = 12 horas – (30 minutos+30 minutos+15 minutos)

Tiempo efectivo = 12 horas – (75 minutos x 1 hora/60 minutos)

Tiempo efectivo = 10.75 horas.

Para una eficiencia del 100%

½" 4 tubos/min

¾" 4 tubos/min

1" 3 tubos/min

1 ¼" 3 tubos/min

1 ½" 2 tubos/min

2" 2 tubos/min

Tubos de ½" , ¾"

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 4 tubos

3600 segundos ----- x

X = 240 /hora

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

Capacidad de producción = 240 tubos/hora x 10.75 horas = 2,580 tubos/día

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de peines +calibración+
evacuación + grúa ocupada)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 15min+ 15min + 60min)/60min

Tiempo efectivo = 8.75 horas

1 hora ----- 240 tubos

8.75 horas ----- x

X = 2,100 tubos/día

Eficiencia = 2,100 tubos / 2,580 tubos

Eficiencia = 81.40 %

Tubos de 1",1 ¼"

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 3 tubos

3600 segundos ----- x

X = 180 /hora

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

Capacidad de producción = 180 tubos/hora x 10.75 horas = 1,935 tubos/día

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de peines +calibración+
evacuación + grúa ocupada)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 15min + 30min + 75min)/60min

Tiempo efectivo = 8.25 horas

1 hora ----- 180 tubos

8.25 horas ----- x

X = 1,485 tubos/día

Eficiencia = 1,485 tubos / 1,935 tubos

Eficiencia = 76.74 %

Tubos de 1 ½", 2"

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 2 tubos

3600 segundos ----- x

X = 120 /hora

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

Capacidad de producción = 120 tubos/hora x 10.75 horas = 1,290 tubos/día

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de peines +calibración+
evacuación + grúa ocupada)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 15min + 45min + 100min)/60min

Tiempo efectivo = 7.58 horas

1 hora ----- 120 tubos

7.58 horas ----- x

X = 910 tubos/día

Eficiencia = 910 tubos / 1,290 tubos

Eficiencia = 70.54 %

3.6.3 Biselado

Tiempo efectivo para una jornada de 12 horas

Tiempo efectivo =12 horas – (almuerzo+refacción+limpieza)

Tiempo efectivo =12 horas – (30 minutos+30minutos+15minutos)

Tiempo efectivo = 12 horas – (75 minutos x 1 hora/60minutos)

Tiempo efectivo = 10.75 horas.

Para una eficiencia del 100%

1/2" 6 tubos/min

3/4" 6 tubos/min

1" 6 tubos/min

1 1/4" 5 tubos/min

1 1/2" 5 tubos/min

2" 5 tubos/min

Tubos de 1/2" , 3/4, 1"

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 6 tubos

3600 segundos ----- x

X = 360 /hora

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

Capacidad de producción = 360 tubos/hora x 10.75 horas = 3,870 tubos/día

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de pastillas +calibración+
evacuación + grúa ocupada)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 30min+ 45min + 45min)/60min

Tiempo efectivo = 8.25 horas

1 hora ----- 360 tubos

8.25 horas ----- x

X = 2,970 tubos/día

Eficiencia = 2,970 tubos / 3,870 tubos

Eficiencia = 76.74 %

Tubos de 1 ¼”, 1 ½”, 2”

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 5 tubos

3600 segundos ----- x

X = 300 /hora

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

Capacidad de producción = 300 tubos/hora x 10.75 horas = 3,225 tubos/día

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de peines +calibración+
evacuación + grúa ocupada)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 30min + 45min + 70min)/60min

Tiempo efectivo = 7.83 horas

1 hora ----- 300 tubos

7.83 horas ----- x

X = 2,349 tubos/día

Eficiencia = 2,349 tubos / 3,225 tubos

Eficiencia = 72.84 %

Tabla XVI. **Tabla de resumen de eficiencias**

MÁQUINA	EFICIENCIA REAL					
	MEDIDA DEL TUBO					
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
MOLINO	81,39	81,39	79,07	79,07	79,07	79,07
BISELADORA	81,4	81,4	76,74	76,74	70,54	70,54
ROSCADORA	76,74	76,74	76,74	72,84	72,84	72,84

4. PROPUESTA A IMPLEMENTAR

4.1 Descripción de la propuesta

Para mejorar la eficiencia en el proceso de manufactura de tubos se debe de tomar en cuenta todas las áreas que intervengan en el proceso, para poder mejorar los tiempos de producción y que el sistema sea más eficaz.

Personas involucradas:

- Jefe de planificación
- Asistente de planificación
- Jefe de turno molinos
- Jefe de mantenimiento
- Jefe de producción
- Jefe de sistemas

4.1.1 Planificación

Planificación tiene un papel muy importante en la manufactura de tubos es por eso que las mejoras en la manufactura deben empezar desde aquí por lo cual se propondrá mejorar la programación y agilizar las órdenes de corte.

4.1.1.1 Programación

Los programas cambian constantemente debido a los nuevos pedidos, por lo cual es muy importante que todas las áreas que intervienen en la manufactura de tubos estén enteradas de lo que se va a producir en los molinos.

Por lo cual se tomaran en cuenta las siguientes sugerencias:

- a) El jefe de planificación deberá de hacer los programas de producción con tiempo (programa de corte, programa de producción del molino, programa de roscado, programa de biselado) con lo cual se evitara que las áreas de producción paren por no tener un programa a seguir.
- b) El jefe de planificación deberá de revisar a diario los inventarios de tubos en el sistema, así como consultar con el departamento de ventas de todos los pedidos que tengan, con lo cual se podrá agregar a tiempo en el programa de producción algún producto que se tenga que producir con una medida ya programada, evitando regresar a esa medida nuevamente.
- c) El jefe de planificación revisara que tiras tiene cortadas para los productos programados, si hay tiras cortadas deberá indicar el número de toneladas en el programa de producción, con lo cual los jefes de turno sabrán que producto tienen cortado y buscarán con anticipación las tiras cortadas con lo cual se evitara que se queden tiras de ese producto sin procesar.

- d) El jefe de planificación debe de aprovechar una medida que se produzca en el molino, revisando los inventarios de tubos para ver que tiras cortadas no programadas se pueden procesar, poniendo todas las tiras que pertenezcan a esa medida en el programa de producción, esto evitara que en la bodega de producto en proceso se acumulen las tiras y se reduzcan los costos de almacenaje.

4.1.2 Área de corte

Las ordenes de corte forma una parte fundamental en el proceso de manufactura de tubos, ya que si no hace esta, el área de corte no podrá cortar tiras, por lo cual el molino no tendrá tiras que procesar y la roscadora y biseladora no podrán trabajar.

Así que para mejorar las órdenes de corte se debe de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Reducir los tiempos de las órdenes de corte.
- b) Revisar el inventario de tiras cortadas y las órdenes que se están cortando, ya que si hay tiras cortadas para un producto programado no se tendrá que hacer una orden de corte.

- c) Revisar los inventarios de tubos a diario, antes de hacer una orden de corte, para ver de que productos podemos cortar tiras, esto se hará con el fin de no cortar producto que no se venda mucho o que ya hayan demasiadas toneladas cortadas.
- d) Pedir las bobinas al operador del montacargas con tiempo, ya que algunas a veces se encuentran en lugares difíciles de encontrar, con el fin de que estén en el área de corte a tiempo.

4.1.2.1 Programa de corte

Se propondrá hacer un formato de un programa de corte ya que actualmente no existe un formato definido para el seguimiento de las ordenes de corte y se cortan según las necesidades del jefe de turno con lo cual el operador de la slitter pierde tiempo esperando instrucciones de este.

El formato del programa de corte debe de tener:

a) Número de la orden de corte

Este número es que identifica a cada orden de corte y es un número correlativo que da el sistema cuando se ingresa la orden al sistema. Véase la figura 22.

Figura 22. Programa de corte

PROGRAMA DE CORTE

No. ORDEN	BOBINA	DESCRIPCIÓN	No. BOBINAS	FECHA DE PRODUCCIÓN			
				DÍA	DÍA	DÍA	DÍA
X	X	X	X	X			
X	X	X	X	X			
X	X	X	X	X			
X	X	X	X		X		
X	X	X	X		X		
X	X	X	X			X	
X	X	X	X			X	
X	X	X	X				X
X	X	X	X				X
X	X	X	X				X

b) Bobina a cortar

Indica el calibre y el tipo de lamina a cortar (rolada en caliente, rolada en frío, galvanizada, acero inoxidable), así como el ancho de la bobina en milímetros.

c) Descripción

Indica la combinación de productos que se van a cortar en cada orden de corte.

d) Número de bobinas

Indica el número de bobinas a cortar por cada orden de corte.

e) Fecha de producción

Es un pequeño cronograma donde se indica el día en que se va a cortar cada orden de corte.

4.1.2.2. Combinaciones

Para facilitar y ahorrar tiempo en las combinaciones de productos en el corte se debe de hacer una hoja electrónica en Excel con la cual se facilitará los cálculos de las combinaciones. Véase figura 22.

Figura 22. **Combinación de corte**

ANCHO DE BOBINA	XXXX
------------------------	------

	PRODUCTO 1	PRODUCTO 2	PRODUCTO 3	PRODUCTO 4
ANCHO DE TIRA	XXX	XXX	XXX	XXX
TONELADAS	XX	XX	XX	XX

TIRAS A CORTAR	No. TIRAS	No. TIRAS	No. TIRAS	No. TIRAS
	X	X	X	X

TONELADAS A CORTAR	XXX
---------------------------	-----

CALCULO DE LA ORILLA				
PRODUCTO 1	PRODUCTO 2	PRODUCTO 3	PRODUCTO 4	ORILLA
XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
XX	XX	XX	XX	XX

La hoja electrónica tendrá la siguiente información:

a) Ancho de la bobina

Aquí se ingresara el ancho de la bobina que se va cortar en milímetros.

b) Ancho de tira

Aquí se ingresara el ancho de tira del producto en milímetros, se podrá combinar el corte de cuatro productos a la vez.

c) Toneladas a cortar

Aquí se ingresara el número de toneladas que se desea cortar para cada producto.

d) Tiras a cortar

Aquí se ingresara el número de tiras que se desean cortar por producto, mirando siempre que el cálculo de la orilla no sea negativo.

e) Toneladas a cortar

Aquí nos indica el número de toneladas necesarias para cortar el primer producto.

f) Cálculo de la orilla

Aquí se indicara el tamaño de la orilla en milímetros y en toneladas, de acuerdo a la combinación de productos, además de indicar el numero de toneladas a cortar por producto.

4.1.2.3. Cambio de medida

Se propondrá que la slitter no deje de trabajar cuando se tenga que hacer un cambio de medida aprovechando el brazo extra que tiene la slitter por medio de los siguientes cambios en el área de slitter:

- a) Un ayudante de la slitter debe de desarmar el brazo extra cuando el operador este trabajando en la slitter.
- b) Se debe de capacitar a los ayudantes de la slitter para que puedan operar la slitter, con el fin de que el eje extra sea armado con una nueva combinación por el operador de la slitter.
- c) Se de capacitar a un ayudante como operador de slitter con la finalidad de tener dos operadores.
- d) Montar en el coil car la próxima bobina que se va a cortar para no perder demasiado tiempo entre el corte de una bobina y otra.
- e) El encargado de slitter debe de seguir el programa de corte hecho por planificación.
- f) Las cuchillas se deben de afilar por lo menos cada dos o tres semanas para que tengan siempre un buen filo.
- g) Seleccionar las bobinas que estén en mejor estado.

4.1.3 Molino

El molino es el proceso más importante de la manufactura de tubos ya que aquí es donde se forma el tubo, por lo cual el jefe de turno será el responsable de darle seguimiento a las recomendaciones para reducir los tiempos muertos al mínimo para poder mejorar la eficiencia:

- a) No esperar hasta que se vaya a hacer el cambio de medida en el molino para pedir los rodos de formada y sizing, los rodos ya deben de estar en el área del molino cuando se para el molino para empezar el cambio.
- b) Pasar todas las tiras de la medida que se vayan a procesar al área del molino para no parar por falta de tiras.
- c) Cuando se haga el cambio de medida todas las personas que trabajan en el molino deben de ayudar a hacer el cambio (operador del molino, operador del aspa, operador de la grúa y evacuación) para terminarlo lo antes posible.
- d) Para que la calibración del tubo sea mas rápida se debe de producir primero los calibres más gruesos, esto también evitara que los tubos de segunda sean menos.
- e) El floop se debe de llenar con suficiente chapa antes de que el molino arranque para no quedarse sin tira.
- f) El descordonador del molino se debe de calibrar a una altura adecuada para que no tenga problemas con el descordonadar y se tenga que parar el molino para corregirlo.

- g) La sierra del molino se debe de calibrar a la medida que se vaya a cortar el tubo (6 metros o 20 pies).

4.1.3.1 Ampliación del área de evaluación

La mesa de evacuación se debe de agrandar, ya que actualmente se tiene el problema de parar el molino por no tener suficiente espacio en el área de evacuación para colocar el tubo que sale del molino, con esta ampliación también se buscara mejorar el área de empaque a través de las mesas de empaque (ver figura 24 y figura 25).

Figura 24. **Vista frontal de la mesa de evacuación**

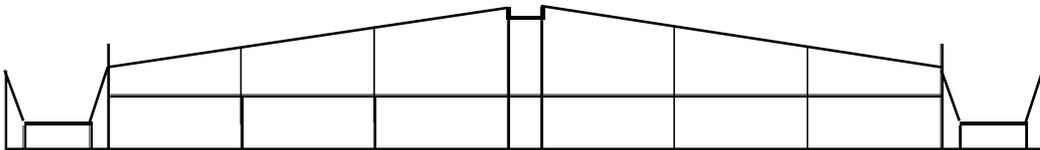
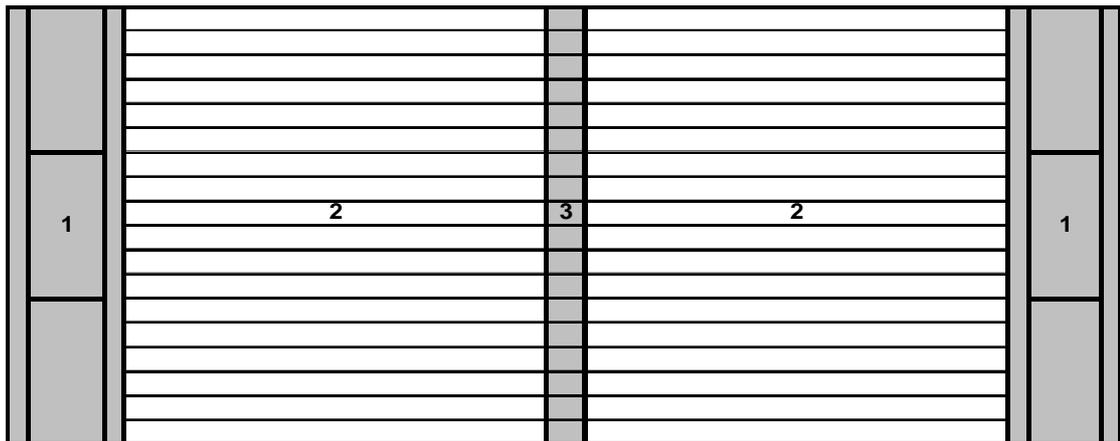


Figura 25. **Vista superior de la mesa de evacuación**



Partes de la mesa de evacuación

1. Mesa de empaque
2. Mesa de evacuación y rodillos giratorios
3. Banda transportadora

1. Mesa de empaque

Las dos mesas de empaque tendrán la forma de la mitad de un hexágono para facilitar y agilizar el proceso de empaque de tubos.

2. Mesa de evacuación y rodillos giratorios

La mesa de evacuación contará con rodillos que ayudarán a que el tubo se deslice a través de la mesa de evacuación.

3. Banda transportadora

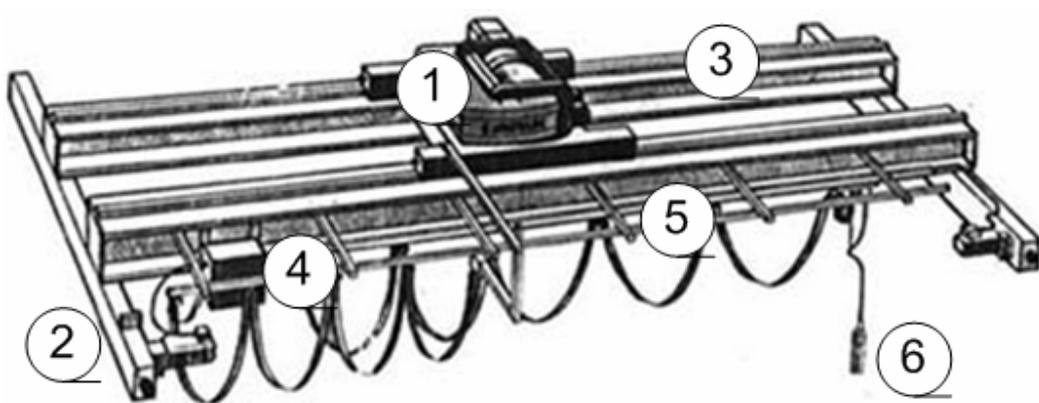
La banda transportadora se encargara de llevar los tubos las mesas de evacuación

4.1.4 Roscado y biselado

El problema de la roscadora y biseladora mas común es el paro por falta de grúa, ya que la misma grúa es utilizada para despachar tubos que se encuentran almacenados en la misma área.

Por lo cual se propondrá la instalación de un nuevo puente grúa que sirva para las dos áreas con lo cual se reducirán los tiempos muertos mencionados en el capítulo 3 (ver figura 26).

Figura 26. **Puente grúa**



Fuente: Manual de puentes grúas.

El puente grúa requerido consta de las siguientes partes:

1. Carro polipasto
2. Testeros
3. Vigas
4. Caja de control eléctrico
5. Alimentación de carro
6. Botonera de mando

1. Carro de polipasto

Es la unidad que hace el peso por medio de un gancho o una cadena.

2. Testeros

Son construidos de perfil estructural o en forma de cajón soldado y mecanizados después del ensamble para asegurar la perfecta alineación de las ruedas van montados en los extremos.

3. Vigas

Las vigas son formadas por perfiles o chapas de acero en ejecución soldadas en forma de cajón, que van rígidamente unidas a los testeros extremos.

4. Caja de control eléctrico

Controla todos los movimientos del puente grúa.

5. Alimentación de carro

Se efectúa por medio de cables planos flexibles con aislamiento de neopreno.

6. Botonera de mando

Puede desplazarse a lo largo del puente mediante carritos porta cables.

4.2 Diagramas propuestos para la producción de tubos

Los diagramas actuales se modificarán con los siguientes cambios en los procesos de acuerdo a lo siguiente:

Diagrama de corte de materia prima

- Verificar corte y estado de la lamina
- Medir ancho de la bobina
- Calibrar el espesor de la bobina

Diagrama de manufactura de tubos de acero

- Inspeccionar que haya suficiente chapa en el floop
- Verificar la velocidad del molino
- Verificar la altura del descordonador

Diagrama de roscado de tubos

- Inspeccionar la bobina a cortar
- Probar la rosca del tubo

Diagrama de biselado de tubos

- Inspeccionar el biselado del tubo

DIAGRAMA DE OPERACIONES

EMPRESA TUBAC S A

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CORTE DE W P PARA TUBO DE ACERC

INICIO INSPECCIONAR LA BOBINA A CORTAR

FINALIZA ALMACENAR EN BODEGA

MÉTODO MEJORADC

FECHA 10-07-07

HOJA 1 DE 2

ANALISTA GUSTAVO ZAVALA

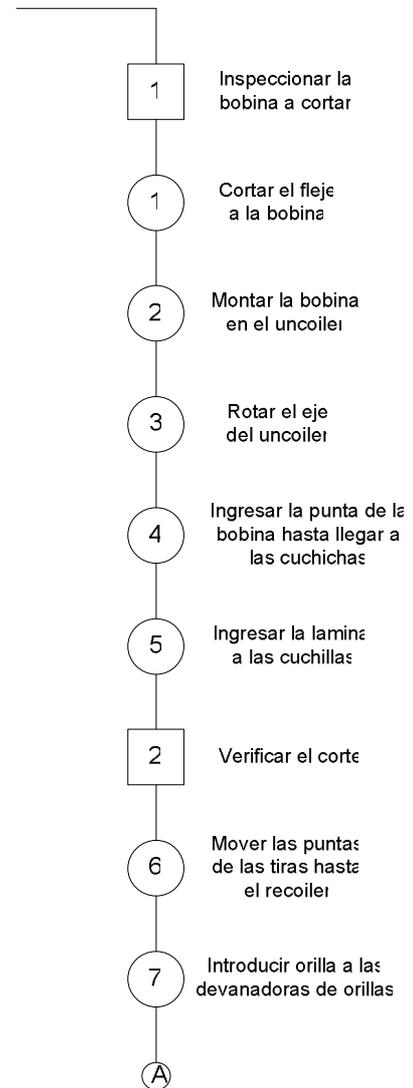


DIAGRAMA DE OPERACIONES

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: CORTE DE M.P. PARA TUBO DE ACERO

INICIO: INSPECCIONAR LA BOBINA A CORTAR

FINALIZA: ALMACENAR EN BODEGA

MÉTODO: MEJORADO

FECHA: 10-07-07

HOJA: 2 DE 2

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD
○	Operación	16
□	Inspección	2
	Sumatoria	18

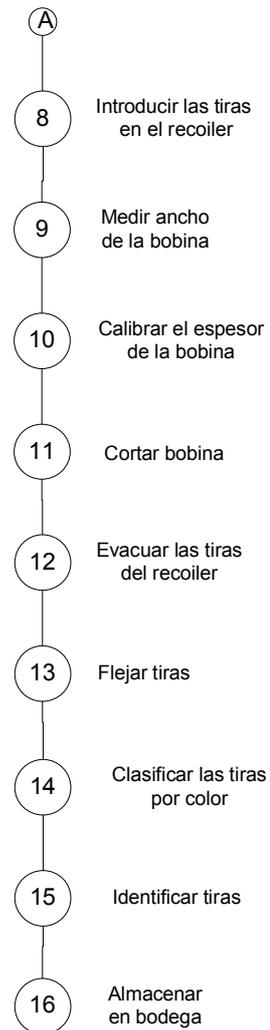


DIAGRAMA DE OPERACIONES

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: MANUFACTURA DE TUBOS DE ACERO

INICIO: MONTAR LA TIRA EN EL ASPA

FINALIZA: ALMACENAR EN BODEGA

MÉTODO: MEJORADO

FECHA: 10-07-07

HOJA: 1 DE 3

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

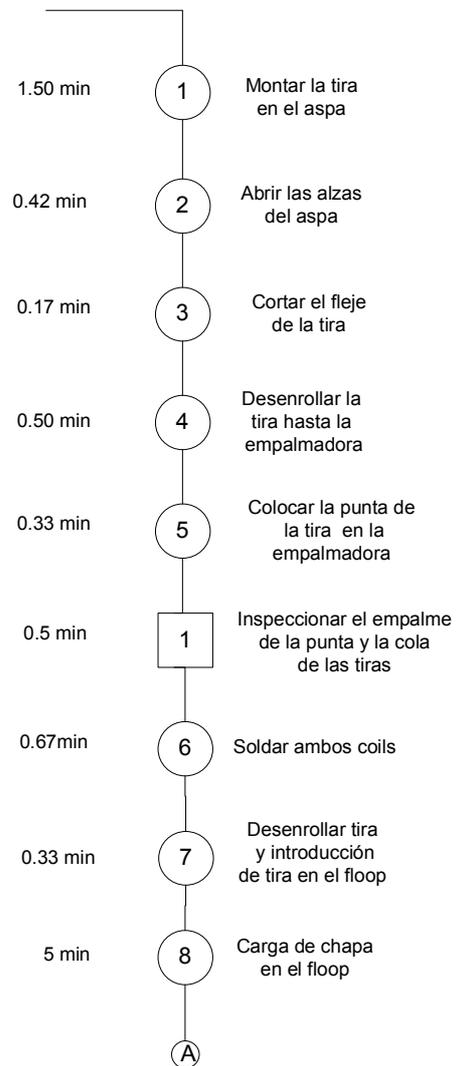


DIAGRAMA DE OPERACIONES

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: MANUFACTURA DE TUBOS DE ACERO

INICIO: MONTAR LA TIRA EN EL ASPA

FINALIZA: ALMACENAR EN BODEGA

MÉTODO: MEJORADO

FECHA: 10-07-07

HOJA: 2 DE 3

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

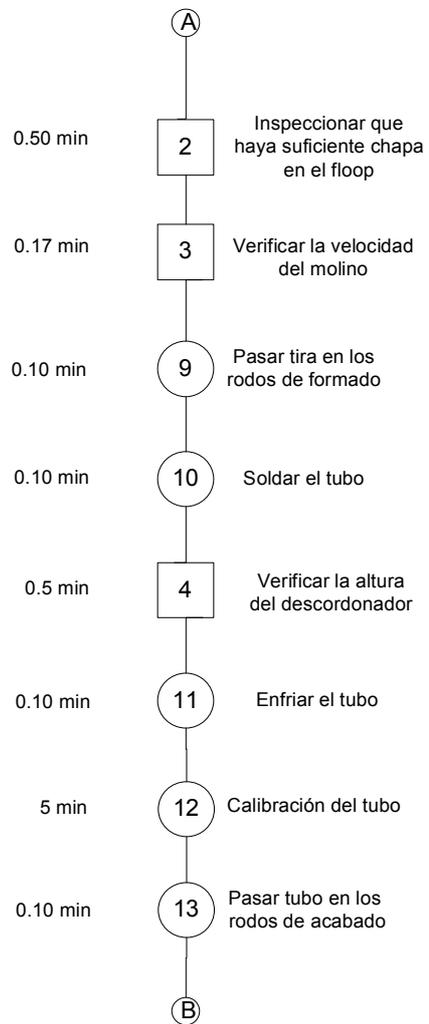


DIAGRAMA DE OPERACIONES

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: MANUFACTURA DE TUBOS DE ACERO

INICIO: MONTAR LA TIRA EN EL ASPA

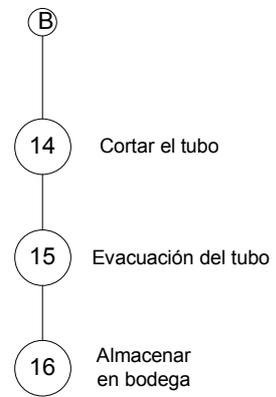
FINALIZA: ALMACENAR EN BODEGA

MÉTODO: MEJORADO

FECHA: 10-07-07

HOJA: 3 DE 3

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA



SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD
○	Operación	16
□	Inspección	4
	Sumatoria	20

DIAGRAMA DE PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: BISELADO DE TUBOS
INICIO: ROMPER FLEJE DE ATADO
FINALIZA: ALMACENAR EN BODEGA

MÉTODO: MEJORADO
FECHA: 10-07-07
HOJA: 1 DE 2
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

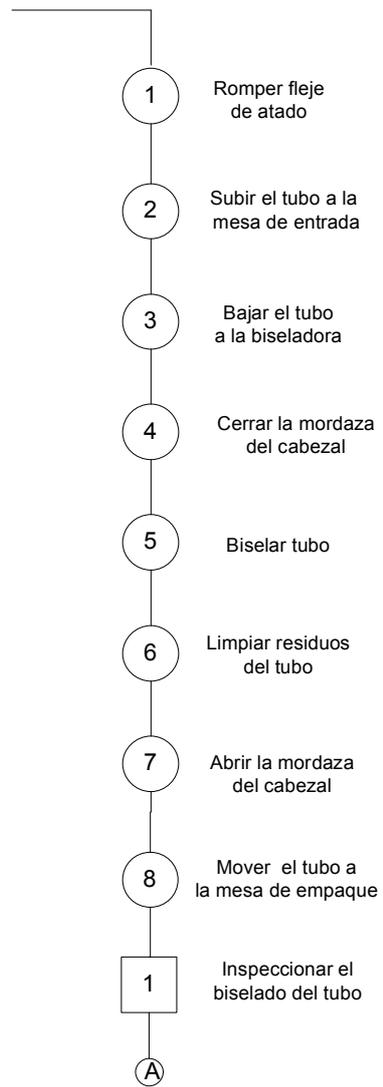


DIAGRAMA DE PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: BISELADO DE TUBOS
INICIO: ROMPER FLEJE DE ATADO
FINALIZA: ALMACENAR EN BODEGA

MÉTODO: MEJORADO
FECHA: 10-07-07
HOJA: 2 DE 2
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD
○	Operación	16
□	Inspección	2
	Sumatoria	18

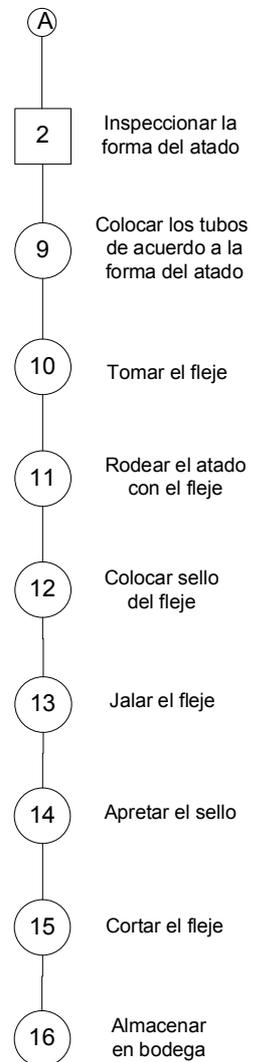


DIAGRAMA DE OPERACIONES

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: ROSCADO DE TUBOS
INICIO: ROMPER FLEJE DE ATADO
FINALIZA: ALMACENAR EN BODEGA

MÉTODO: MEJORADO
FECHA: 10-07-07
HOJA: 1 DE 2
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

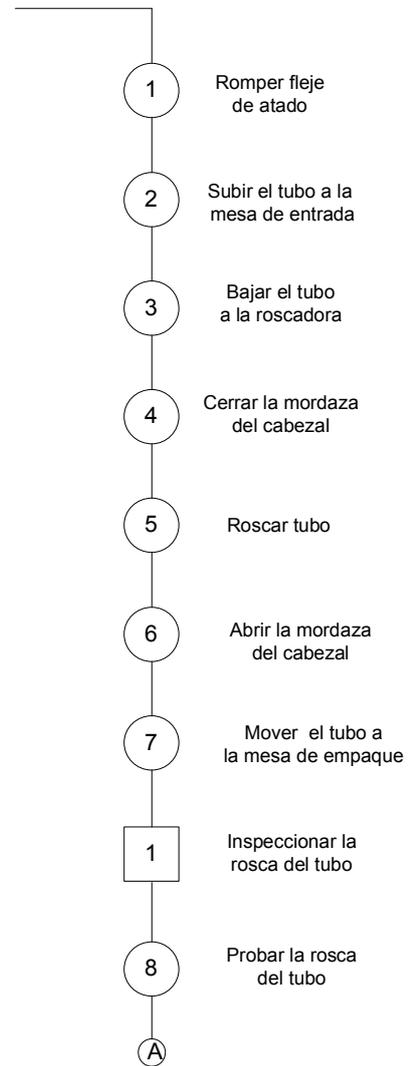
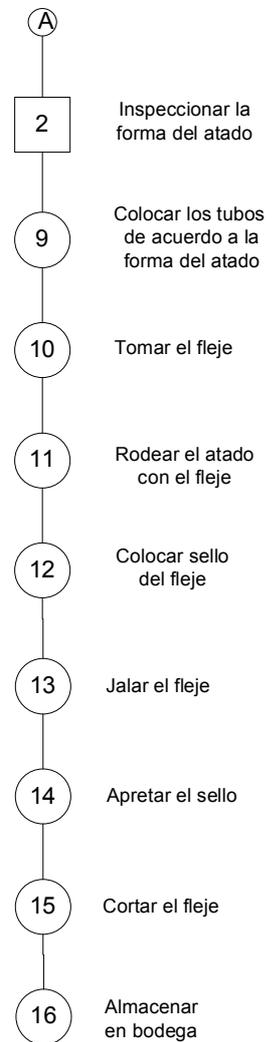


DIAGRAMA DE OPERACIONES

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: ROSCADO DE TUBOS
INICIO: ROMPER FLEJE DE ATADO
FINALIZA: ALMACENAR EN BODEGA

MÉTODO: MEJORADO
FECHA: 10- 07- 07
HOJA: 2 DE 2
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA



Inspeccionar la forma del atado

Colocar los tubos de acuerdo a la forma del atado

Tomar el fleje

Rodear el atado con el fleje

Colocar sello del fleje

Jalar el fleje

Apretar el sello

Cortar el fleje

Almacenar en bodega

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD
○	Operación	16
□	Inspección	2
	Sumatoria	18

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: CORTE DE MATERIA PRIMA
INICIO: BODEGA DE MATERIA PRIMA
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

MÉTODO: MEJORADO
FECHA: 10-07-07
HOJA: 1 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

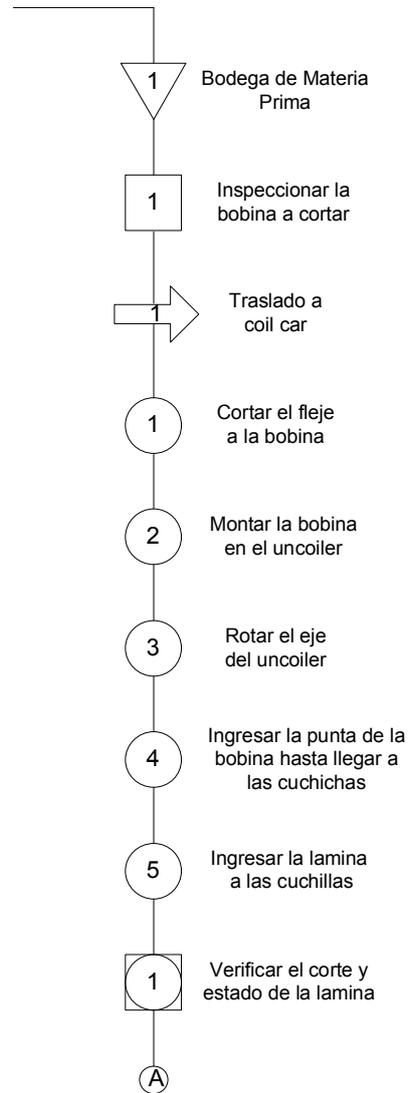


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: CORTE DE MATERIA PRIMA
INICIO: BODEGA DE MATERIA PRIMA
FINALIZA: BODEGA DE ALMACENAJE

MÉTODO: MEJORADO
FECHA: 10-07-07
HOJA: 2 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

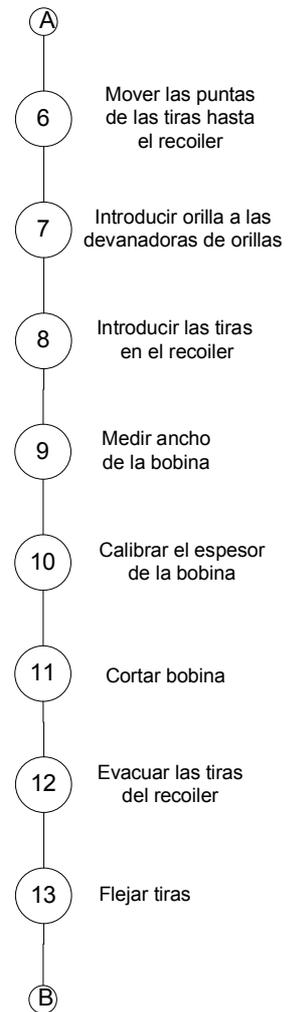
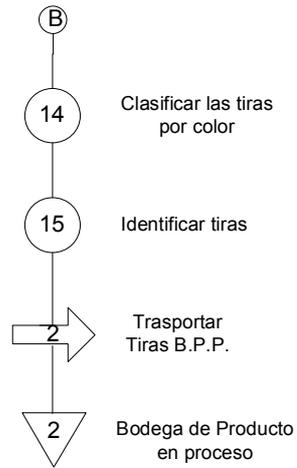


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: CORTE DE MATERIA PRIMA
INICIO: BODEGA DE MATERIA PRIMA
FINALIZA: BODEGA DE ALMACENAJE

MÉTODO: MEJORADO
FECHA: 10-07-07
HOJA: 3 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA



SÍMBOLO ACTIVIDAD CANTIDAD

○	Operación	15
□	Inspección	1
◻	Combinada	1
⇨	Transporte	2
▽	Almacenaje	2

Sumatoria 21

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: MANUFACTURA DE TUBOS DE ACERO

INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

MÉTODO: MEJORADO

FECHA: 10-07-07

HOJA: 1 DE 3

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

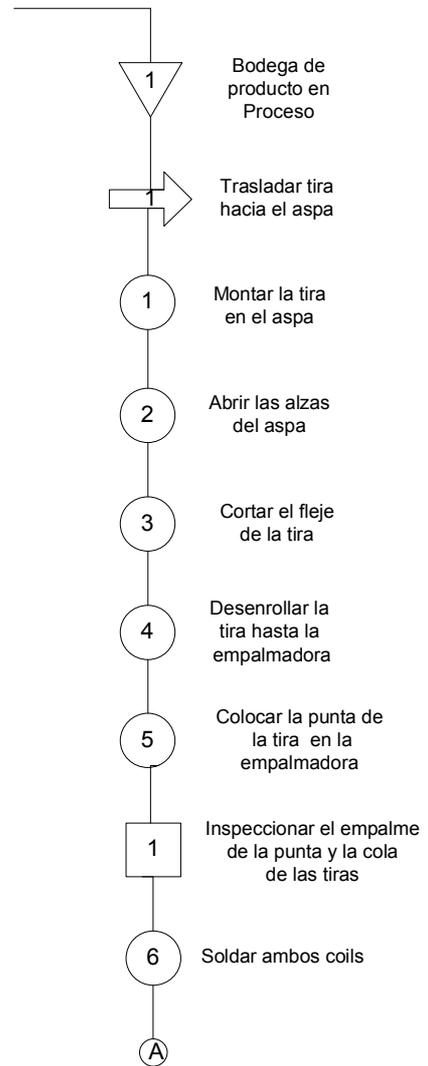


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: MANUFACTURA DE TUBOS DE ACERO

INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: MEJORADO

FECHA: 10-07-07

HOJA: 2 DE 3

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

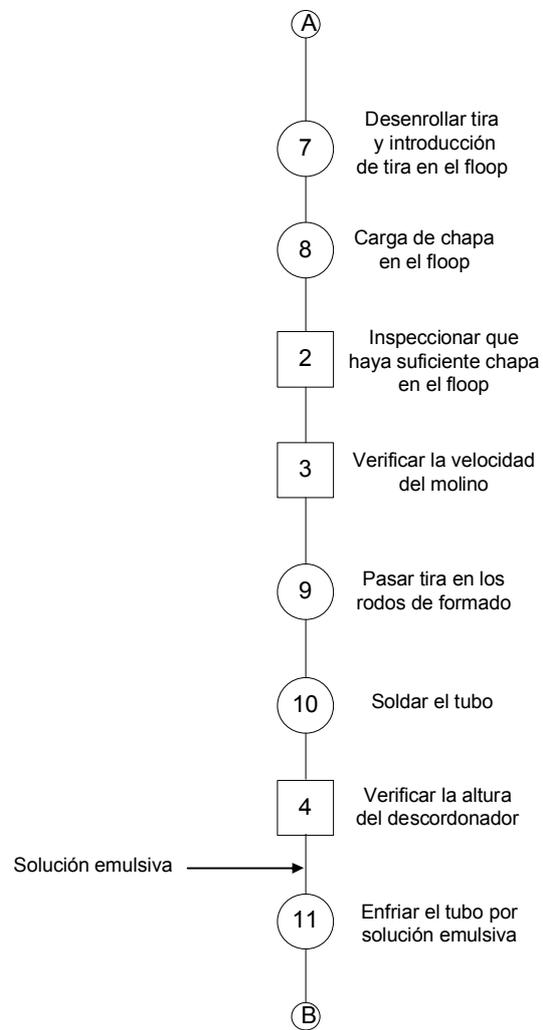


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: MANUFACTURA DE TUBOS DE ACERO

INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO

MÉTODO: MEJORADO

FECHA: 10-07-07

HOJA: 3 DE 3

ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD
○	Operación	15
□	Inspección	4
→	Transporte	2
▽	Almacenaje	2
Sumatoria		23

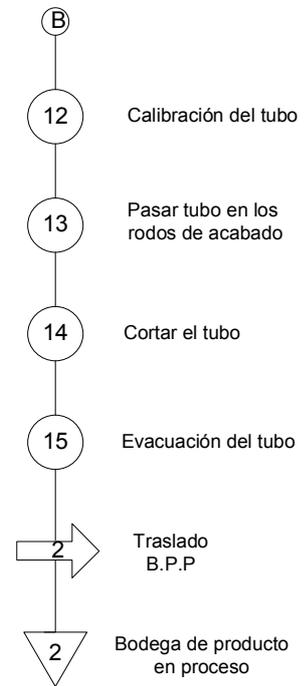


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: BISELADO DE TUBOS
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: MEJORADO
FECHA: 10-07-07
HOJA: 1 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

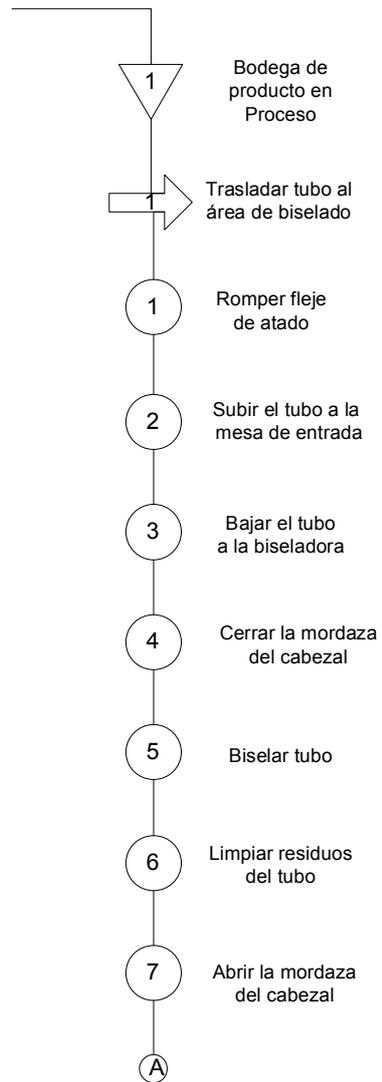


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA TUBAC S A
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO BISELADO DE TUBOS
INICIO BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA BODEGA DE PRODUCTO TERMINADC

MÉTODO MEJORADC
FECHA 10-07-07
HOJA 1 DE 1
ANALISTA GUSTAVO ZAVALA

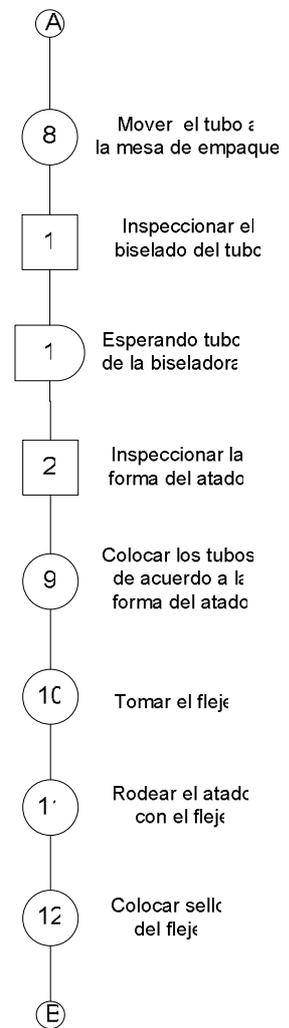


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: ROSCADO DE TUBOS
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: MEJORADO
FECHA: 10-07-07
HOJA: 1 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

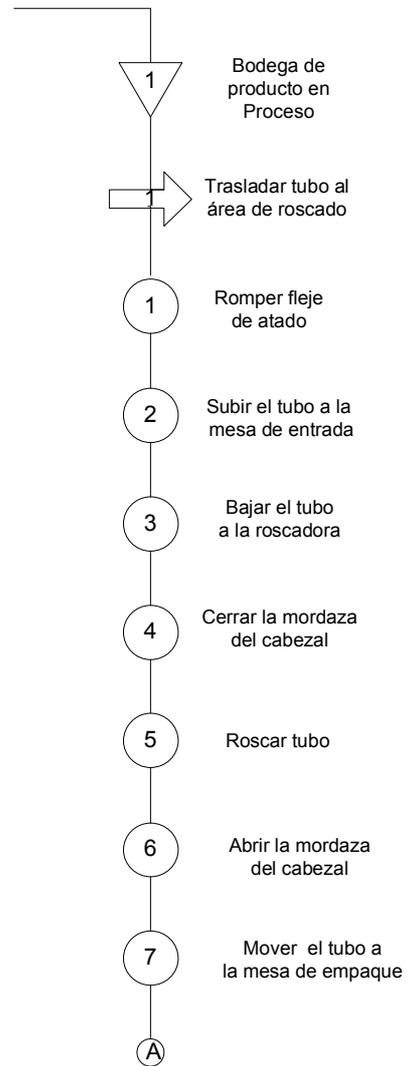


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: ROSCADO DE TUBOS
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: MEJORADO
FECHA: 10-07-07
HOJA: 2 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA

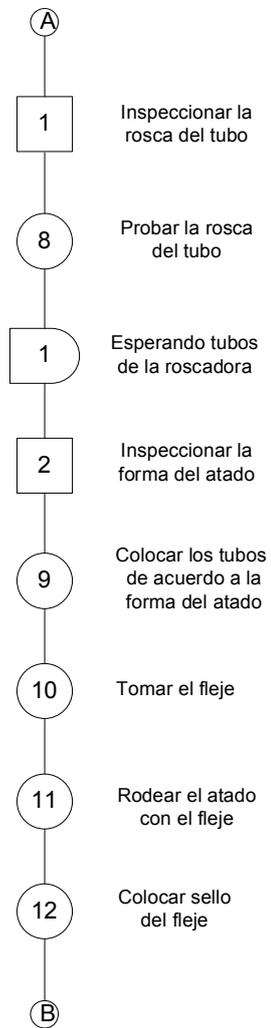
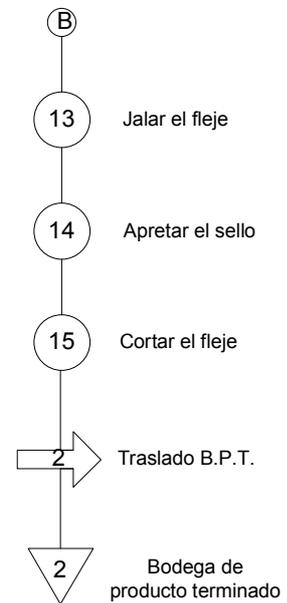


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: TUBAC, S.A.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: ROSCADO DE TUBOS
INICIO: BODEGA DE PRODUCTO EN PROCESO
FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

MÉTODO: MEJORADO
FECHA: 10-07-07
HOJA: 3 DE 3
ANALISTA: GUSTAVO ZAVALA



SÍMBOLO ACTIVIDAD CANTIDAD

○	Operación	15
□	Inspección	2
D	Demora	1
→	Transporte	2
▽	Almacenaje	2

Sumatoria 22

4.3 Costos

4.3.1 Capacitación del personal

Las capacitaciones son clave para mejorar la eficiencia de manufactura de tubos, ya que si no se estimula al personal difícilmente se lograrán alcanzar los resultados deseados.

Las capacitaciones estarán dirigidas al:

- Jefe de control de calidad
- Asistente de seguridad industrial
- Jefe de bodega
- Jefe de roscado y biselado
- Jefe de turno
- Jefe de planificación
- Personal de planta.

Curso de las 5s

El objetivo de este curso es mejorar y mantener las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal, la eficiencia y en consecuencia, la calidad, la productividad y la competitividad de la organización, estará dirigido al personal de planta y a los jefes de cada área.

Curso de auditores internos en sistemas de calidad

El curso de auditores internos ayudará a que los jefes de cada área para busquen y conozcan como lograr la mejora continua en sus áreas.

El curso tendrá como objetivos:

- Conocer, aplicar e interpretar la norma ISO 9000.
- Adquirir los conocimientos necesarios para actualizarse como auditor interno de Sistemas de Gestión de la Calidad (ISO 9000).
- Interpretar correctamente los requisitos de Gestión de la Calidad con base en la norma ISO 9001:2000.
- Dominar las herramientas necesarias para realizar auditorias internas efectivas.

4.3.2 Costo de la propuesta

Las capacitaciones estarán a cargo del Instituto técnico de capacitación y productividad (INTECAP) por medio del curso de las 5S, por lo cual no tendrá ningún costo. El curso de auditores internos estará a cargo de “Tecnologías de aseguramiento, S.A.” que es una empresa de asesorías en sistemas de gestión, el cual tendrá un costo de cien dólares por persona.

La implementación de la propuesta en planificación y el área de corte no tendrá ningún costo ya que los jefes de cada área deben de seguir solo recomendaciones.

Para las áreas de formado, roscado y biselado se implantará la nueva mesa de evacuación y un puente grúa; la fabricación y instalación de la nueva mesa de evacuación estará a cargo del jefe de mantenimiento, en la tabla XVI se describirán los costos de la implementación de las áreas antes mencionadas.

Tabla XVII. **Costos de implementación**

Cantidad	Descripción	Costo (Quetzales)
30	Tubos cuadrados de 4" Q.1,200	36.000,00
1	Banda transportadora	5.000,00
2	Elevadores de tubos Q.200 c/u	400,00
34	Rodillos giratorios Q.300 c/u	10.200,00
1	Panel de control	800,00
1	Puente grúa	90.000,00
	Costos de instalación	10.000,00
	Capacitaciones	10.000,00
	Otros gastos	1.000,00
	TOTAL	163.400,00

5. MEJORA CONTINUA

5.1 Seguridad Industrial

5.1.1 Señalización industrial

La planta se debe señalar de acuerdo al código de colores, el cual está destinado a cumplir el propósito de señalar lo siguiente:

- Identificar y advertir condiciones de riesgos físicos.
- Identificar y advertir peligros.
- Identificar equipos y materiales.
- Demarcar superficies de trabajo y áreas de tránsito.
- Identificar y localizar equipos de emergencia.

Código de colores para la señalización

a) Rojo

Se utiliza exclusivamente en relación con equipo de prevención y combate de incendios como los extinguidores.

b) Anaranjado

Indica puntos peligrosos de maquinaria que pueden cortar, aceptar, causar choque o en su defecto causar lesión.

c) Amarillo

Se utiliza con mayor frecuencia para marcar áreas cuando existen riesgos de tropezar, golpearse contra algo o quedar atrapado entre objetos.

d) Verde

Debe usarse para indicar la ubicación de equipo de primeros auxilios, máscara contra gases, rociadores de seguridad y señales de seguridad.

e) Azul

Es una advertencia específica en contra de utilizar equipo que esté en reparación.

f) Morado

Indica la presencia de riesgo de radiación. Rótulos, etiquetas, señales y marcas de piso se elaboran con una combinación de colores morado y amarillo.

5.1.2 Ruido

El ruido es inevitable en una fábrica de tubos, así que se debe de tratar de controlar, ya que suele provocar distracción lo cual podría apartar al obrero de su trabajo o provocar algún accidente; en la tabla XVII se muestra el tiempo al que debe ser sometido el trabajador de acuerdo al ambiente en que trabaje.

Las causas o problemas para los empleados mas comunes debido al ruido son:

1. Fatiga
2. Efectos psicológicos
3. Que el trabajador no perciba un peligro inminente.

Tabla XVIII. Niveles de ruido

Duración por día (hrs)	Niveles de sonido (dbA)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25 o menos	115

5.1.3 Equipo de protección

La mejor forma de prevenir accidentes y lesiones en los lugares de trabajo es la eliminación o control de los riesgos de trabajo en la misma fuente que los origina, algunas veces por la misma naturaleza del proceso, sus características y requerimientos es imposible eliminarlos, por lo que en estas situaciones es necesario que los trabajadores utilicen equipo de protección personal adecuado al tipo y magnitud de riesgo al que se exponen.

El éxito del uso del equipo de protección depende en muchas ocasiones de la comodidad y facilidad que le brinde al trabajador para realizar sus tareas, ya que si el equipo no es adecuado a su tamaño o forma del cuerpo, seguramente se tenderá a presentar un rechazo a su uso y una disminución en la efectividad y eficiencia del trabajador en la tareas que realiza.

El equipo de protección necesario para la planta sería:

- Equipo de protección de la cabeza, como cascos de seguridad.
- Equipo de protección del oído, como protectores auditivos desechables o reutilizables y las orejeras.
- Equipo de protección de manos y brazos, como guantes de protección contra cortaduras, riesgos mecánicos y químicos.
- Equipo de protección de pies, donde se incluye el calzado de seguridad.

5.2 Control de calidad

Para el control de calidad de producto rechazado se puede utilizar un muestreo por atributos utilizando la tabla militar estándar 105-D.

La tabla MIL-STD-105D tiene las siguientes características:

- Tres niveles de inspección general (tabla XVIII).
- Tres niveles de inspección reducida, normal y rigurosa.

El muestreo se haría por atado, el tamaño del atado puede variar dependiendo del tamaño del tubo que se este produciendo, el tamaño de cada atado se describe en el capítulo 3.

Para empezar a muestrear una producción se debería averiguar el tamaño del lote (tabla XVIII) que se calcula aproximando la producción que se tendrá al final del turno.

Una vez encontrado el tamaño del lote se buscará dentro del rango correspondiente de acuerdo a la tabla XVIII, utilizando un nivel de inspección general II, obteniendo así una letra que será la que se utilizara junto con el AQL o nivel de calidad aceptable, en las tablas de inspección: normal, rigurosa y reducida.

El número de aceptación y el número de rechazo dependerá de la inspección y el AQL utilizado.

Tabla XIX. **Tamaño de la muestra**

TAMAÑO DEL LOTE O DE LA TANDA	NIVELES DE INSPECCION ESPECIALES				NIVELES DE INSPECCIÓN GENERALES		
	S1	S2	S3	S4	I	II	III
2-8	A	A	A	A	A	A	B
9-15	A	A	A	A	A	B	C
16-25	A	A	B	B	B	C	D
26-50	A	B	B	C	C	D	E
51-90	B	B	C	C	C	E	F
91-150	B	B	C	D	D	F	G
151-280	B	C	D	E	E	G	H
281-500	B	C	D	E	F	H	J
501-1200	C	C	E	F	G	J	K
1201-3200	C	D	E	G	H	K	L
3201-10000	C	D	F	G	J	L	M
10001-35000	C	D	F	H	K	M	N
35001-150000	D	E	G	I	L	N	P
150001-500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 en adelante	D	E	H	K	N	Q	R

Fuente: Tabla MIL-STD-105D

El departamento de control de calidad debe estar buscando siempre la mejora continua en los procesos por eso se propondrá tres nuevos formatos que involucren a las áreas de corte, formado biselado y roscado.

5.2.1 Control del espesor y ancho de las tiras

Se debe llevar un mejor control en el área de corte, por lo cual llevar un registro de espesores y anchos de tira servirá para ver si se cumple con el espesor nominal que se pidió al fabricante y para ver si se esta cortando las tiras con el ancho correcto.

Instrucciones de llenado del formato:

1. En el espacio de fecha se colocara la fecha en la cual se hizo la medición.
2. En el espacio de turno se colocara el turno en que se hizo la medición (turno uno o turno dos).
3. En el espacio de número de orden y código de bobina, se llenara con el número de orden y solicitud de corte hecha por planificación.
4. En el espacio de los productos cortados, se tomara de la combinación de productos a cortar que tiene la orden de corte procesada.
5. En el espacio de espesor de lamina se llenara con el espesor teórico y el real, el teórico será el calibre de la bobina que se corto y el real se obtendrá de una medición hecha por el inspector de calidad.
6. En el espacio de el ancho de las tiras se llenara con el ancho teórico y el real, el teórico será tomado de la combinación que tenga la orden de corte y el real se obtendrá de una medición hecha por el inspector de calidad.

7. En el espacio de inspector de calidad se pondrá el nombre del inspector de calidad.
8. En el espacio de firma se pondrá la firma del inspector de calidad.

5.2.2 Control de ancho de tira vrs diámetro del tubo

Se debe llevar un mejor control en el área de formado por lo cual llevar un registro de ancho de tira vrs diámetro de tubo servirá para mejorar los anchos de tira cuando esta sea procesada en el molino.

Instrucciones de llenado del formato:

1. En el espacio de fecha se colocara la fecha en la cual se hizo la medición.
2. En el espacio de turno se colocara el turno en que se hizo la medición (turno uno o turno dos).
3. En el espacio de descripción del tubo se llenara con el nombre del tubo que se esta fabricando.
4. En el espacio de ancho de tira se llenara con el ancho teórico de la tira procesada.
5. En el espacio de calibre se llenara con el calibre teórico de la tira procesada.
6. En los espacios de mediciones de tubo se llenara con la medición vertical y horizontal hecha al tubo antes del sizing, después del sizing y después de turcas.
7. En el espacio de inspector de calidad se pondrá el nombre del inspector de calidad.
8. En el espacio de firma se pondrá la firma del inspector de calidad.

5.2.3 Control de producto no conforme y retenido

Se debe llevar un mejor control en el área de biselado y roscado, por lo cual llevar un registro de producto no conforme y retenido servirá para mejorar estas dos áreas.

Instrucciones de llenado del formato:

1. En el espacio de fecha se colocara la fecha en la cual se hizo la medición.
2. En el espacio de turno se colocara el turno en que se hizo la medición (turno uno o turno dos).
3. En los espacios de tubo abierto, empalmes, soldadura traslapada, tubo corto, tubo torcido, tubo mal biselado, golpeado al biselar, rosca pasada, rosca descentrada, se llenara con la cantidad de tubos que tenga cualquiera de los defectos antes mencionados.
4. En el espacio de inspector de calidad se pondrá el nombre del inspector de calidad.
5. En el espacio de firma se pondrá la firma del inspector de calidad.

**ÁREA DE BISELADO Y ROSCADO
CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME Y RETENIDO**

Fecha _____ Turno _____

DESCRIPCION DEL PRODUCTO	CANTIDAD DE PRODUCTO NO CONFORME								
	Tubo abierto	Empalmes	Soldadura traslapada	Tubo corto	Tubo torcido	Tubo mal biselado	Golpeado al biselar	Rosca pasada	Rosca descentrada

INSPECTOR DE CALIDAD _____

FIRMA _____

CONCLUSIONES

1. Se pudo observar que las eficiencias de los procesos actuales para el área de corte, formado, biselado y roscado tiene una variabilidad dependiendo de la medida que se este produciendo $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{4}$ ", 1 $\frac{1}{2}$ ", 2", ya que mientras más pequeña sea la medida que se esta produciendo más rápida será la calibración del molino, con lo cual se tendrá una mejor eficiencia en medidas pequeñas.
2. Durante el análisis de los procesos actuales con la ayuda de los diagramas de Ishikawa, Pareto y los gráficos de control, se determinaron las deficiencias de cada una de las áreas de trabajo que intervienen en la manufactura de tubos, además se estableció que las deficiencias no son solo en el área de producción si no también en planificación que debe de mejorar los programas de producción y de corte.
3. Para lograr incrementar el rendimiento y la eficiencia en el desarrollo de la producción de tubos es necesario implementar la propuesta descrita en todas las áreas de trabajo involucradas, de esta manera se reducirán los tiempos perdidos en producción y se incrementara el tiempo efectivo por turno para cada área de trabajo.

4. Debido a que no existe un método definido para el producto rechazado se propuso a control de calidad la utilización de las tablas militar estándar que tienen tres tipos de inspección reducida, normal, rigurosa y el número de unidades defectuosas por lote dependerá del tipo de inspección que se utilice.

5. Mediante la utilización de los nuevos formatos de seguimiento para las áreas de corte, formado, roscado y biselado se verificará que cada área cumpla con los requisitos del producto que se manufacture, además estos formatos servirán como registros para planificación para programar los cortes de materia prima, control de la calidad podrá ver si se cumplen las dimensiones del tubo en el molino y ver las causas del producto no conforme en la biseladora y roscadora.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere un encargado en el área de corte para que se encargue de darle seguimiento a las órdenes de corte de la slitter y que distribuya equitativamente el trabajo para todas las áreas, además deberá de mantener ordenada el área de tiras existentes por medida para poder aprovechar las corridas en los molinos de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{4}$ ", 1 $\frac{1}{2}$ ", 2, esto con la finalidad de reducir el inventario de tiras existente.
2. El departamento de control de calidad debe de darle seguimiento y compartir la información con planificación del nuevo formato de ancho de tira versus el diámetro del tubo formado para el área de calidad, ya que con este control se puede ir mejorando el ancho de la tira para que el tubo se logre formar con el diámetro deseado.
3. Mantener los controles existentes y verificar los métodos implementados de gráficos de control para mantener un mejor control de la calidad de los productos a fabricar, los gráficos de control se tienen que dar a conocer al personal de producción para que puedan ver el avance que tiene su área de trabajo con la propuesta a implementar.

4. El área de planificación debe de sugerir los anchos de las bobinas cuando se hagan pedidos de materia prima, ya que hay calibres que sirven solo para determinados productos, esto facilitará las combinaciones de las órdenes de corte de materia prima y se evitara aumentar el inventario de tiras cortadas con tiras de productos que no se vayan a utilizar.

5. El encargado de la seguridad industrial debe velar para que el empleado tenga y utilice los medios de protección necesarios para su área y puesto de trabajo como: guantes, botas, lentes y tapones auditivos, esto para el resguardo de la seguridad dentro de las instalaciones en beneficio del personal operativo, además debe ser el encargado de implementar la señalización industrial en la planta.

BIBLIOGRAFÍA

1. BESTERFIELD, Dale H. **Control de calidad**. México: Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A, 1994.
2. NIEBEL, Benjamín W. **Ingeniería industrial métodos, tiempos y Movimientos**. México: Editorial alfaomega, 1990.
3. GARCÍA Criollo, Roberto. **Estudio del trabajo ingeniería de métodos** México: Editorial McGraw-Hill, México 1998.
4. TORRES, Sergio. **Control de la producción**. Guatemala: Editorial Palacios, 2002.
5. GITLOW, Howards & Shelly J. Gitlow. **Como mejorar la calidad y la productividad con el método Demig**. Colombia: Editorial Norma, 1990.
6. WALPOLE, Ronald. & Raymond Myers. **Probabilidad y Estadística**. México: Editorial McGraw Hill. 1992.
7. PÉREZ Vásquez, Víctor Enrique. Optimización del proceso en el área de corte y acanalado de lámina galvanizada (tesis). Guatemala: Usac 2001.
8. CHAMO del Cid, Rudy Alberto. Analisis del proceso para mejorar la eficiencia y rendimiento en la línea de terminado en la fabricación de jabón de tocador en la empresa Incodisa, San Miguel Petapa (tesis). Guatemala: Usac, 2003.
9. MANSILLA Ruiz, José Adolfo. Control de calidad en el proceso de galvanizado por inmersión de tubería de acero (tesis). Guatemala: Usac, 1999.

10. AGUILAR Alonso, Otto Ricardo. Mejoramiento de la productividad en el proceso de producción de tubos y propuesta de un plan de seguridad industrial en la planta de tubos centroamericana, S.A. San Miguel Petapa (tesis). Guatemala: Usac, 2000.

APÉNDICE

Con la implementación del proyecto se lograra reducir el tiempo perdido en los procesos de manufactura, biselado y roscado.

En el molino con la nueva mesa de evacuación se eliminara el fallo en evacuación con lo cual se incrementara en 60 minutos el tiempo efectivo para tubo de 1/2", 3/4" y para el tubo de 1", 1 1/4", 1 1/2", 2" en 45 minutos.

En la biseladora con el puente grúa se incrementara el tiempo efectivo para el biselado de tubos de 1/2", 3/4", 1" en 45 minutos y para el tubo de 1 1/4", 1 1/2", 2" en 70 minutos.

En la roscadora con el puente grúa se incrementara el tiempo efectivo para el roscado de tubos de 1/2", 3/4" en 60 minutos, para el tubo de 1", 1 1/4" en 75 minutos y para el tubo de 1 1/2" y 2" en 100 minutos.

Tabla XX. **Pronóstico de la eficiencia con la mejora.**

MAQUINA	EFICIENCIA REAL (%)						EFICIENCIA CON LA MEJORA (%)					
	MEDIDA DEL TUBO						MEDIDA DEL TUBO					
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
MOLINA	81,39	81,39	79,07	79,07	79,07	79,07	90,70	90,70	86,05	86,05	86,05	86,05
BISELADORA	81,4	81,4	76,74	76,74	70,54	70,54	83,72	83,72	83,72	83,72	83,72	83,72
ROSCADORA	76,74	76,74	76,74	72,84	72,84	72,84	90,70	90,70	88,37	88,37	86,05	86,05

Pronóstico de la eficiencia para el molino

Tubos de 1/2" y 3/4"

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 12 tubos

3600 segundos ----- x

$$X = 720 \text{ /hora}$$

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

$$\text{Capacidad de producción} = 720 \text{ tubos/hora} \times 10.75 \text{ horas} = 7,740 \text{ tubos/día}$$

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de sierra +calibración+
falta de chapa floop)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 15min + 15 min)/60min

Tiempo efectivo = 9.75 horas

1 hora ----- 720 tubos

9.75 horas ----- x

$$X = 7,020 \text{ tubos/día}$$

Eficiencia = 7,020 tubos / 7,740 tubos

Eficiencia = 90.70 %

Pronóstico de la eficiencia para el molino

Tubos de 1", 1 ¼", 1 ½" y 2"

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 10 tubos

3600 segundos ----- x

$$X = 600 \text{ /hora}$$

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

$$\text{Capacidad de producción} = 600 \text{ tubos/hora} \times 10.75 \text{ horas} = 6,450 \text{ tubos/día}$$

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de sierra +calibración

+ falta de chapa floop)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 35min + 25min)/60min

Tiempo efectivo = 9.25 horas

1 hora ----- 600 tubos

9.25 horas ----- x

$$X = 5,550 \text{ tubos/día}$$

Eficiencia = 5,550 tubos / 6,450 tubos

Eficiencia = 86.05 %

Pronóstico de la eficiencia para la biseladora

Tubos de 1/2" , 3/4, 1"

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 6 tubos

3600 segundos ----- x

$$X = 360 \text{ /hora}$$

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

$$\text{Capacidad de producción} = 360 \text{ tubos/hora} \times 10.75 \text{ horas} = 3,870 \text{ tubos/día}$$

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de pastillas +calibración+
evacuación)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 30min+ 45min)/60min

Tiempo efectivo = 9 horas

1 hora ----- 360 tubos

9 horas ----- x

$$X = 3,240 \text{ tubos/día}$$

Eficiencia = 3,240 tubos / 3,870 tubos

Eficiencia = 83.72 %

Tubos de 1 ¼”, 1 ½”, 2”

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 5 tubos

3600 segundos ----- x

$$X = 300 \text{ /hora}$$

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

$$\text{Capacidad de producción} = 300 \text{ tubos/hora} \times 10.75 \text{ horas} = 3,225 \text{ tubos/día}$$

Tiempo efectivo por turno

$$\text{Tiempo efectivo} = (\text{Tiempo efectivo por turno } 100\%) - (\text{tiempo perdido})$$

$$\text{Tiempo efectivo} = (10.75 \text{ horas}) - (\text{cambio de peines} + \text{calibración} + \text{evacuación})$$

$$\text{Tiempo efectivo} = (10.75 \text{ horas}) - (30\text{min} + 30\text{min} + 45\text{min})/60\text{min}$$

$$\text{Tiempo efectivo} = 9 \text{ horas}$$

1 hora ----- 300 tubos

9 horas ----- x

$$X = 2,700 \text{ tubos/día}$$

$$\text{Eficiencia} = 2,700 \text{ tubos} / 3,225 \text{ tubos}$$

$$\text{Eficiencia} = 83.72 \%$$

Pronóstico de la eficiencia para la roscadora

Tubos de 1/2" , 3/4"

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 4 tubos

3600 segundos ----- x

$$X = 240 \text{ /hora}$$

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

$$\text{Capacidad de producción} = 240 \text{ tubos/hora} \times 10.75 \text{ horas} = 2,580 \text{ tubos/día}$$

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de peines +calibración+
evacuación)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 15min+ 15min)/60min

Tiempo efectivo = 9.75 horas

1 hora ----- 240 tubos

9.75 horas ----- x

$$X = 2,340 \text{ tubos/día}$$

Eficiencia = 2,340 tubos / 2,580 tubos

Eficiencia = 90.70 %

Tubos de 1",1 ¼"

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 3 tubos

3600 segundos ----- x

$$X = 180 \text{ /hora}$$

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

$$\text{Capacidad de producción} = 180 \text{ tubos/hora} \times 10.75 \text{ horas} = 1,935 \text{ tubos/día}$$

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de peines +calibración+
evacuación)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 15min + 30min)/60min

Tiempo efectivo = 9.50 horas

1 hora ----- 180 tubos

9.50 horas ----- x

$$X = 1,710 \text{ tubos/día}$$

Eficiencia = 1,710 tubos / 1,935 tubos

Eficiencia = 88.37 %

Tubos de 1 ½", 2"

Para una eficiencia del 100%

60 segundos ----- 2 tubos

3600 segundos ----- x

X = 120 /hora

Capacidad de producción por hora con una eficiencia del 100%

Capacidad de producción = 120 tubos/hora x 10.75 horas = 1,290 tubos/día

Tiempo efectivo por turno

Tiempo efectivo = (Tiempo efectivo por turno 100%) – (tiempo perdido)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (cambio de peines +calibración+
evacuación)

Tiempo efectivo = (10.75 horas) – (30min + 15min + 45min)/60min

Tiempo efectivo = 9.25 horas

1 hora ----- 120 tubos

9.25 horas ----- x

X = 1110 tubos/día

Eficiencia = 1110 tubos / 1,290 tubos

Eficiencia = 86.05 %