



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

**PROPUESTA DE ÍNDICES PARA PRODUCCIÓN ORIENTADOS AL
MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE BISELADO Y PRUEBA
HIDROSTÁTICA DE TUBERÍA**

Armando Régil Cortéz

Asesorado por el Ing. Erwin Danilo González Trejo

Guatemala, Julio de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE ÍNDICES PARA PRODUCCIÓN ORIENTADOS AL
MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE BISELADO Y PRUEBA
HIDROSTÁTICA DE TUBERÍA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

ARMANDO REGIL CORTEZ

ASESORADO POR EL ING. ERWIN DANILO GONZALES TREJO
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2009

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. Jose Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Danilo Gonzales Trejo
EXAMINADOR	Ing. Karla Lizbeth Martínez Vargas
EXAMINADORA	Ing. Carlos Roberto Gutierrez Quintana
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:

**PROPUESTA DE ÍNDICES PARA PRODUCCIÓN ORIENTADOS AL
MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE BISELADO Y PRUEBA
HIDROSTÁTICA DE TUBERÍA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 10 de octubre de 2007.



ARMANDO REGIL CORTEZ

Guatemala, 18 febrero de 2009

INGENIERO
JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA
DIRECTOR
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIA

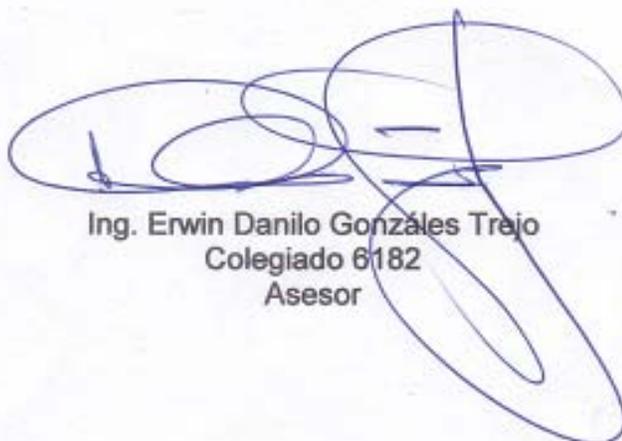
INGENIERO GÓMEZ:

Luego de asesorar y analizar el trabajo de graduación "PROPUESTA DE INDICES PARA PRODUCCION ORIENTADOS AL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE BISELADO Y PRUEBA HIDROSTATICA DE TUBERIA.", del estudiante ARMANDO REGIL CORTEZ, quien se identifica con el carné numero 1999-10938. Me dirijo a usted para informarle que el mismo cumple con los requerimientos necesarios para aprobarlo.

El Contenido y desarrollo del tema son de interés y tienen consistencia con la orientación que debe de tener la carrera de Ingeniería Industrial en la actualidad.

El trabajo presentado logra alcanzar los objetivos trazados con lo que se espera mejorar las condiciones del proceso de biselado y prueba hidrostática de tubería de la empresa TUBAC, y por consiguiente mejorar significativamente los tiempos de producción.

Atentamente,



Ing. Erwin Danilo González Trejo
Colegiado 6182
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE INDICES PARA PRODUCCION ORIENTADOS AL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE BISELADO Y PRUEBA HIDROSTATICA DE TUBERIA**, presentado por el estudiante universitario **Armando Regil Cortez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas de Castañón
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

INGA. KARLA MARTÍNEZ
Colegiada 5,706

Guatemala mayo de 2009.

/mgp



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 **PROPUESTA DE ÍNDICES PARA PRODUCCIÓN ORIENTADOS AL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE BISELADO Y PRUEBA HIDROSTÁTICA DE TUBERÍA**, presentado por el estudiante universitario Armando Régil Cortéz, 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 2009.

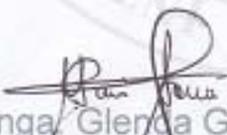


/mgp



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: **PROPUESTA DE INDICES PARA PRODUCCIÓN ORIENTADOS AL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE BISELADO Y PRUEBA HIDROSTÁTICA DE TUBERÍA**, presentado por el estudiante universitario **Armando Régil Cortéz**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga Glenda García Soto
DECANA EN FUNCIONES



Guatemala, julio de 2009.

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Fuente de conocimiento e inspiración, quien ha estado y seguirá dándome la luz para continuar en este camino que es la vida.
- MIS PADRES** Regina Cortez y Cesar A. Régil Gracias por ser quienes han sido pilares importantes de mi formación como persona y apoyo en el proceso de mi educación.
- MIS HERMANOS** Estuardo Cortez y Pedro Régil, gracias por su cariño y respaldo.
- MI NOVIA** Mercedes Izabel, gracias por su cariño, paciencia y apoyo.
- MIS AMIGOS** José Miguel Hernández, Dennis Rivera, Cesar Muñoz, Gustavo Zavala, Juan C. Quintanilla, Omar Cordero, Pedro Toribio, Pedro Armas, Todo el equipo de CEIC 2003, y todos los demás compañeros con los cuales hemos compartido nuestros triunfos profesionales.
- MIS FAMILIARES Y AMIGOS EN GENERAL.** Muchas gracias a todos por su amistad y presencia a este acto tan importante para mí y mi familia.

AGRADECIMIENTOS A:

- | | |
|---|--|
| La empresa TUBAC S. A. | Por permitirme realizar este estudio, dentro de las instalaciones de la empresa. |
| Ing. Werner Méndez e
Ing. Carlos Pinto | Por su colaboración y conocimientos aportados. |
| El Ing. Danilo González Trejo
Inga. Karla Martinez | Por su tiempo y apoyo en la elaboración de este trabajo. |
| La Universidad de San Carlos | Por permitirme desarrollarme como profesional. |

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Empresa.....	1
1.1.1. Historia y ubicación.....	1
1.1.2. Misión.....	4
1.1.3. Visión.....	4
1.2. Descripción de maquinaria.....	5
1.2.1. Proceso biselado.....	5
1.2.2. Prueba hidrostática.....	7
1.3. Definiciones de los metales.....	9
1.4. Definiciones de los procesos.....	26
1.4.1. Biselado.....	27
1.4.2. Prueba hidrostática.....	28
1.5. Generalidades de las normas.....	28
1.5.1. ASTM.....	28

1.5.2. BS.....	32
1.6. Descripción de producto.....	33
2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE PROCESOS	
2.1. Análisis preliminar.....	37
2.1.1. Condiciones del tubo para el proceso de biselado.....	37
2.1.2. Condiciones del tubo para el proceso de PH.....	45
2.1.3. Relación existente entre los dos procesos.....	46
2.1.4 Descripción de especificaciones.....	47
2.1.4.1 Proceso de biselado.....	47
2.1.4.2 Proceso de prueba hidrostática.....	48
2.2 Factores que provoquen la existencia de tiempos muertos.....	48
2.2.4 Factores antes de la llegada de procesos.....	49
2.2.4.1 Biselado.....	49
2.2.4.2 Prueba hidrostática.....	49
2.2.5 Factores durante los procesos.....	50
2.2.5.1 Biselado.....	50
2.2.5.2 Prueba hidrostática.....	50
2.2.6 Factores después de atravesar proceso.....	51
2.2.6.1 Biselado.....	51
2.2.6.2 Prueba hidrostática.....	52
3. PROPUESTA PARA EL MODELO A IMPLANTAR	
3.1. Proceso de biselado y prueba hidrostática de tubos.....	53
3.1.1. Información general del proceso biselado.....	53

3.1.1.1.	Tipo de tubería a biselar.....	53
3.1.1.2.	Manera de realizar prueba hidrostática.....	54
3.1.2.	Información general del proceso de prueba hidrostática...	54
3.1.2.1.	Tipo de tubería a realizar prueba hidrostática...	55
3.1.2.2.	Manera de realizar prueba hidrostática.....	56
3.2.	Análisis de los factores.....	56
3.2.1.	Análisis en biselado.....	56
3.2.1.1.	Tabla tiempo de biselado.....	57
3.2.1.2.	Análisis por producto de su comportamiento...	59
3.2.1.3.	Grafico “x” por producto biselado.....	62
3.2.2.	Análisis en prueba hidrostática.....	66
3.2.2.1.	Tabla tiempo de prueba hidrostática.....	66
3.2.2.2.	Análisis por producto de su comportamiento...	67
3.2.2.3.	Grafico “x” por producto prueba hidrostática...	69
3.3.	Resultado final y gráficos.....	72
3.3.1.	Resultado en biselado.....	72
3.3.1.1.	Parámetros de trabajo.....	72
3.3.1.2.	Parámetros vistos en gráficos.....	73
3.3.2.	Resultado en prueba hidrostática.....	74
3.3.2.1.	Parámetros de trabajo.....	74
3.3.2.2.	Parámetros vistos en gráficos.....	74

4. IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES

4.1.	Metodología de implementación.....	77
------	------------------------------------	----

4.1.1.	Formato de gráficos.....	77
4.1.2.	Formato de tabla de índices.....	78
4.2.	Actividades a desarrollar.....	79
4.2.1.	Presentación de gráficos y formatos.....	79
4.2.2.	Evaluación de presentación.....	81
4.2.2.1.	Formato de evaluación.....	81
4.3.	Programación de presentación.....	84
4.4.	Material didáctico a utilizar.....	84
5.	SEGUIMIENTO DE PARÁMETROS DE TRABAJO	
5.1.	Supervisión del cumplimiento.....	85
5.2.	Medición de los resultados obtenidos.....	86
5.3.	Revisiones periódicas.....	89
5.4.	Desarrollar gráficos de control.....	90
	CONCLUSIONES.....	91
	RECOMENDACIONES.....	93
	BIBLIOGRAFÍA.....	95
	ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Área de producción.....	4
2.	Cabezal de biselado.....	6
3.	Tablero de mando.....	6
4.	Válvula relief y cabezal.....	7
5.	Manómetro de presión.....	7
6.	Cuatro figuras tracción, comprensión, torsión y cizalladura...	12
7.	Gráfico estado del metal vrs. temperatura.....	14
8.	Gráfico Ley de Hooke y módulo de Young.....	19
9.	Probeta de acero.....	20
10.	Gráfico de tensión-deformación.....	21
11.	Tensión de proporcionalidad.....	23
12.	Tensión de proporcionalidad.....	24
13.	Endurecimiento mecánico del acero dulce.....	25
14.	Límite convencional de fluencia.....	26
15.	Tubo biselado y barnizado.....	32
16.	Tubería coplada.....	33
17.	Unidades por atado.....	35
18.	Flejes por atado.....	36
19.	Aspa o desenrollador.....	38
20.	Niveladora o empalmadota.....	39
21.	Empalmadota.....	40
22.	Torre de formado.....	41
23.	Espacio entre rodos y soldadura.....	42
24.	Área de sizing, y cabeza turca.....	43
25.	Cortadora de tubo.....	44
26.	Mesa de empaque.....	45
27.	Gráfico X, para tubería de 2 1/2".....	64
28.	Gráfico X, para tubería de 3".....	64

29. Gráfico X, para tubería de 4"	65
30. Gráfico X, para tubería de 5"	65
31. Gráfico X, para tubería de 6"	66
32. Gráfico X, para tubería de 2 1/2"	70
33. Gráfico X, para tubería de 3"	70
34. Gráfico X, para tubería de 4"	71
35. Gráfico X, para tubería de 5"	71
36. Gráfico X, para tubería de 6"	72
37. Gráfico para definir límites.....	77
38. Tabla de proceso.....	79
39. Examen p/ comprensión de presentación.....	83

TABLAS

I. Tablero de mando biseladota.....	6
II. Funciones de botonera.....	7
III. Componentes químicos en materia prima.....	30
IV. Productos de mas demanda.....	32
V. Número de flejes necesarios según el largo y norma...	36
VI. Tubería y presiones según grado de dureza.....	55
VII. Valores biselados de tubos de 2 1/2"	60
VIII. Valores de biselado de tubo de 3"	60
IX. Valores de biselado de tubo de 4"	61
X. Valores de biselado de tubo de 5"	61
XI. Valores de biselado de tubo de 6"	62
XII. Valores de prueba hidr. de tubo de 2 1/2"	67
XIII. Valores de prueba hidr. de tubo de 3"	67
XIV. Valores de prueba hidr. de tubo de 4"	68
XV. Valores de prueba hidr. de tubo de 5"	68
XVI. Valores de prueba hidr. de tubo de 6"	69
XVII. Parámetros generales de tablas.....	73
XVIII. Tabla general de prueba hidrostática.....	75

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
E	Límite elástico o modulo de Young
Kg-f/mm ²	Kilogramo fuerza sobre milímetro cuadrado
R	Resistencia a la Rotura
α	Alfa
γ	Gamma
δ	Delta
Ω	Área de probeta
P	Esfuerzo Axial
$\sigma ; \epsilon$	Tensión deformación
"	Pulgada
Km	Kilómetro
Ton	Toneladas
Al	Aluminio
Cu	Cobre
Zn	Zinc
Sn	Estaño
Pb	Plomo
Ni	Níquel
Mg	Magnesio
D	Diámetro
HB	Hard Brinell (dureza Brinell)
%	Porcentaje
C	Carbono
° C	Grados centígrados (temperatura)
Fe ₃ C	Carburo de hierro
Fe	Hierro

mm	Milímetros
PSI	Libra sobre pulgada cuadrada
(+/-)	Suma/resta
Pie	Pie (medida longitudinal)
Pulg.	Pulgadas
°	Grados en ángulos
X	Promedio
R	Rango
mín.	Minutos
Li	Límite inferior
Ls	Límite superior
Cm	Centímetros

GLOSARIO

Biselado	Proceso por el cual se da un acabado a los extremos de la tubería por medio de un metal mas duro, del lado interno, externo y un refrentado.
Astm a53	Parte de la norma astm que estandariza la fabricación de las tuberías en este caso, la estructural.
Válvula relief	Válvula que se utiliza en pruebas hidrostáticas y en la cual mantiene los fluidos concentrados para evaluar el estado de la tubería luego es activado y permite el flujo del líquido prueba.
Mordazas	En el caso específico de prueba hidrostática son dos herramientas que no permiten que el tubo se mueva durante la prueba hidrostática
Prueba hidrostática	Prueba que se utiliza para determinar si una tubería posee algún tipo de defecto en el área de soldadura.
Buril	Herramienta que se utiliza para dar cualquier forma a otro material en el caso del biselado para dar un acabado a los extremos de la tubería puede ser de tungsteno o cobalto
Resistencia a la tensión	Es la resistencia que sufre todo elemento para sufrir deformación

Límite de fluencia	Límite en el cual los material sufren deformación
Astm a500	Parte de la norma astm que estandariza la fabricación de las tuberías en este caso la cañería.
BS	Norma british Standard, que estandariza la fabricación de tubería de tipo industrial, roscado y biselado de tubería
Tubería conduit	Tipo de tubería utilizada para el conducto de cables eléctricos.
Copla	Herramienta que es utilizada para conectar una tubería con otra por medio de una rosca interna y rosca externa de las tuberías a unir
Cédula	Medida por la cual se identifica la tubería, tipo cañería o estructural varia desde cédula 10 - cédula 80, y define el grosor de las paredes de la tubería
Aspa	Máquina desenrolladora de lamina que permite mantener alimentado el molino de formado de tubería para la fabricación de tubería
Empalmadora	Máquina que permite unir una tira con otra para mantener la continuidad de la tubería durante el proceso de fabricación de tubería

Formado	Área del molino de formado de tubos, que posee rodos con diferentes funciones para darle forma a la tubería comenzando con una forma acanalada.
Acabado	Área del molino de formado de tubos, que posee rodos con diferentes funciones para darle forma a la tubería y se utiliza para darle la circunferencia total al tubo y unir por medio de una soldadura
Sizing	Área del molino de formado de tubos, que posee rodos con diferentes funciones para darle el toque final a las dimensiones de la tubería
Cabeza turca	Son cuatro rodos que unidos en sus extremos dan forma de las medidas finales de la tubería y que además nos sirve para alinear la tubería.
Carro vaivén	Carro en donde es montada la sierra que permite darle dimensiones de longitud variadas a la tubería o a como se programe en planificación
Cordón interno	Excedente de material en el área de unión de la tubería internamente.
Cordón externo	Excedente de material en el área de unión de la tubería externamente.
Barco	Estructura de metal fundido, en la cual es almacenada agua para las diferentes pruebas que se puedan realizar

Grúa	Máquina industrial utilizada para levantar material de pesos grandes, en el caso a estudiar atados de tubos
Central hidráulica	Caja de metal cerrada herméticamente que guarda en su interior, la cantidad de aceite necesaria para hacer funcionar un sistema hidráulico
Atado	Es el conjunto de tubos unidos por fleje, que posee una cantidad de unidades determinada por el diámetro de los tubos
Fleje	Cinta de metal que sirve para asegurar un conjunto de tubos para su almacenaje, de forma apilada y ordenada.
Estiba	Manera en la cual se colocan los atados de forma vertical
Camas	Se llama así a la cantidad de atados colocados horizontalmente para formar una estiba
Polin	Pedazo de metal o madera de aprox. 4"x4", que se utiliza para colocar de un atado a otro en las estibas
Costanera	Estructura de metal o tubo con forma semi-rectangular utilizada para sostener estructuras, posee tres paredes y generalmente es acuachada con otra costanera para formar vigas

Rebaba	Exceso de material al momento de biselar la tubería que provoca ruptura en los sellos de prueba hidrostática
Sellos	Son elementos de teflón que sirven de empaques para que no salga agua durante el proceso de prueba hidrostática
Biseladora	Máquina que se utiliza para dar acabados a los tubos por medios eléctricos y mecánicos.
Cilindro	Está compuesto por un cilindro y dos áreas de entrada de flujo de aire o de líquido dependiendo su función y permite mover equipos de gran peso.
Manómetro	Instrumento de medición que permite medir la presión de fluidos y gases.
Timer	Temporizador de tiempo que permite dar tiempo de espera para la carga de agua en pruebas hidrostáticas

RESUMEN

La elaboración de productos derivados del metal fue una práctica que ha venido a revolucionar la manera en que se ha podido transportar líquidos a una cierta distancia, la construcción de edificaciones, la elaboración de máquinas que facilitan el trabajo del hombre, para realizar infraestructuras modernas entre otras cosas. Desde un tiempo atrás a habido personas y sociedades que han unido capitales fuertes para trabajar el metal una de ellas ha sido Tubac S. A., la cual tuvo como objetivo principal la producción y comercialización de tubería de metal para construcción y estructural, para la venta al distribuidor general, además de la distribución de láminas y perfiles de acero, con esto se han desarrollado programas internos de calidad y cumplimiento de normas que especifican las cualidades de los productos. Entre su maquinaria cabe resaltar la utilización de molinos, roladores de tubería, maquinaria de biselado y pruebas hidrostáticas dependiendo de las medidas solicitadas por los clientes.

Actualmente, el área de biselado y prueba hidrostática tiene condiciones no controladas de los procesos con lo cual se ha tenido el inconveniente de no tener un cálculo de la producción de la tubería, esto a causa de haber adquirido maquinaria reutilizada y sin manuales de manejo y especificaciones. Para obtener las variables que causan los retrasos en los procesos, es importante identificarlas tales como fallas eléctricas, fallas mecánicas, malas calibraciones en maquinaria, productos con defectos de procesos anterior, falta de personal calificado, cambios repentinos de programas de trabajo, falta de grúas aéreas para transporte de productos, etc.

Tomando en cuenta las variables que provocan alteraciones y retrasos en los procesos de biselado y prueba hidrostática, es necesario definir criterios que

permitan llevar a un modelo que especifique la cantidad de producto a producir por turno, y esto se lleva a cabo tiempo de descarga, tiempo de proceso de fabricación, tiempo de empaque y despacho.

Teniendo los valores puntuales de los indicadores se procederá a implementar los índices encontrados, utilizando formato de gráficos que sean digeribles al personal involucrado en el proceso. Para derramar la información al personal será necesario realizar una presentación de 30 min., en la cual se expondrá los objetivos de los indicadores y como se relacionan en su trabajo.

Para garantizar el cumplimiento de los indicadores en los procesos va ha ser necesario que se monitoree por medio de mediciones y revisión de reportes de productos que se llegando a los valores propuestos si no es así será necesario tomar acciones que conlleven converger con el objetivo de una mejora continua.

OBJETIVOS

GENERAL

Establecer Índices de producción para el mejoramiento de los procesos de biselado y prueba hidrostática de tubería.

ESPECÍFICOS:

1. Establecer tiempo de biselado de tubería de 2 ½", 3", 4", 5" y 6", en área de proceso biselado.
2. Formar un criterio de tiempo de prueba hidrostática para tubería de 2 ½", 3", 4", 5" y 6", en área de proceso prueba hidrostática.
3. Identificar las causas de interrupción de las producciones en las áreas de procesos biselado y prueba hidrostática.
4. Establecer parámetros que faciliten cumplir con los tiempos establecidos de producción.
5. Instituir bajo lineamientos de normas de producto, cuáles son las especificaciones para el biselado del producto.
6. Constituir las características de un producto conforme y no conforme al momento de probar un tubo en el proceso de prueba hidrostática.
7. Establecer indicadores por medio de las características de tiempo y factores de interrupción de producción.

INTRODUCCIÓN

En nuestro diario vivir estamos familiarizados con los diferentes derivados del metal, desde nuestras cañerías subterráneas y las que están a la vista, las estructuras que sostienen techos de láminas, los portones de metal, los balcones de las ventanas, los tubos que sostienen los cableados telefónicos y señal de cable en las calles, los cercados de malla, las sillas, mesas fabricadas con bases de metal, he infinidad de más producto. Esto ha llevado que en Guatemala sea necesario que desde un tiempo atrás entidades nacionales y extranjeras inviertan en industrias dedicadas a la manufactura de tuberías de metal con costura, siendo una de las representativas Tubac S. A., quien por medio de este proceso ha podido dar más de trescientas oportunidades de trabajo dentro de la empresa y ha colaborado con varios proyectos de mejora en el área de San. Miguel Petapa, Villa Nueva. Además, esta empresa ha logrado ser líder en ventas en la región de Centroamérica, México y el Caribe.

Dada la expansión de sus inversiones Tubac S. A., se ha visto en la necesidad de controlar de una mejor manera sus procesos, específicamente los de biselado y prueba hidrostática en tuberías de 2 ½” hasta 6”, los cuales han logrado captar el interés de los inversionistas nacionales e internacionales, ya que Tubac S. A., por medio de su certificación de ISO 9000, se orienta hacia la búsqueda de la mejora continua, ha decidido un proyecto de mejora por medio del análisis de índices para producción orientado al mejoramiento de los procesos de biselados y pruebas hidrostáticas, para ofrecer al cliente final productos a buen precio, buena calidad y entrega a tiempo. Con este último factor los próximos cinco capítulos de este trabajo de graduación buscará identificar las causas que provocan que se retarde el proceso de fabricación, para lograr estandarizar tiempos que permitan cumplir con entregas establecidas en negociaciones con los clientes.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Empresa

TUBAC S. A. (Tubos de Acero) es una fábrica de formado de tubo negro está 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.

1.1.1 Historia y ubicación

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

El objetivo principal de la organización es la producción y comercialización de tubería de acero para conducción y estructural, para la venta al Distribuidor General; además la distribución de láminas y perfiles de acero.

Los productos que se fabrican y comercializan son: tubería de acero con costura para diferentes aplicaciones y costanera; se comercializa lámina de acero plana rolada en frío y en caliente.

El firme propósito de lograr la máxima satisfacción de los clientes con los productos y el servicio que TUBAC ofrece, 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.

En TUBAC se planifican y desarrollan los procesos necesarios para la realización del producto, esta planificación es coherente con los requisitos de otros procesos del sistema de gestión de la calidad.

La planificación se determina de acuerdo a los pedidos del cliente y del estado de inventarios de producto terminado.

Durante el proceso de planificación de la realización del producto, TUBAC determina:

- Los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto.
- Establece procesos y proporciona recursos específicos para el producto.
- Actividades de verificación, validación, seguimiento, inspección, y ensayo /prueba especificadas para el producto, así como los criterios para la aceptación del mismo.
- Registros que proporcionan evidencia de los procesos de realización y el producto resultante.
- Programa de producción
- Orden de corte

En TUBAC se identifica el producto desde que ingresa la materia prima, en las etapas de formación del producto y empaque; hasta las bodegas de producto terminado, por atado. La identificación del producto por atado incluye el cumplimiento de los requisitos de seguimiento y medición.

En TUBAC se busca permitir la relación entre los despachos, los atados de productos, sus materias primas y la fecha en que has sido formados; una vez el atado no haya sido desintegrado.

Tomando en cuenta que la identificación única del producto no es un requerimiento del cliente y que no es exigible por las normas de fabricación bajo las cuales se produce; TUBAC define para usos internos, que controlará la trazabilidad de su producción en atados, hasta la bodega de producto terminado.

TUBAC está regido bajo un estricto Sistema de Gestión de Calidad en el cual:

- a) Se identifican los procesos necesarios para el Sistema de Gestión de Calidad así como su aplicación dentro de la organización.
- b) Se determinan la secuencia e interacción que existe entre los procesos que conforman al sistema de gestión de calidad.
- c) Están definidos los métodos y criterios que aseguran el funcionamiento efectivo y el control.
- d) Esta asegurada la disponibilidad de los recursos e información necesarios para apoyar el funcionamiento y seguimiento de los procesos.
- e) Se miden, se da seguimiento y se analizan los procesos de la organización.
- f) Se implementan las acciones necesarias para alcanzar los resultados planeados y dar continuidad a la mejora de los procesos.
- g) Todos los procesos son manejados de acuerdo a los requerimientos de la Norma Internacional ISO 9001:2000.

1.1.2 Misión

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.

1.1.3 Visión

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.

Figura 1. Área de producción



Fuente: Página oficial de Tubac S.A.

1.2 Descripción de maquinaria

La mayor parte de la maquinaria es fabricada en el extranjero, su estructura es sólida de aleaciones con acero ya que el tipo de producto que se maneja es de dimensiones grandes con pesos que podrían dañar maquinaria liviana. Para el funcionamiento de la maquinaria están adaptados sistemas hidráulicos y neumáticos que permiten la manipulación de los productos y su traslado de un proceso a otro. Dado las dimensiones de producto que se manejan fue necesario que las áreas en estos procesos fueran de dimensiones grandes permitiendo manipular tubería que en el mercado nacional que todavía no es posible biselar y realizar pruebas hidrostáticas y permitiendo competir con empresas extranjeras buscando el liderazgo en la fabricación de tubería estructural y de tipo cañería.

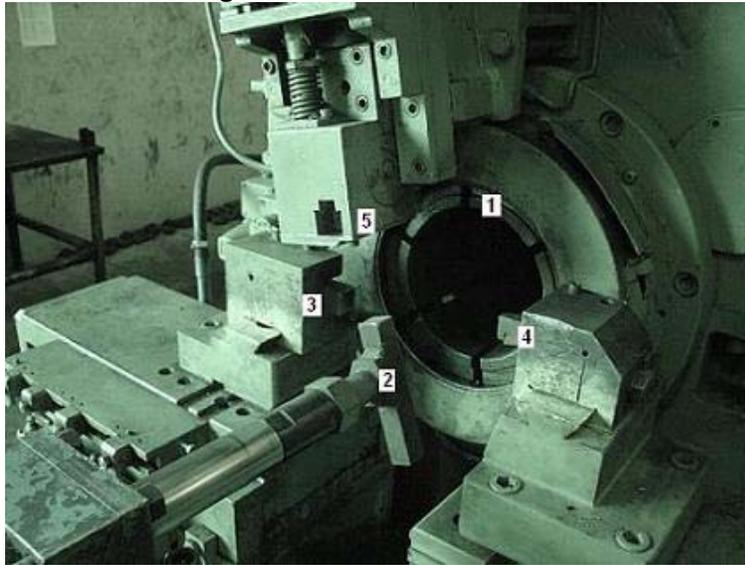
1.2.1 Proceso biselado

La operación de biselado consiste en eliminar la rebaba de los extremos de los tubos, obteniendo en los bordes una superficie limpia y con cierto ángulo según sea requerido.

El bisel es un requerimiento de la norma ASTM A53. El bisel también es requisito para efectuar la prueba hidrostática, para no dañar los sellos de la misma.

Biseladoras: Existe una estación de trabajo para cada extremo del tubo que esta compuesto de las siguientes partes:

Figura 2. Cabezal de biselado



Fuente: Instructivo de Cabezal

Tabla I. Tablero mando de biseladora

Número	Parte	Función
1	Mandril	Fijación del tubo a biselar
2	Tope posicionador	Posiciona la punta o extremo del tubo
3	“refrentador”	hace operación de refrentado
4	Biselador externo	Hace bisel externo
5	Biselador interno	Hace bisel interno

Fuente: Manual de calidad

Figura 3. Tablero de mando



Fuente: Instructivo Manual

Tabla II. Funciones de botonera

Número	Descripción	Función
1	Emergencia general	Bloquea las 2 biseladoras
2	Reset	Restablece la operación
3	Start Central Hidráulica	Pone en marcha la centra hidráulica
4	Stop Central Hidráulica	Detiene la central hidráulica
5	Botón del mandril	Cierra el mandril
6	Botón de ciclo biselado	Inicia el ciclo automático de biselado
7	Nivelador de máquina	Izquierda baja máquina, derecha sube máquina
8	Ingreso – egreso de tubo	Derecha ingresa tubo, izquierda egresa tubo
9	Control de apertura rodos ingreso	Cierra o abre los rodos de ingreso de tubo
10	Botón de giro	Inicia la rotación
11	Lifter ingreso	En mesa entrada, eleva el mecanismo “botador”
12	Lifter descarga	En mesa de rodos, eleva mecanismo “botador”
13	Stop rotación	Detiene la rotación del mandril.

Fuente: Manual de Calidad

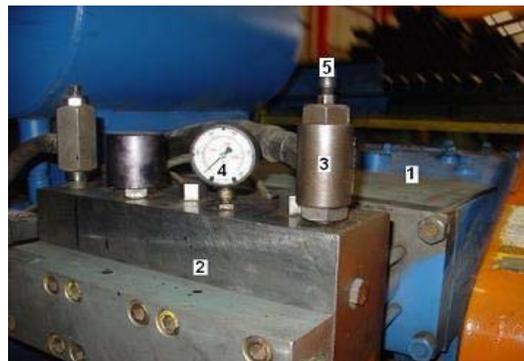
1.2.2. Proceso prueba hidrostática

Cabezales. Existe un juego de 2 cabezales (uno para cada extremo), para cada medida de tubo. Su función es llenar de agua el interior del tubo, sellar y elevar la presión interna para asegurar que el tubo está libre de fugas.

Figura 4. Válvula Relief y Cabezal



Figura 5. Manómetro de presión



Fuente: manual de uso PH

El movimiento de los cabezales es independiente uno del otro, y se realiza por medio de un cilindro hidráulico situado en la parte posterior de cada cabezal. Estos cilindros son accionados por una central hidráulica, desde el tablero de control.

El movimiento del cilindro está limitado por interruptores de final de carrera que definen su posición inicial y final durante el ciclo de prueba hidrostática de la máquina.

Mordazas, Se utilizan para sujeción de tuberías de diámetros 2,1/2", 3", 4", 5" y 6". Las mordazas sirven para fijar el tubo y evitar que se muevan durante la entrada y salida de los cabezales. Son accionadas desde el tablero de control y su movimiento de cierre y apertura se realiza mediante un cilindro neumático.

Para que los cabezales puedan moverse hacia adentro es necesario que las mordazas estén cerradas.

Bomba de alta presión, La función de la bomba de alta presión es aplicar la presión hidrostática una vez el tubo se encuentre lleno de agua por completo. La alta presión es accionada desde el tablero de control, y se regula según lo requiera la norma.

La lectura de la presión se hace a través de un manómetro situado a un costado de la cabina del operador.

También se puede regular el tiempo durante el cual se aplicará la presión hidrostática, por medio de un timer (temporizador) situado en el panel; esto para lograr que se alcance la presión de prueba requerida.

Válvula relief, Esta válvula se encuentra localizada sobre el cabezal de salida del agua, y por medio de ésta se detiene o se abre el paso del agua durante el ciclo de operación de la máquina; la misma tiene alimentación neumática y accionamiento automático de cierre al terminar el ciclo de llenado de tubo y de apertura al terminar el ciclo de presión hidrostática.

1.3 Definiciones de los metales

Son unos 80 elementos simples, de los 102 elementos que hay y se caracterizan por tener estructuras cristalinas compuestas por un conjunto de núcleos rodeados de una nube de electrones común a todos ellos: es lo que se llama enlace metálico. Los más empleados industrialmente son: Hierro (Fe), Aluminio (Al), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Estaño (Sn), Plomo (Pb), Níquel (Ni) y Magnesio (Mg).

Propiedades físico-químicas, Vienen en gran parte de la existencia del enlace metálico, que consiste en una red de núcleos positivos, rodeados de una nube electrónica común a todos ellos.

- Son buenos conductores del calor y la electricidad
- Presentan una buena plasticidad
- Son sólidos a temperatura ambiente (excepto el mercurio)
- Tienen brillo metálico en el corte reciente

Propiedades mecánicas, se definen como:

- 1) DUREZA.- Se puede definir como: “la resistencia que los cuerpos oponen a dejarse rayar por otros” y, también industrialmente como: “la

resistencia que un cuerpo opone a ser penetrado por otro muy duro, cuya forma y dimensiones están normalizados”.

Con respecto a este segundo criterio, existen dos escalas de dureza:

Dureza Brinell, en la que se mide la superficie de la huella dejada por una bola de acero extraduro de diámetro (D), cuando se aplica con una determinada carga. Se representa por las letras HB, así tendríamos:

Acero muy duro.....	500 HB
Acero poco duro.....	110 HB
Bronce.....	100 HB
Aluminio.....	25 HB

Dureza Rockwell, se mide la profundidad de penetración, bien de un cono de diamante de 120° (escala HRC), bien con una bola de acero (escala HRB). Tiene la ventaja que se puede medir la dureza de materiales muy duros, que deformarían la bola del ensayo Brinell, también tiene la ventaja de que la dureza la da directamente la escala de profundidad del aparato de ensayo, que está graduada en grados Rockwell

- 2) ELASTICIDAD.- “Es la capacidad que presentan determinados materiales de recobrar su forma original después de haber sido deformados, cuando cesa la fuerza exterior que los deformó”.

Para poder cuantificar esta propiedad, se define el límite elástico (E), en unidades de Kg.-f/mm² . Esto se halla mediante un ensayo de tracción: $E = F/S$. Así, tendríamos los siguientes valores:

Metal Límite de elasticidad (E), en Kgs/mm²

Aluminio recocido 15

Plata 0,5

Hierro 20

Acero de 0,15% de C 28

Acero de 0,55% de C 43

- 3) PLASTICIDAD.-“Es la capacidad que tienen los materiales de adquirir deformaciones permanentes”. Así, si aumentamos la fuerza de deformación por encima del límite elástico en un metal, se aumenta la separación de los átomos y llegan a alcanzar otras posiciones en las que también tienen una estructura estable y, al cesar la fuerza exterior ya no se mueven.

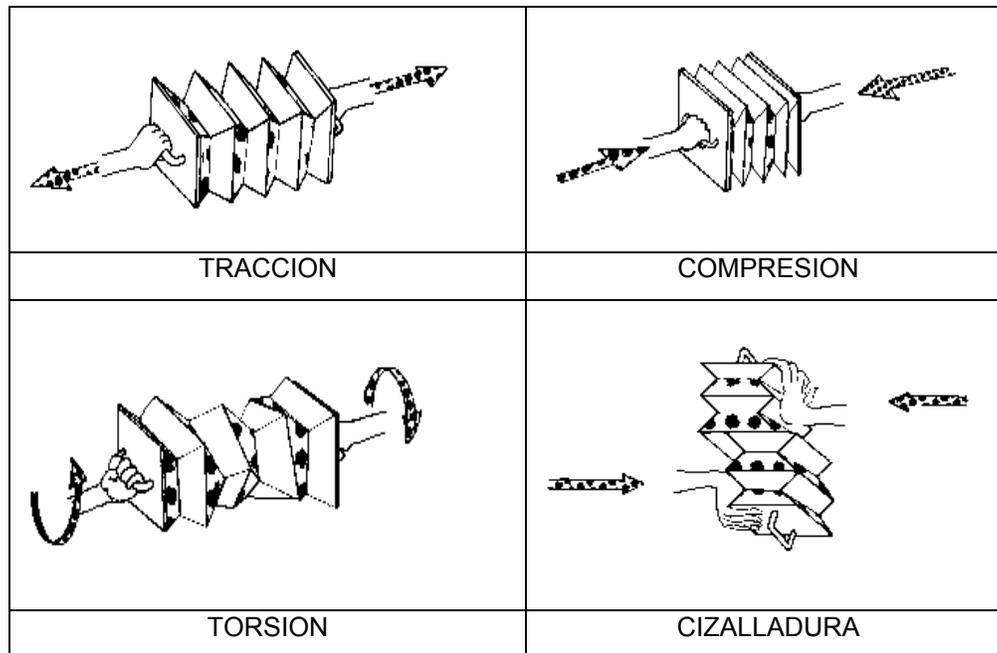
Los metales tienen, en general, muy buenas propiedades plásticas a causa del enlace metálico. Estas propiedades se concretan en dos:

Ductilidad.- Si los esfuerzos son de tracción. Los más dúctiles son el oro y la plata. Maleabilidad.- Si los esfuerzos son de compresión.

- 4) RESISTENCIA A LA ROTURA.- Si a un material le vamos aumentando el esfuerzo de deformación, se deformará primero elásticamente, luego plásticamente y, por último, se romperá. Por eso es muy importante saber en cada material cuál es la carga máxima por unidad de superficie que puede soportar sin romperse; a esta carga la llamamos resistencia a la rotura (R).

La resistencia a la rotura se expresa en las mismas unidades que el límite elástico (Kgs/mm²), aunque los esfuerzos a que están sometidas las piezas pueden ser de 4 clases:

Figura 6. Cuatro Figuras tracción, compresión, torsión y cizalladura



- 5) **TENACIDAD.**- Es la capacidad que tienen los metales de absorber energía antes de romperse. Pero la energía es igual al producto de la fuerza aplicada por su deformación (espacio), por lo que no hay que confundir tenacidad con gran resistencia a la rotura. Así pues, el diamante tiene gran resistencia a la rotura, pero es poco tenaz.

En resumen, un metal es más tenaz cuanto más separados estén su límite elástico y su resistencia a la rotura y cuanto mayor sea esta última.

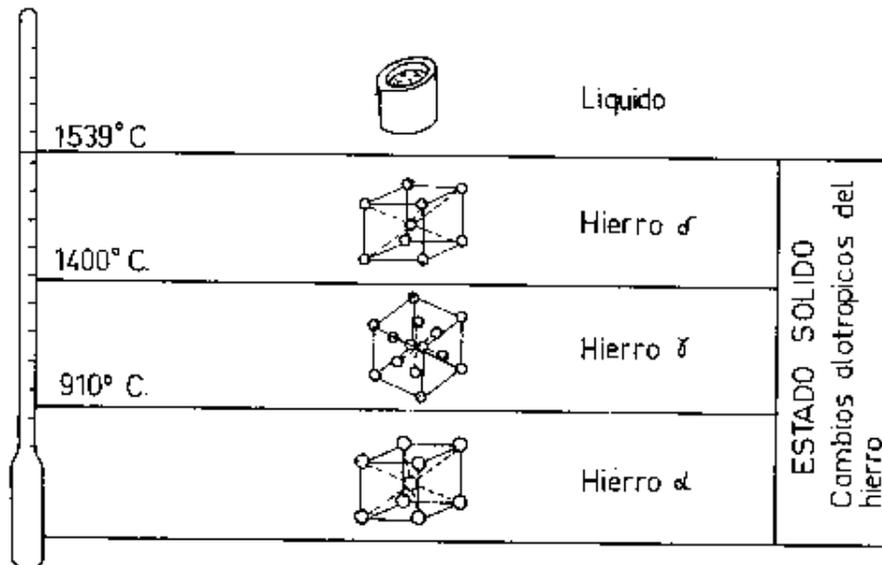
6) FRAGILIDAD.- Frágil es lo contrario de tenaz. “Un material es frágil cuando se rompe al rebasar el límite elástico y sin apenas deformarse plásticamente”, por ejemplo, el vidrio. Los materiales frágiles son poco interesantes para la industria.

7) RESILIENCIA.- No es una propiedad, sino el resultado de un ensayo: “es la cantidad de energía que es capaz de absorber un material antes de romperse de un golpe”. Está relacionada directamente con la tenacidad. Es muy importante que esta cualidad sea grande en los martillos y en los enganches de remolque, por ejemplo:

El hierro es uno de los principales elementos que conforman la estructura química de la tubería de metal y la podemos encontrar en sus diferentes estados como a continuación se detalla:

- 1) Estados alotrópicos.- Son las diferentes estructuras cristalinas que adopta un mismo elemento químico.
- 2) Estados alotrópicos del hierro.- Si vamos calentando el hierro, van apareciendo sus tres estados alotrópicos:
 - Hierro alfa (α).- Es una estructura cúbica centrada, que se presenta hasta los 910 °
 - Hierro gamma (γ).- Es una estructura cúbica centrada en las caras, que está en el hierro en el margen de temperaturas de 910 ° a 1400 °.
 - Hierro delta (δ).- En el margen de temperaturas de 1400 ° a 1539 °C, se vuelve a la red cúbica centrada.
 - A más de 1539 °C, el hierro está fundido en estado líquido y, por consiguiente, no hay estructura cristalina.

Figura 7. Gráfico estado del metal vrs. temperatura



Fuente: www.metalurgia.com/resistenciademateriales

El carbono es un elemento no metálico, que se presenta en dos estados alotrópicos: el diamante (el material más duro de la Tierra) y el grafito (negro, muy blando y muy exfoliable).

El carbono se combina químicamente con el hierro, formando carburo de hierro (Fe_3C), que se llama en metalurgia cementita (92,23% Fe + 6,67% C).

METALURGIA, Ciencia y tecnología de los metales, que incluye su extracción a partir de los minerales metálicos, su preparación y el estudio de las relaciones entre sus estructuras y propiedades. Desde tiempos muy remotos, el uso de ciertos metales conocidos, como el cobre, hierro, plata, plomo, mercurio, antinómico y estaño, se convirtió en indispensable para la evolución de las distintas civilizaciones. Por ello, la metalurgia es una actividad a la que el ser humano ha dedicado grandes esfuerzos. Desde la antigüedad ya se aplicaban algunas técnicas

metalúrgicas, como el moldeo a la cera perdida utilizado por los chinos, egipcios y griegos; la soldadura inventada por Glauco en el siglo VII a. C., y el tratamiento térmico para el temple con acero utilizado por los griegos. No fue hasta la edad media cuando aparecieron otras técnicas metalúrgicas de importancia, y así, durante el siglo XIII aparecieron los primeros altos hornos y la fundición. Este artículo sólo se refiere a la extracción de metales. Para una información más detallada de la metalurgia de los distintos metales, véanse los artículos sobre cada metal. Véase también Metalografía; Metales.

Los procesos metalúrgicos constan de dos operaciones: la concentración, que consiste en separar el metal o compuesto metálico del material residual que lo acompaña en el mineral, y el refinado, en el que se trata de producir el metal en un estado puro o casi puro, adecuado para su empleo. Tanto para la concentración como para el refinado se emplean tres tipos de procesos: mecánicos, químicos y eléctricos. En la mayoría de los casos se usa una combinación de los tres.

Uno de los métodos de concentración mecánica más sencillos es la separación por gravedad. Este sistema se basa en la diferencia de densidad entre los metales nativos y compuestos metálicos y los demás materiales con los que están mezclados en la roca. Cuando se tritura el mineral o el concentrado de mineral y se suspende en agua o en un chorro de aire, las partículas de metal o del compuesto metálico, más pesadas, caen al fondo de la cámara de procesado y el agua o el aire se llevan la ganga (material residual), más ligera. La técnica de los buscadores de oro para separar el metal de las arenas auríferas mediante cribado, por ejemplo, es un proceso de separación por

gravedad a pequeña escala. Del mismo modo, la mayor densidad relativa de la magnetita, un mineral de hierro, permite separarla de la ganga con la que se encuentra mezclada.

La flotación es hoy el método más importante de concentración mecánica. En su forma más simple, es un proceso de gravedad modificado en el que el mineral metálico finamente triturado se mezcla con un líquido. El metal o compuesto metálico suele flotar, mientras que la ganga se va al fondo. En algunos casos ocurre lo contrario. En la mayoría de los procesos de flotación modernos se emplean aceites u otros agentes tensioactivos para ayudar a flotar al metal o a la ganga. Esto permite que floten en agua sustancias de cierto peso. En uno de los procesos que utilizan este método se mezcla con agua un mineral finamente triturado que contiene sulfuro de cobre, al que se le añaden pequeñas cantidades de aceite, ácido y otros reactivos de flotación. Cuando se insufla aire en esta mezcla se forma una espuma en la superficie, que se mezcla con el sulfuro pero no con la ganga. Esta última se va al fondo, y el sulfuro se recoge de la espuma. El proceso de flotación ha permitido explotar muchos depósitos minerales de baja concentración, e incluso residuos de plantas de procesamiento que utilizan técnicas menos eficientes. En algunos casos, la llamada flotación diferencial permite concentrar mediante un único proceso diversos compuestos metálicos a partir de un mineral complejo.

Los minerales con propiedades magnéticas muy marcadas, como la magnetita, se concentran por medio de electroimanes que atraen el metal pero no la ganga.

La concentración electrostática utiliza un campo eléctrico para separar compuestos de propiedades eléctricas diferentes, aprovechando la atracción entre cargas opuestas y la repulsión entre cargas iguales.

Los métodos de separación o concentración química son en general, los más importantes desde el punto de vista económico. Hoy, esta separación se utiliza con frecuencia como segunda etapa del proceso, después de la concentración mecánica. La fundición proporciona un tonelaje mayor de metal refinado que cualquier otro proceso. Aquí, el mineral metálico, o el concentrado de un proceso de separación mecánica, se calientan a elevadas temperaturas junto con un agente reductor y un fundente. El agente reductor se combina con el oxígeno del óxido metálico dejando el metal puro, mientras que el fundente se combina con la ganga para formar una escoria líquida a la temperatura de fundición, por lo que puede retirarse de la superficie del metal. La producción de hierro en los altos hornos es un ejemplo de fundición (véase Siderurgia); este mismo proceso se emplea para extraer de sus minerales el cobre, el plomo, el níquel y muchos otros metales.

La amalgamación es un proceso metalúrgico que utiliza mercurio para disolver plata u oro formando una amalgama. Este sistema ha sido sustituido en gran medida por el proceso con cianuro, en el que se disuelve oro o plata en disoluciones de cianuro de sodio o potasio. En los diversos procesos de lixiviación o percolación se emplean diferentes disoluciones acuosas para disolver los metales contenidos en los minerales. Los carbonatos y sulfuros metálicos se tratan mediante calcinación, calentándolos hasta una temperatura por debajo del punto de fusión del metal. En el caso de los carbonatos, en el proceso se desprende dióxido de carbono, y queda un óxido metálico. Cuando se

calcinan sulfuros, el azufre se combina con el oxígeno del aire para formar dióxido de azufre gaseoso, y también resulta un óxido metálico. Los óxidos se reducen después por fundición.

La sinterización y la ondulación aglomeran partículas finas de mineral. En la primera se utiliza un combustible, agua, aire y calor para fundir las partículas finas de mineral y convertirlas en una masa porosa. En la ondulación, las partículas se humedecen, se convierten en pequeños nódulos en presencia de un fundente de piedra caliza y a continuación se cuecen.

Otros procesos, entre los que destacan la piro metalurgia (metalurgia de altas temperaturas) y la destilación, se emplean en etapas posteriores de refinado en diversos metales. En el proceso de electrólisis (véase Electroquímica), el metal se deposita en un cátodo, bien a partir de disoluciones acuosas o en un horno electrolítico. El cobre, el níquel, el cinc, la plata y el oro son varios ejemplos de metales refinados por deposición a partir de disoluciones acuosas. El aluminio, el bario, el calcio, el magnesio, el berilio, el potasio y el sodio se procesan en hornos electrolíticos.

Además para garantizar la resistencia de los materiales producidos en esta empresa se lleva a cabo una serie de pruebas para medir la tensión - deformación de probetas que se llevan al centro de pruebas de la USAC, esto para algunos clientes que desean tener un estudio mas completo de las materias primas utilizadas para fabricar sus productos, especialmente cuando se trata de edificaciones con cierto grado de carga que pueda poner en riesgo personas, equipos u otros elementos.

Cuando hablamos de resistencia de materiales cabe definir algunos términos y gráficos para comprender con mayor facilidad el proceso de biselado y prueba hidrostática que son los temas principales de este trabajo, ya que si se utiliza materiales más duros, el tiempo de biselado variaría, a si como la medida de presión que se necesite aplicar, que conlleva mas tiempo de presión.

Ley de Hooke, La denominada Ley de Hooke constituye la base de la Resistencia de Materiales y es válida dentro de lo que se denomina régimen lineal elástico. Esta ley establece que si la tensión normal σ se mantiene por debajo de un cierto valor σ_p , llamado tensión de proporcionalidad, las deformaciones específicas y las tensiones son directamente proporcionales.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Figura 8. Gráfico Ley de Hooke y módulo de Young

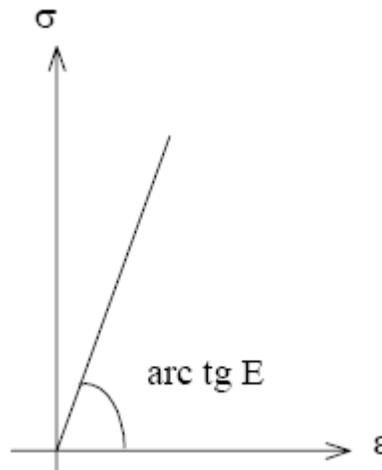


Figura: www.metalurgia.com/resistenciasdemateriales

E: Recibe el nombre de Módulo de Elasticidad Longitudinal, o módulo de Young. El valor de E es una característica de cada material.

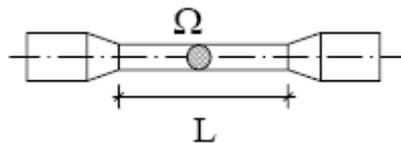
Diagrama tensión - deformación ($\sigma - \varepsilon$) del acero común

Al resolver los problemas de la Resistencia de Materiales nos encontramos con la necesidad de tener ciertos datos experimentales previos sobre los cuales se pueda basar la teoría. Por ejemplo, para poder establecer la ley de Hooke se hace necesario conocer el módulo E, el cual debe determinarse experimentalmente.

Para obtener los datos antes mencionados se pueden realizar distintos tipos de ensayo, de los cuales uno muy difundido es el de tracción. Para este ensayo usualmente se emplean probetas especiales, que consisten en barras de sección circular, las cuales son estiradas en una máquina especialmente diseñada para el ensayo. Cuando una barra está sometido a un esfuerzo axial P, aparecen internamente tensiones normales σ calculables a través de la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{P}{\Omega}$$

Figura 9. Probeta de acero



Dónde Ω es el área de la sección transversal de la barra. Sabemos también que se originan desplazamientos δ . Si entonces se miden los valores (P ; δ) para cada escalón de carga, se pueden graficar los valores (σ ; ϵ), que se evalúan mediante las expresiones ya conocidas.

Para el caso del acero común, también llamado acero dulce, que es de bajo contenido de carbono, el diagrama tenso-deformación resulta como el de la figura siguiente.

Figura 10. Gráfico de tensión-deformación

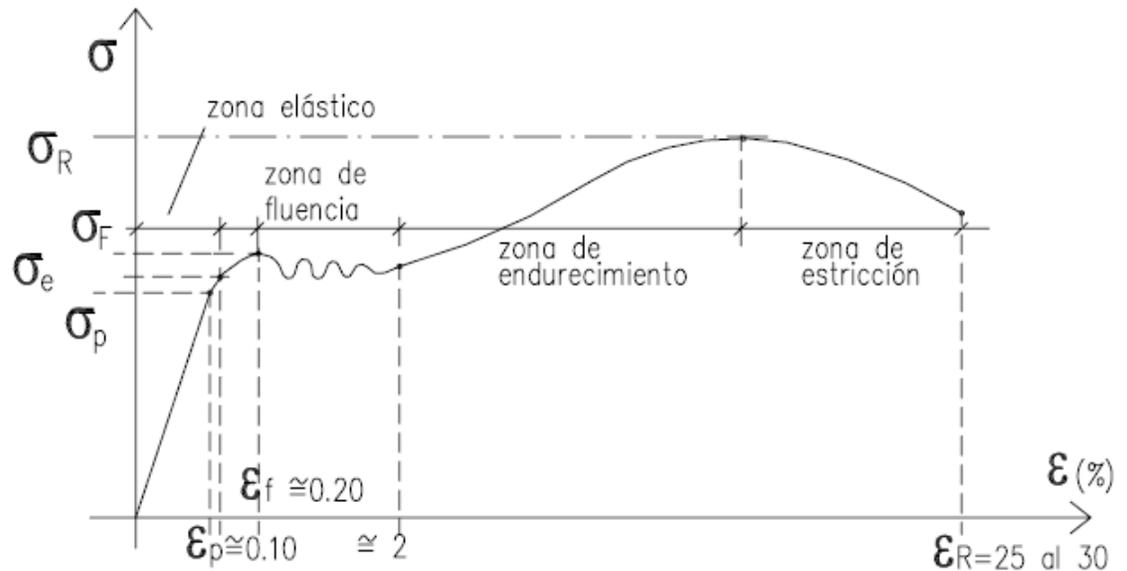


Figura: www.metalurgia.com/resistenciasdemateriales

En este diagrama pueden distinguirse ciertas zonas con determinadas características:

a) Período elástico

Este período queda delimitado por la tensión σ_e (límite de elasticidad). El límite de elasticidad se caracteriza porque, hasta llegar al mismo, el material se comporta elásticamente, es decir que producida la descarga, la probeta recupera su longitud inicial. En la práctica, este límite se considera como tal cuando en la descarga queda una deformación específica remanente igual al 0.001 %.

Este período comprende dos zonas: la primera, hasta el σ_p (límite de proporcionalidad), donde el material verifica la ley de Hooke. La segunda entre σ_p y σ_e , si bien es elástica, no manifiesta proporcionalidad entre tensiones y deformaciones.

En la primer zona : $\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = \frac{\sigma}{\varepsilon} = E$

En la segunda zona : $\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = f(\varepsilon) = \text{Módulo de elasticidad reducido}$

En general, los límites de proporcionalidad y de elasticidad difieren muy poco entre sí.

b) Período elasto-plástico

Para valores de tensión superiores al límite elástico, la pieza si fuera descargada no recobraría su dimensión original, apreciándose una deformación remanente acorde con la carga aplicada. A medida que aumenta la sollicitación, la gráfica representativa es la de una función para la cual disminuye el valor de su Tangente, tendiendo a anularse en el tramo final del período, al cual se llega con un valor de tensión que se indica como σ_f (tensión de fluencia).

c) Período plástico (fluencia)

Una vez arribado al valor de tensión σ_f (límite de fluencia), el material fluye, es decir, aumentan las deformaciones sin que existe aumento de tensión. En realidad este fenómeno no es tan simple, ya que puede verse que la tensión oscila entre dos valores límites y cercanos entre sí, denominados límites de fluencia superior e inferior, respectivamente.

La tensión de proporcionalidad resulta ser aproximadamente el 80% de la tensión de fluencia.

$$\sigma_p \cong 0.8 \sigma_f$$

Figura 11. Tensión de Proporcionalidad

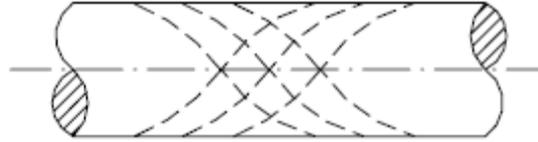


Figura: www.metalurgia.com/resistenciasdemateriales

Las investigaciones demuestran que durante la fluencia se producen importantes deslizamientos relativos entre los cristales. Como consecuencia de estos deslizamientos, en la superficie de la probeta aparecen las llamadas líneas de Chernov - Lüders, que forman con el eje de la misma un ángulo de 45°.

d) Período de endurecimiento y de estricción

Como consecuencia de un reajuste cristalográfico, luego de la fluencia el material sufre un re-endurecimiento, que le confiere la capacidad de incrementar la resistencia, es decir, puede admitir un incremento de carga. Sin embargo en este período las deformaciones son muy pronunciadas. La tensión aumenta hasta alcanzar un valor máximo σ_R , denominado "tensión de rotura", a partir del cual la tensión disminuye hasta que alcanza una determinada deformación de rotura, produciéndose la rotura física.

La tensión σ_R no es en realidad la máxima tensión que se origina en la probeta sometida a carga. En efecto, alcanzado el valor de la deformación específica correspondiente a σ_R , comienza a manifestarse en la probeta un fenómeno denominado "estricción". Este consiste en la reducción de una sección central de la pieza. Esta reducción, progresiva

con el aumento de la carga, hace que las tensiones aumenten y que, en realidad, el diagrama efectivo en lugar de presentar su concavidad hacia abajo muestra un punto de inflexión en las vecindades de σ_R y cambia su curvatura presentando una rama creciente hasta alcanzar la deformación de rotura ϵ_R . Debido a lo que hemos mencionado recientemente el diagrama que acabamos de ver suele denominarse “diagrama convencional $\sigma - \epsilon$ ”, ya que los cálculos de las tensiones se realizan siempre sobre la base de suponer la sección transversal constante, con área igual a la inicial.

Una valoración cuantitativa del fenómeno de estricción esta dada por el “coeficiente de estricción lateral”, el cual se define según la siguiente expresión:

Figura 12. Tensión de proporcionalidad



Figura: www.metalurgia.com/resistenciasdemateriales

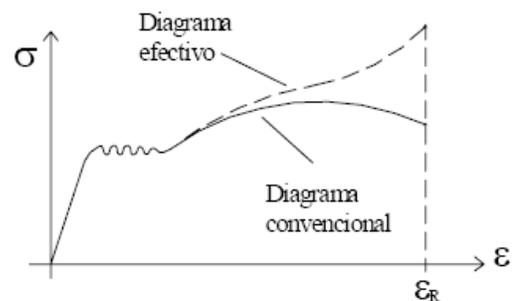
$$\varphi = \frac{A_i - A_f}{A_f}$$

Dónde:

A_i = área inicial

A_f = área final

En los aceros comunes $\varphi \approx 50 \%$



Si al realizar el ensayo de un acero común, una vez alcanzado un punto tal como el M, se descarga la probeta, se llega a una tensión nula a través de

una recta paralela a la que define el período elástico, quedando una deformación remanente. Si la probeta vuelve a cargarse retoma la curva en el punto N, pero con un nuevo recorrido donde ya no existe el período de fluencia. Así mismo, la zona recta se prolonga hasta un valor $\sigma'p > \sigma_p$.

Figura 13. Endurecimiento mecánico del acero Dulce

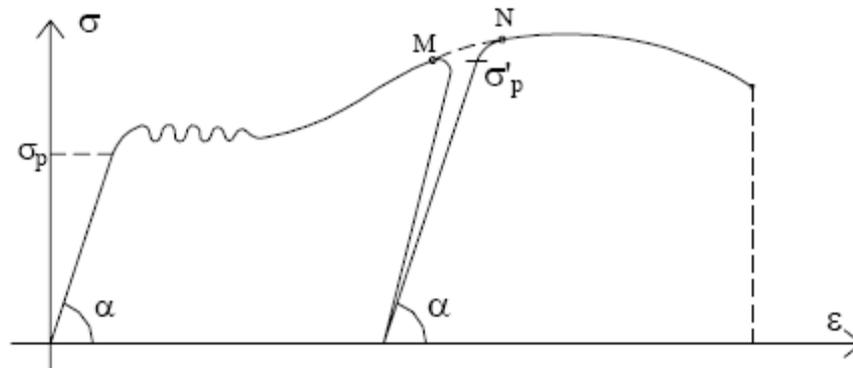


Figura: www.metalurgia.com/resistenciasdemateriales

El fenómeno anterior se denomina endurecimiento mecánico o por trabajo en frío, y también puede lograrse por laminado en frío, trafilado o torsión. El trafilado se utiliza para endurecer alambres o barras circulares finas, y el torsionado especialmente para barras redondas (en general, con conformaciones superficiales), para hormigón armado.

Para estos aceros endurecidos mecánicamente o los de dureza natural, logrado por un mayor contenido de carbono o mediante aleaciones especiales, el diagrama $\sigma - \epsilon$ resulta ser substancialmente distinto del que hemos visto hasta este punto. Las características más importantes son las siguientes:

- Sus límites de proporcionalidad y elasticidad son más elevados que los aceros comunes.
- No poseen un límite de fluencia definido ni tampoco zonas de escurrimiento plástico.

- La deformación de rotura se reduce considerablemente.
- Como consecuencia de no existir un límite de fluencia definido, este se determina en forma convencional como la tensión para la cual la deformación específica remanente alcanzan al 0.2 %.

Los materiales como el acero dulce, que presentan una gran capacidad de deformación antes de alcanzar la rotura, se denominan “dúctiles”. Podemos decir que estos materiales avisan la rotura física, ya que antes de alcanzarse la misma las deformaciones son tan grandes, que la estructura llega a la falla por este motivo. Los materiales como el acero duro, para los cuales la rotura se produce bruscamente, sin grandes deformaciones previas, se denominan “frágiles”.

Figura 14. Límite convencional de Fluencia

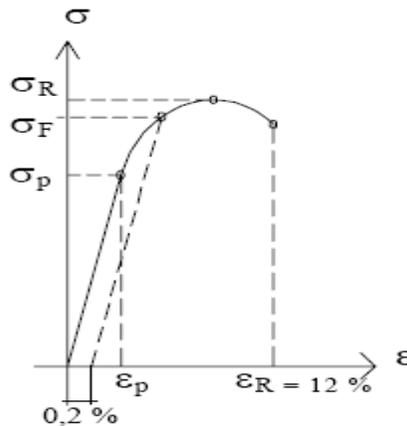


Figura: www.metalurgia.com/resistenciasdemateriales

1.4 Definiciones de los procesos

Los procesos en estudio de biselado y prueba hidrostática juegan un rol muy importante en la búsqueda de la calidad de los productos, ya que es aquí donde se define si la tubería cumple o no con especificaciones necesarias para definir un producto no conforme.

1.4.1 Biselado

El biselado es el proceso de darle un acabado a las orillas o final de la tubería redonda para eliminar los filos y asperezas que puedan existir.

Normalmente se utiliza únicamente para el producto que se fabrica con norma ASTM, ya que dicha norma exige una prueba hidrostática y un acabado mejor para garantizar que la tubería es la apropiada para el uso que el cliente necesite darle. Para hacer la prueba se utiliza sellos de hule para evitar fugas durante el proceso, por lo cual se necesita que el acabado del final del tubo esté libre de rebaba, para que no se rasguen los sellos. En algunos pedidos especiales se bisela tubo fuera de esta norma, y se procura dar una buena presentación a la tubería para lograr dar un valor agregado a lo que el cliente espera de la tubería.

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 extremo del tubo y el siguiente sobre el otro extremo, haciendo así un ciclo continuo de biselado hasta conformar el atado.

1.4.2 Prueba Hidrostática

Esta es una prueba que se le hace al tubo para verificar si soporta la presión hidrostática, según normas de producto. En esta empresa solamente realizamos esta prueba a los tubos fabricados bajo especificaciones de la norma ASTM, y en algunas ocasiones se somete a esta prueba (solo que a presiones por debajo de la norma ASTM) a producto retenido por haber fallado en prueba de aplastamiento o con defectos visuales en el cordón de soldadura que pueda llevar a alguna duda sobre su calidad.

La prueba hidrostática consiste básicamente en llenar el tubo de agua, y luego aplicarle una presión hidrostática mediante un cilindro accionado hidráulicamente durante un tiempo determinado, luego se libera la presión, y si el tubo no presenta fugas, se da por liberado el producto como libre de fugas. El tubo que por algún motivo no soporte la presión de norma se abrirá seguramente en la soldadura y obviamente se clasificara como tubo de segunda. Con esta prueba se agrega una mayor garantía al tubo de su presentación y resistencia.

1.5 Generalidades de las normas

Las normas son una serie de especificaciones que definen si un producto se encuentra dentro de los parámetros definidos para estandarizar su fabricación y que llene los requerimientos que el cliente busca para satisfacer sus necesidades.

1.5.1 ASTM

Esta norma es una recopilación de especificaciones para el formado en frío con soldadura fundida de tubería de forma redonda, cuadrada, rectangular

para ser utilizada en la construcción de edificaciones o cualquier tipo de estructura o cañería. Cuando hablamos de cañería o tubería industrial hacemos referencia a la norma A53 y cuando hablamos de construcción u estructural hacemos referencia a A500, que son dos normas exclusivas en esta empresa para definir el tipo de tubería a fabricar.

Esta norma además nos ayuda a definir especificaciones para los distintos usos en el comercio de la tubería, abastecimiento de agua, instalaciones de agua doméstica o industrial, agua para irrigación o agricultura, abastecimiento de gas o aceite, etc. Además para trabajos más industriales como la construcción, puentes, muelles, maquinaria, torres de hierro, bicicletas, postes de alumbrado, andamios, muebles metálicos, soportes, pasamanos, cercas, etc., como se hablo anteriormente.

Esta tubería producida en medidas con máximo de perímetro de 64 pulgadas (1626 mm) y un máximo de espesor de 0.625 pulgadas (15.88 mm). Hasta un grado D en sus características físicas y químicas.

Los grados definen los límites de tensión, elongación y flexibilidad, así como su conformación química (carbono, manganeso, fósforo, sulfuro, cobre), estos grados determinaran su uso dentro de la fabricación de estructuras o capacidad de soportar presiones de gas o fluidos.

Cuando trabajamos con biselado o prueba hidrostática se debe tomar en cuenta que el grado de dureza del material ya que influye para determinar el valor de presión que debe llevar el producto o el tipo de buril que funciona ya que es determinante el desgaste de filo en los buriles es proporcional al grado de dureza.

A continuación se presenta las características de dos de los grados, fabricados en Guatemala:

Tabla III. Componentes químicos en materia prima

	Grado A	Grado B
Carbono	0.25	0.30
Manganeso	0.95	1.20
Fósforo	0.05	0.05
Sulfuro	0.045	0.045
Cobre	0.40	0.40
Níquel	0.40	0.40
Cromo	0.40	0.40
Molibdenum	0.15	0.15
Vanadium	0.08	0.08

Fuente: Norma Astm

En el Grado A: Resistencia a la tensión (min.): 48,000 psi min., Límite de fluencia (min.): 30,000 psi

ASTM A500 grado A: Resistencia a la tensión (min.) 45,000 psi; Límite de fluencia (min.): 33,000 psi.

ASTM A53, en esta especificación las dimensiones y espesores:

- 1) Peso: no debe variar más del 10%,
- 2) Diámetro: para tubo de 1 1/2" y menores, no debe variar más de +/- 1/64" (0.40mm) del estándar especificado, y para 2" y mayores no debe variar más de +/- 1% del estándar especificado,
- 3) Espesor: en cualquier punto no debe ser menor del 12.5% del espesor nominal.

ASTM A500, con respecto a sus diámetros y sus formas la norma habla de:

- 1) Tubo Redondo: el diámetro externo no debe variar mas de

+/- 0.5% del diam. Especificado para tubos de diam nominal de 1.9" (48.26mm) y menores; y +/- 0.75% para tubos de diam nominal 2" (50.8mm) y mayores.

- 2) Tubos cuadrados y rectangulares: (ver tabla 3 de la norma) define tolerancias para la dimensión de los lados, concavidad y convexidad.
- 3) Espesor: la variación del espesor no puede ser mayor de +/- 10% del espesor nominal especificado.
- 4) Longitud: para tubo de 22 pies (6.70m) y menores: +1/2", - 1/4" (+12.7/- 6.4 mm); y para tubo de 22 a 44 pies (6.7 a 13.40m): +3/4", - 1/4" (+19/-6.4 mm).
- 5) Otros: La ASTM A500 también define tolerancias para torcimiento del tubo, lados a escuadra, radio de las esquinas, y retorcimiento (twist)

Además la norma en su sección de producto A53, define el tipo de rosca, en la tubería incluyendo, cantidad de hilos por pulgada, dentro y fuera de una copla, esto para complementar otro proceso luego de realizar una prueba hidrostática.

ASTM A53: con respecto al bisel o puntas alisadas la norma habla de

- 1) Cuando se ordena tubo con puntas lisos, los tubos de 2" o más de diam, deben ser biselados en sus extremos.
- 2) Cuando se ordena tubos con puntas roscadas, las puntas deben roscarse de acuerdo a ANSI B1.20.1 y los acoples (coplas) deben ser de acuerdo a ASTM A865 y cumplir con la especificación de rosca ANSI B1.20.1

ASTM A500, las puntas del tubo deben tener un corte a escuadra y tener una rebaba mínima. El cliente debe especificar en la orden de compra si requiere la limpieza interna y/o externa de la rebaba.

Tabla IV. Productos de más demanda.

BPE	SCH80	SCH40	SCH30	SCH10
1/2"		✓	✓	✓
3/4"		✓	✓	✓
1"		✓	✓	✓
1 1/4"		✓	✓	✓
1 1/2"		✓	✓	✓
2"		✓	✓	✓
2 1/2"	✓	✓	✓	✓
3"	✓	✓	✓	✓
4"	✓	✓	✓	✓
5"		✓	✓	✓
6"		✓	✓	✓
8"				

Fuente: Página oficial tubac

Figura 15. Tubo biselado y barnizado



Fuente. Página oficial Tubac

1.5.2 BS

Esta norma hace referencia a las tolerancias de roscas y coplas a procesar en la tubería redonda. Se define los dos tipos de rosca, la recta que es para uso en tubería conduit y la cónica para uso en paso de fluidos ya que esta

rosca se ajusta hasta alcanzar un sello entre la copla y el tubo, además de la manera de protección de la rosca, en esta norma no se rige biselado ni prueba hidrostática pero para lograr que la tubería sea mas fácil de roscar, se ha establecido como carácter de regla el biselar la tubería para evitar que se dañen partes de la máquina e importante se cause daño al operador de las máquinas ya que el contacto con estas áreas de filo pueden causar daños si no se tiene la precaución adecuada.

Figura 16. Tubería coplada



Fuente: Página oficial TUBAC

1.6 Descripción de producto

La tubería fabricada y la cual requiere de los procesos de biselado y prueba hidrostática deberían de cumplir con especificaciones que estén dentro de los parámetros de fabricación establecidas en las normas ASTM y BS, ya que el objetivo de que se lleve a cabo este proceso es para cumplir con la cantidad de presión requerida para su uso en la industria.

Dentro de la especificación se debe tomar en cuenta que exista una previa aprobación de las dimensiones de la tubería por el encargado de control de calidad para evitar tubo torcido u ovalación en las dimensiones de la tubería.

Generalmente este producto se produce en espesores de cédula 10, 20, 40, 80, 120, los cuales definen la pared de espesor de la tubería y la cual requiere de distintos niveles de presión para garantizar su capacidad de resistir cierto límite de presión.

Además durante el proceso de empaque de la tubería se debe tomar en cuenta que se deben formar atados de tubería que varíen su volumen dependiendo del diámetro de la tubería, esto es un factor importante que dilata más el tiempo de evacuación hacia la bodega de producto terminado, ya que cuando se trabaja con los primeros atados que conformarán la base de una torre de atados que se forma para un aprovechamiento del espacio debe llevar más fleje para asegurar su estabilidad.

Las normas establecidas para el amarre de los atados es meramente interno de acuerdo a pruebas de agarre y de resistencia del material utilizado como fleje para formar el atado de tubería, de los cuales hay dos tipos la tira de metal galvanizada para producto galvanizado y las tiras de metal de lámina rolada en frío para producto de metal negro.

Figura 17. Unidades por atado

<p>2 1/2"</p> <p>54</p>	<p>3"</p> <p>42</p>
<p>4"</p> <p>30</p>	<p>6"</p> <p>10</p>
<p>8"</p> <p>7</p>	

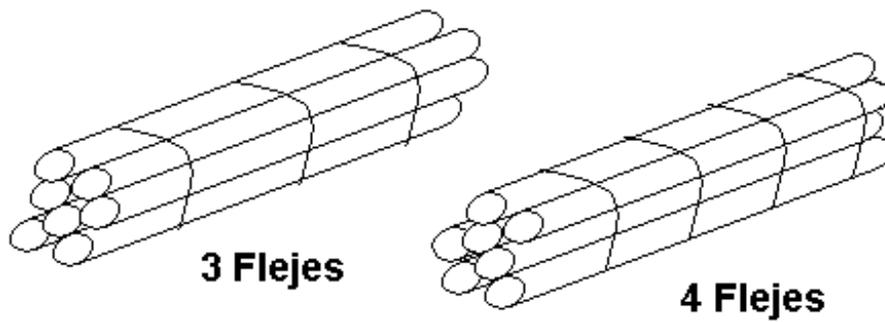
Fuente: Página oficial TUBAC

Secuencia de operación de empaque:

- Colocar el fleje en la forma que se ilustra en el figura 18.
- Introducir un extremo “punta” del fleje en el sello.
- Sujetar el extremo anterior sobre el atado y circular el atado con el fleje desde atrás.
- El otro extremo “cola” se introduce en el mismo sello debajo de la “punta” y se dobla una parte para sujetarlo.
- Luego colocar la flejadora sobre el atado, y abrir (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 “flejar” (Mover la manecilla) de arriba hacia abajo hasta que no “camine” (no avance) porque topa en el sello.
- Con la flejadora aún puesta apretar sello con selladora moviéndola desde arriba hacia abajo hasta donde lo permita.
- Después quitar la flejadora presionando el seguro de la manecilla y bajarla para poder abrir.

- Desplazar un poco la flejadora por el fleje y mover la flejadora hasta quebrar el fleje y desplazar la flejadora hacia atrás hasta dejar el espacio para ingresar la tijera para cortar y el fleje.
- Verificar que los flejes estén bien ajustados. Si un fleje esta flojo es motivo de rechazo y es necesario volver a flejarlo.
- Al terminar de empacar colocar la etiqueta de identificación.

Figura 18. Flejes por atado



- Todo tubo de este tipo, ya sea ASTM o BS deberá ir empacado en las cantidades y formas especificadas en el dibujo.
- El número de flejes que deben llevar los atados se detallan en la tabla siguiente:

Tabla V. Número de flejes necesarios según el largo y norma

Norma	Largo	Número de flejes
ASTM	18 pies	6
	21 pies	6
	24 pies	8
	25 pies	8
	40 pies	8
Liviano	6 metros	4
Mediano	6 metros	4

Fuente: Manual de Calidad TUBAC

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE PROCESOS

Actualmente, uno de los factores principales por los cuales se tomó la decisión de elaborar las tablas que determinan los límites de productos fabricados por jornada de trabajo, es la falta de control y manejo de los inventarios de bodega, ya que al no tener medido nuestro proceso dificulta calcular la cantidad despachada vrs. lo producido.

1.1. Análisis preliminar

En esta parte del estudio definiremos primero las condiciones anteriores, actuales y posteriores de la tubería en los procesos de biselado y prueba hidrostática.

1.1.1. Condiciones del tubo para el proceso de biselado.

Antes de llegar a este punto el producto sufrió varias transformaciones desde su forma básica como materia prima, o sea tiras de anchos que varían según el producto a formar, estas medidas de ancho son igual al perímetro que tiene la circunferencia que se forma en los extremos del producto que se tenga.

Este proceso de transformación del producto sigue los siguientes procesos:

Primero la materia prima (tiras) es colocada en la entrada de la línea de producción, la cual es un mecanismo desenrollador de tiras metálicas. Su capacidad es de 0 a 8 toneladas para tiras de 19 a 21 pulg. de diámetro interno, 76 a 79 pulg. de diámetro externo máximo, ancho máximo de 23 a 26 pulgadas, para la línea que produce a tubería en estudio.

Figura 19. Aspa o desenrollador



Fuente: Procedimiento McKay

Luego de desenrollar la lámina la materia prima es planchada en el siguiente paso (empalmadora), que consta de rodillos ajustables hidráulicamente, los cuales tienen tracción eléctrica y permiten que avance la materia y se logre aplanar su forma.

Figura 20. Niveladora o empalmadota



Fuente: Procedimiento McKay

Durante el proceso de producción varias son las tiras procesadas las cuales se unen para no perder la linealidad de la producción llamando a este proceso empalme unión de las puntas de las tiras metálicas procesadas. Dicha unión se realiza por medio de un proceso de soldadura MIG.

Figura 21. Empalmadota



Fuente: Procedimiento McKay

Para que el tiempo de procesamiento de la materia sea constante y no exista retraso en el empalme la lámina atraviesa un acumulador de tiras que en su interior permite un proceso continuo del proceso de producción. Consta de un rodo tractor de entrada, una fosa acumuladora y un rodo tractor de salida.

Luego de terminar de acumular se comienza el proceso de formación del producto el cual está constituido por 3 etapas: formado, acabado y sizing:

- a) Etapa de formado: consta de 4 torres verticales y dos laterales y su función básica es transformar el perfil plano de la tira en un perfil redondo. La tracción en los rodos de las torres se realiza con motores eléctricos y reductores.

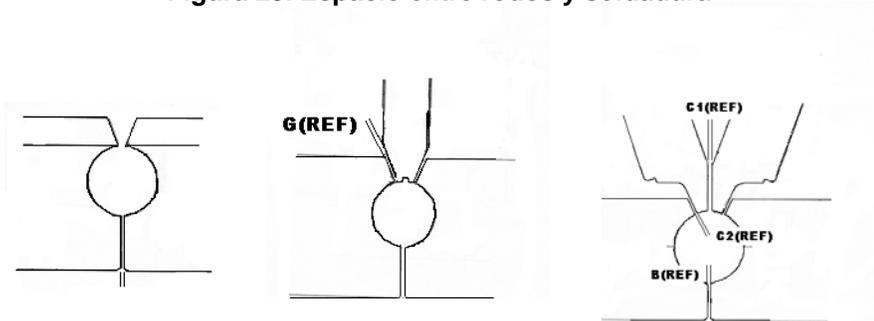
Figura 22. Torre de formado



Fuente: Procedimiento McKay

- b) Etapa de acabado: consta de 3 torres verticales equipados con rodos que realizan la tracción de la lámina por medio de un motor eléctrico y reductor. En esta etapa se le da un acabado tal al perfil redondo, que éste pueda ser soldado en la salida de la etapa por medio de soldadura de resistencia eléctrica. Luego se descordona el exceso de soldadura en la costura del tubo, y pasa por un túnel de enfriamiento.

Figura 23. Espacio entre rodos y soldadura



Fuente: Página oficial TUBAC

- c) La función de los rodos de soldadura, es muy importante en el proceso de producción de tubo con costura, ya que de su correcta calibración depende el obtener una buena soldadura en el tubo.

Primero es obtener un tubo redondo antes de entrar al paso de soldadura, calibrando adecuadamente los pasos de formado, acabado y TG.

- d) Etapa de sizing o calibradura: consta de 4 torres verticales y 3 laterales, los cuales permiten darle al tubo la medida requerida. En la salida de esta etapa se encuentra un mecanismo llamado “cabeza turca”, que no son más que una serie de rodos que enderezan longitudinalmente el torcimiento que pudiera llevar el tubo.

Figura 24. Área de sizing y cabeza turca



Fuente: Procedimiento McKay

Después el producto es cortado al largo que el cliente necesite para su uso en una cortadora la cual está constituida por 2 partes: acelerador y cortadora.

- a) Acelerador: empuja el carro de la cortadora para que alcance la Velocidad de la línea y pueda efectuar el corte respectivo.

- b) Cortadora: montada sobre un carro de “vaivén”, gira a altas revoluciones por un motor eléctrico, mientras que el movimiento de bajar - subir para cortar el tubo lo efectúa por un pistón

El movimiento de “vaivén” del carro de la cortadora, se logra con un pistón Hidráulico.

Figura 25. Cortadora de tubo



Fuente: Procedimiento McKay

Por último, el producto es formado en atados de tubos que van de 54 unidades de tubo de 2 ½”, 42 unidades de 3”, 30 unidades de 4”, 16 unidades de 5” y 10 unidades de 6”. Los cuales son almacenados en una área específica para luego ser trasladados a la mesa de biselado por medio de una grúa aérea, luego son cortados sus flejes (cinta de metal que permita formar el atado de tubo), y finalmente son preparados para su siguiente etapa que es la de biselado.

Figura 26. Mesa de empaque



Fuente: Procedimiento McKay

1.1.2. Condiciones del tubo para el proceso de prueba hidrostática

Al llegar a este punto el tubo fue formado, previamente biselado, esto para evitar de que los sellos de hule que permiten que no hayan fuga alrededor de la entrada de agua y salida, se rompan con la rebaba (orilla con filo alrededor del diámetro del tubo) y así garantizar una prueba con el valor de presión exacto o mayor.

Además, el tubo debe de estar libre de residuos de materiales como cordón (material que surge al descordonar el tubo por dentro), calamina (polvillo que suelta la materia prima sobre la superficie) y cualquier tipo de material que tape las tuberías de salida y válvulas de presión del sistema.

Como anteriormente se dijo que el biselado debe revisarse para evitar filos en las orillas del tubo, según normas y reglas de la empresa deben existir tres biselados:

- Refrentado, crea una cara de 90° en el contorno del diámetro del tubo
- Bisel externo, el cual debe llevar un aproximado de 30°
- Bisel interno, este puede variar de entre 30° y 45°.

Los anteriores valores dependen de que el operador prepare sus buriles (material de corte de la tubería, que puede ser de Tungsteno o cobalto) con el ángulo descrito anteriormente.

Y por ultimo se debe de verificar cuando la tubería esta situada en la mesa previa a ser probados hidrostáticamente que el largo coincida con el establecido en el programa de trabajo, para evitar que se tengan que variar la distancia de las cabezas que sellan el tubo.

1.1.3. **Relación existente entre los dos procesos.**

Estos dos procesos son amarrados por un mismo fin satisfacción del cliente, ya que esto permitirá que exista una mayor competitividad para la empresa con respecto a otras, ya que se garantiza que el tubo llevara una buena presentación y además existen posibles características que ayuden al cliente a elegir mejor sus productos.

Ya que tanto el biselado, que es un proceso el cual podría ir sin necesidad de una prueba hidrostática ya que la tubería podría tener otro fin, pero el bisel permitiría que constructores realicen uniones por medio de soldaduras que son garantizadas por las dimensiones del biselado, ya que se

crearían canales, cuando se coloca cara con cara los tubos, que se rellenan con soldadura y permiten una mejor adherencia del material de aporte para soldadura.

Pero cuando la tubería resulta que es para ser roscada y luego ser utilizada para el paso de líquidos, es importante que el buen bisel permita no dañar los sellos y garantizar una prueba libre de fugas, que reduzcan el nivel de presión.

Garantizando una buena presión, el cliente obtendría satisfacción y buscaría estos productos que cumplen con las características que busca para cada uno de los usos que se le quieran dar a estos productos.

2.1.4 Descripción de especificaciones.

Se definen como especificaciones a las cualidades físicas que son definidas por normas internacionales de fabricación de tubería y existen tanto para bisel como para prueba hidrostática.

2.1.4.1 Proceso de biselado

El biselado debe de llevar tres tipos de corte, esto para evitar el rasguo y destrucción de los sellos en el área de prueba hidrostática. Los tubos deben de llevar, un refrentado de 90°, un corte transversal a 30°, y un corte interno de 30° a 45°, este procedimiento se llevara las veces necesarias hasta lograr un biselado que sea una limpieza del área de los extremos del tubo.

Se debe considerar que estos elementos que permiten el biselado del tubo, deben de tener el filo necesario ya que esto permitirá un acabado mas

rápido y de mejor calidad, para ello se recomienda utilizar buriles de tungsteno o cobalto, los cuales son más duros que el material utilizado en los tubos.

2.1.4.2 Proceso de prueba hidrostática

Para preparar esta máquina se debe de tomar en cuenta que del proceso anterior se debe llevar un biselado de buena calidad, para evitar que se dañen los empaque de la prueba, se debe de considerar una buena alineación de las cartelas o guías del tubo para posicionar la tubería y que se este listo para la prueba hidrostática, además de colocar las mordazas adecuadas para evitar que el tubo se atasque dentro de los cabezales que poseen la capacidad de carga y descarga del agua de la prueba.

Se debe considerar que se tenga la graduación de la presión apropiada para llevar a cabo las pruebas, ya que un exceso de presión podría provocar un defecto en el tubo o la total destrucción de las bombas de agua.

Se debe de verificar la no-existencia de fugas en los conductos de paso de agua, para evitar perdidas de presión.

2.2 Factores que provoquen la existencia de tiempos muertos

Estos factores son definidos como variables en procesos anteriores, falta de elementos de trabajo o problemas que no son parte de producción, pero que alteran el tiempo de producción.

2.2.4 Factores antes de la llegada de procesos

Estos factores son causados antes de que el producto llegue a la estación de trabajo.

2.2.4.1 Biselado

- Falta de producto producido en área de formado de tubería.
- Falta materiales de corte para proceso de biselado, como por ejemplo buriles, cuchillas, aceite en bombas hidráulicas, mordazas para diámetro del tubo, falta de electricidad, falta de aire para partes neumáticas, falta de herramientas de calibración, fallas mecánicas, fallas eléctricas, personal no calificado.
- Demanda por el uso de grúa que transporta el atado de tubo para la mesa de trabajo.

2.2.4.2 Prueba hidrostática

- Tubo con cordón interno se debe quitar
- Falta empaques para proceso de prueba hidrostática, falta de suministros como por ejemplo aceite en bombas hidráulicas, mordazas para diámetro del tubo, falta de electricidad, falta de aire para partes neumáticas, falta de herramientas de calibración, fallas mecánicas, fallas eléctricas, personal no calificado.
- Falta de agua para llevar a cabo la prueba.
- Falta de producto por causa de demanda de grúa.

2.2.5 Factores durante los procesos

Estos factores son causados durante el proceso de fabricación del producto y puede ser por elementos propios del proceso o externos.

2.2.5.1 Biselado

- Falla eléctrica o mecánica.
- Mala calibración de mordazas, alturas de máquina.
- Producto defectuoso provoca pérdida de tiempo al ser sacada del área
- Falta de producto durante el proceso por demanda de grúa
- Falta de personal calificado
- Falta de filo en elementos de corte
- Cambio de programa de trabajo por un producto urgente de procesar.
- Paro por cambio de actividades del personal
- Paro por accidente.

2.2.5.2 Prueba hidrostática

- Falla eléctrica o mecánica.
- Mala calibración de guías de tubo, distancia entre mordazas.
- Producto defectuoso provoca perdida de tiempo al ser sacada del área
- Falta de producto durante el proceso por demanda de grúa

- Falta de personal calificado
- Falta de repuesto de empaques
- Cambio de programa de trabajo por un producto urgente de procesar.
- Paro por cambio de actividades del personal
- Proceso de barnizado de tubo provoca baja de velocidad de prueba.
- Paro por accidente.
- Falta de agua para prueba.
- Falta de compresores de aire.

2.2.6 Factores después de atravesar proceso

Estos factores son causados después del proceso de fabricación del producto y puede ser por variables propias del proceso o externos.

2.2.6.1 Biselado

Con prueba hidrostática:

- Mesa de almacenamiento de tubo llena.
- Fallo en prueba hidrostática.

Sin prueba hidrostática:

- Falta de grúa para evacuar el producto procesado.
- Falta de espacio en el área de bodega para colocar el producto.
- Falta de personal para utilizar grúa.
- Falta de personal capacitado para operar Biseladora.
- Extracción y reclasificación de tubería con desperfectos (Largos,

Cortos, abiertos, empalmes.

- Velocidad de flejado de atados.

2.2.6.2 Prueba hidrostática

- Falta de grúa para evacuar el producto procesado.
- Falta de espacio en el área de bodega para colocar el producto.
- Falta de personal para utilizar grúa.
- Falta de personal capacitado para operar prueba.
- Extracción y reclasificación de tubería con desperfectos (Perforaciones, Abolladuras).
- Velocidad de flejado de atados.

3. PROPUESTA PARA EL MODELO A IMPLANTAR

Dadas las variables que provocan alteración en los procesos de biselado y prueba hidrostática es necesario definir criterios que permitirán llevar a un modelo que especifique la cantidad de producto a producir por turno.

3.1 Proceso de biselado y prueba hidrostática de tubos

Como primer punto es necesario definir las características de los procesos a estudiar.

3.1.1 Información general del proceso biselado

El proceso de biselado como primer proceso a estudiar permite que se de continuidad al proceso de fabricación de tubería, pudiendo probar la tubería con presiones hidrostática sin afectar la maquinaria, dada sus características de bisel.

3.1.1.1 Tipo de tubería a biselar

Inmediatamente después de que la tubería es formada se debe de tomar en cuenta de que debe cumplir con varios requisitos para poder biselar el tubo, entre estos tenemos:

- Establecer que no exista en el lote a biselar tubería torcida
- Determinar las dimensiones apropiadas para la tubería, que cumplan con las especificaciones de la norma ASTM.
- Determinar que se utilice tubería no mayor a 40 pies, esto ya que la tolerancia de la mesa es de hasta 41 pies.

Además se debe de considerar que los tubos que se pueden biselar son los establecidos con dimensiones de 2 ½", 3", 4", 5" y 6", en pared de espesor variables desde 2.10 mm – 6.40 mm, si es menor de esto surge el problema de lastimar el tubo con la presión de mordazas y a mayor de este espesor el tubo no atraviesa la abertura entre mordazas.

3.1.1.2 Manera de realizar prueba hidrostática

El tubo es colocado en la mesa de alimentación de tubo, donde se coloca tubo por tubo en la mesa de rodos, para ser llevado al cabezal 1, donde es introducido, es alineado después prensado por los cabezales, y comienza su proceso de biselado con el refrentado del tubo, luego cortes en diagonal e internamente, inmediatamente es soltado por las mordazas, se regresa por donde se introdujo y es colocado en la mesa de alimentación del cabezal 2 para luego tener el mismo proceso solo que en el otro lado del tubo, y luego se traslada a la mesa de alimentación de la prueba hidrostática y si no empacado inmediatamente.

3.1.2 Información general del proceso de prueba hidrostática

Estas características que se definirán son basadas en valores, según normas internacionales de fabricación de tubería.

3.1.2.1 Tipo de tubería a realizar prueba hidrostática

Se debe de considerar que los tubos a los que se puede realizar prueba hidrostática son los establecidos con dimensiones de 2 ½", 3", 4", 5" y 6", en pared de espesor variables desde 2.10 mm – 6.40 mm, a menor de esto surge el problema que puede existir fugas, ya que los empaques quedarían grandes y a mayor de este espesor el tubo no atraviesa la abertura entre los empaques.

La tubería no debe ser mayor de 40 pies, ya que es lo establecido en el largo del barco o área de prueba de tubos.

La cantidad de presión administrada a una tubería varia según espesor determinado por norma astm.

Tabla VI. Tubería y presiones según grado de dureza.

MEDIDA	GRADO A	GRADO B	GRADO A	GRADO B
2 ½ SCH 40	2500 PSI	2500 PSI	173 bar.	173 bar.
2 ½ SCH 80	2500 PSI	2500 PSI	173 bar.	173 bar.
3" SCH 40	2220 PSI	2500 PSI	152 bar.	173 bar.
3" SCH 80	2500 PSI	2500 PSI	173 bar.	173 bar.
4" (0.188)	1500 PSI	1750 PSI	104 bar.	121 bar.
4" (0.219)	1750 PSI	2040 PSI	121 bar.	141 bar.
4" SCH 40	1900 PSI	2210 PSI	131 bar.	153 bar.
4" SCH 80	2700 PSI	2800 PSI	187 bar.	194 bar.
5" (0.188)	1220 PSI	1420 PSI	85 bar.	98 bar.
5" (0219)	1420 PSI	1650 PSI	98 bar.	114 bar.
5" SCH 40	1670 PSI	1950 PSI	116 bar.	135 bar.
5" SCH 80	2480 PSI	2800 PSI	171 bar.	194 bar.
6" (0.188)	1020 PSI	1190 PSI	71 bar.	83 bar.
6" (0.219)	1190 PSI	1390 PSI	83 bar.	96 bar.
6" SCH 40	1520 PSI	1780 PSI	101 bar.	123 bar.

Fuente: Procedimiento de biselado

3.1.2.2 Manera de realizar prueba hidrostática

Al existir producto en la mesa de alimentación de tubos, se debe arrojar el tubo hacia el barco donde es abrazado por mordazas sujetadoras, luego es accionado el mecanismo de cierre de cabezales, donde se sellan por medio de empaques el paso de agua, luego se acciona la presión baja, la cual tiene por objetivo llenar el tubo en su totalidad de agua y luego se acciona la presión alta que alimenta de mas agua el tubo solo que esta vez con presiones de 60 bar. a 200 bar., dependiendo el tubo a probar, dando como resultado de que si existe perforación en la tubería, el agua saldrá por las hendiduras, y si no ocurre esto el tubo esta en excelentes condiciones para ser vendido como tubería de paso de líquidos, luego se alejan los cabezales, las mordazas sueltan el tubo, y este es arrojado al área de evacuación donde es flejado y luego llevado a la bodega de producto terminado.

3.2 Análisis de los factores

Los factores son características que afectan al proceso de manera directa o indirecta.

3.2.1 Análisis en biselado

Como en cualquier proceso existen características en común que se describirán en ambos proceso de biselado y prueba hidrostática, que impiden de que se cumpla con el propósito de fabricación de tubería.

3.2.1.1 Tabla tiempo de biselado

Estas tablas definidas en cuadros consiste en la disposición conjunta, ordenada y normalmente totalizada, de las sumas totales obtenidas en la tabulación de los datos, referentes a los valores variables relacionadas entre sí. Las tablas sistematizan los resultados cuantitativos y ofrecen una visión numérica, sintética y global del fenómeno observado y de las relaciones entre sus diversas características o variables. En ella, culmina y se concreta definitivamente la fase clasificatoria de la investigación cuantitativa.

Al tener la definición de lo que es una tabla, se puede trabajar entonces cada uno de los tipos de tablas solicitar:

Tabla de entrada de datos: Es una tabla en la cual solo aparecen los datos que se obtuvieron de la investigación científica o del experimento. Es la tabla más sencilla y se utiliza cuando no se necesita mayor información acerca de los datos, estas tablas se construyen por medio de la tabulación de los datos, este procedimiento es relativamente sencillo, para realizarlo nos ocupamos de un conjunto de datos estadísticos obtenidos al registrar los resultados de una serie de n repeticiones de algún experimento u observación aleatoria, suponiendo que las repeticiones son mutuamente independientes y se realizan en condiciones uniformes, es importante decir que el resultado de cada observación puede expresarse de forma numérica, para este tipo de tablas de entrada de datos se puede trabajar con una ó mas variables, de manera que nuestro material estadístico consiste en n valores observados de la variable X_j .

Los valores observados se suelen registrar, en primer lugar en una lista, si el número de observaciones no excede de 20 ó 30, estos datos se registran en orden creciente de magnitud.

Con los datos de esta tabla pueden hacerse diversas representaciones gráficas y calcularse determinadas características numéricas como la media, la mediana, etc.

Una gráfica de control X-R, en realidad son dos gráficas en una, una representa los promedios de las muestras de la (gráfica X) y la otra representa los rangos (gráfica R), deben construirse juntas, ya que la gráfica X, nos muestra cualquier cambio en la media del proceso y la gráfica R nos muestra cualquier cambio en la dispersión del proceso, para determinar las X y R de las muestras, se basan en los mismos datos.

El uso particular de la gráfica X es que nos muestra los cambios en el valor medio, además es una herramienta efectiva para verificar anomalías en un proceso dinámicamente.

Algunos puntos importantes a considerar previo a la elaboración de esta gráfica son:

- Variable a considerar
- Tamaño de la muestra
- Tener un criterio para decidir si conviene investigar causas de variación del proceso de producción.
- Familiarizar al personal con el uso de esta gráfica.

El proceso que se debe seguir para construir una grafica es:

La construcción de una gráfica de promedio resulta de formar una unidad, en el eje vertical se establece la escala, a lo largo del eje horizontal se numeran las muestras.

Mediante este proceso está bajo control cuando no muestra ninguna tendencia y además ningún punto sale de los límites.

Este tiempo de biselado es el concebido con base a toma de tiempos de atados aleatoriamente durante 8 días no seguidos de producciones durante 4 meses de análisis y que tomando en cuenta los factores que provocan tiempo muerto, se realizaron las tablas VII – XI, determinando el tiempo de biselado total desde el momento en que es colocado el atado, eliminado el fleje que lo amarra, el tiempo de biselado del atado total y finalmente empacado y despachado, par tomar una idea de las estaciones que tiene el producto luego de ser formado.

3.2.1.2 Análisis por producto de su comportamiento

El comportamiento lo definiremos como el avance del producto durante el proceso de fabricación.

Tabla VII. Valores biselados de tubos de 2 ½”, el atado consta de 54 unidades

Tubería de 2 1/2" Sch. 40					
Item	Descarga (min.)	Biselado (min.)	Empacado (min.)	Despachado (min.)	Total de Tiempo (min.)
1	4,39	85,12	5,34	2,5	97,35
2	4,26	103,28	8,56	5,18	121,28
3	2,52	86,33	5,28	2,44	96,57
4	3,55	94,22	4,39	2,56	104,72
5	10,12	81,44	4,54	3,15	99,25
6	5,22	88,36	5,22	2,48	101,28
7	8,23	111,21	5,1	2,19	126,73
8	4,33	104,55	9,33	4,52	122,73
9	6,18	77,19	4,15	3,08	90,6
10	3,36	93,02	6,12	3,22	105,72
				Total	1066,23
				Promedio	106,623
				Desviacion	12,51527072
				Limite Superior	144,1688121
				Limite Inferior	69,07718785

Tabla VIII. Valores biselados de tubos de 3”, el atado consta de 42 unidades

Tubería de 3" Sch. 40					
Item	Descarga (min.)	Biselado (min.)	Empacado (min.)	Despachado (min.)	Total de Tiempo (min.)
1	4,55	56,32	4,52	2,45	67,84
2	4,32	76,12	5,34	2,36	88,14
3	5,08	64,37	4,21	2,57	76,23
4	6,37	68,12	4,36	2,15	81
5	4,16	71,45	4,15	2,33	82,09
6	3,54	63,41	4,49	2,18	73,62
7	4,47	62,07	5,07	2,14	73,75
8	4,31	64,18	3,57	2,36	74,42
9	5,18	69,09	4,07	2,22	80,56
10	5,13	64,15	5,03	2,1	76,41
				Total	774,06
				Promedio	77,406
				Desviacion	5,681576855
				Limite Superior	94,45073056
				Limite Inferior	60,36126944

Tabla IX. Valores biselados de tubos de 4", el atado consta de 30 unidades

Tubería de 4" Sch. 40					
Ítem	Descarga (min.)	Biselado (min.)	Empacado (min.)	Despachado (min.)	Total de Tiempo (min.)
1	4,55	43,12	4,52	2,45	54,64
2	4,32	42,16	5,34	2,36	54,18
3	5,08	41,08	4,21	2,57	52,94
4	4,08	42,68	4,15	3,35	54,26
5	4,15	39,45	3,56	3,25	50,41
6	4,22	41,53	4,12	3,21	53,08
7	3,46	40,12	3,55	2,44	49,57
8	3,15	45,33	4,18	3,12	55,78
9	2,5	44,15	4,21	2,04	52,9
10	3,36	47,12	4,32	2,26	57,06
				Total	534,82
				Promedio	53,482
				Desviacion	2,262038412
				Limite Superior	60,26811524
				Limite Inferior	46,69588476

Tabla X. Valores biselados de tubos de 5", el atado consta de 16 unidades

Tubería de 5" Sch. 40					
Ítem	Descarga (min.)	Biselado (min.)	Empacado (min.)	Despachado (min.)	Total de Tiempo (min.)
1	4,55	30,28	4,52	2,45	41,8
2	4,32	29,15	5,34	2,36	41,17
3	4,36	31,12	4,16	2,21	41,85
4	4,57	31,45	4,05	2,57	42,64
5	4,21	34,54	3,52	2,54	44,81
6	4,36	29,14	4,1	3,02	40,62
7	3,54	31,15	4,35	3,15	42,19
8	4,15	33,25	4,44	3,45	45,29
9	4,1	34,16	4,21	2,56	45,03
10	4,13	29,18	4,26	2,54	40,11
				Total	425,51
				Promedio	42,551
				Desviacion	1,871977267
				Limite Superior	48,1669318
				Limite Inferior	36,9350682

Tabla XI. Valores biselados de tubos de 6", el atado consta de 10 unidades

Tubería de 6" Sch. 40					
Item	Descarga (min.)	Biselado (min.)	Empacado (min.)	Despachado (min.)	Total de Tiempo (min.)
1	3,57	22,31	3,54	2,57	31,99
2	3,52	21,15	3,36	2,45	30,48
3	3,15	24,56	3,21	2,36	33,28
4	4,45	20,36	3,57	2,57	30,95
5	4,36	19,45	4,15	3,36	31,32
6	4,18	22,36	4,24	3,15	33,93
7	4,17	21,45	4,31	3,21	33,14
8	4,12	33,12	4,21	3,12	44,57
9	4,36	28,47	4,05	3,25	40,13
10	4,17	21,34	4,17	2,44	32,12
				Total	341,91
				Promedio	34,191
				Desviacion	4,553993242
				Limite Superior	47,85297972
				Limite Inferior	20,52902028

3.2.1.3 Gráficos de control "X" por producto biselado

Primero se definirá lo que es un gráfico o diagrama en estadística

Un diagrama es una especie de esquemático, formado por líneas, figuras, mapas, utilizado para representar, bien datos estadísticos a escala o según una cierta proporción, o bien los elementos de un sistema, las etapas de un proceso y las divisiones o subdivisiones de una clasificación. Entre las funciones que cumplen los diagramas se pueden señalar las siguientes:

- Hacen más visibles los datos, sistemas y procesos
- Ponen de manifiesto sus variaciones y su evolución histórica o espacial.

- Pueden evidenciar las relaciones entre los diversos elementos de un sistema o de un proceso y representar la correlación entre dos o más variables.
- Sistematizan y sintetizan los datos, sistemas y procesos.
- Aclaran y complementan las tablas y las exposiciones teóricas o cuantitativas.
- El estudio de su disposición y de las relaciones que muestran pueden sugerir hipótesis nuevas.

Algunos de los diagramas más importantes son el diagrama en árbol, diagrama de áreas o superficies, diagrama de bandas, diagrama de barras, diagrama de bloques, diagrama circular, diagrama circular polar, **diagrama de puntos**, diagrama de tallo y hoja diagrama, histogramas y gráficos de caja y bigote o boxplots.

La forma más habitual de controlar estadísticamente un proceso es con gráficos de control. Los gráficos de control sirven para controlar que el proceso o servicio funcione dentro de sus posibilidades. Existen gráficos de control de medias que controla donde está centrado el proceso, y gráficos de desviaciones que permiten controlar la variabilidad.

Ya que el gráfico de puntos para valores de control “X”, es muy versátil, se le ha empleado en esta ocasión para controlar una característica que es el tiempo de biselado de la tubería, el cual permite dar un agregado a la calidad ofrecida al cliente que esta en el tiempo de despacho, con esta gráfica se podrá estandarizar los tiempos de desempeño de biselado a un operario, para poder calcular el nivel promedio de tiempo por producto biselado, con esto se podrá obtener la capacidad del proceso en términos de producción.

Figura 27. Gráfico X, para tubería de 2 1/2".

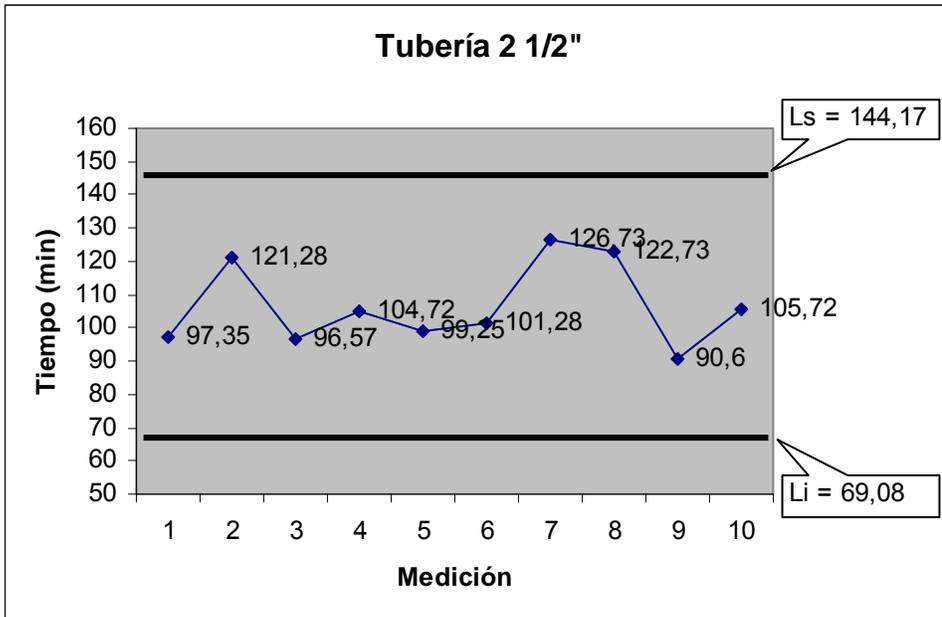


Figura 28. Gráfico X, para tubería de 3".

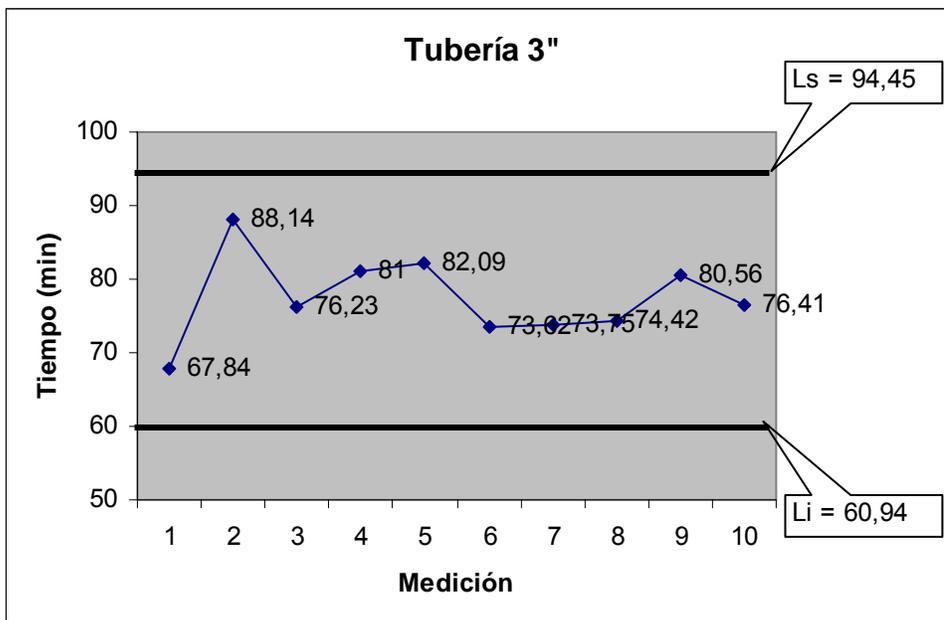


Figura 29. Gráfico X, para tubería de 4".

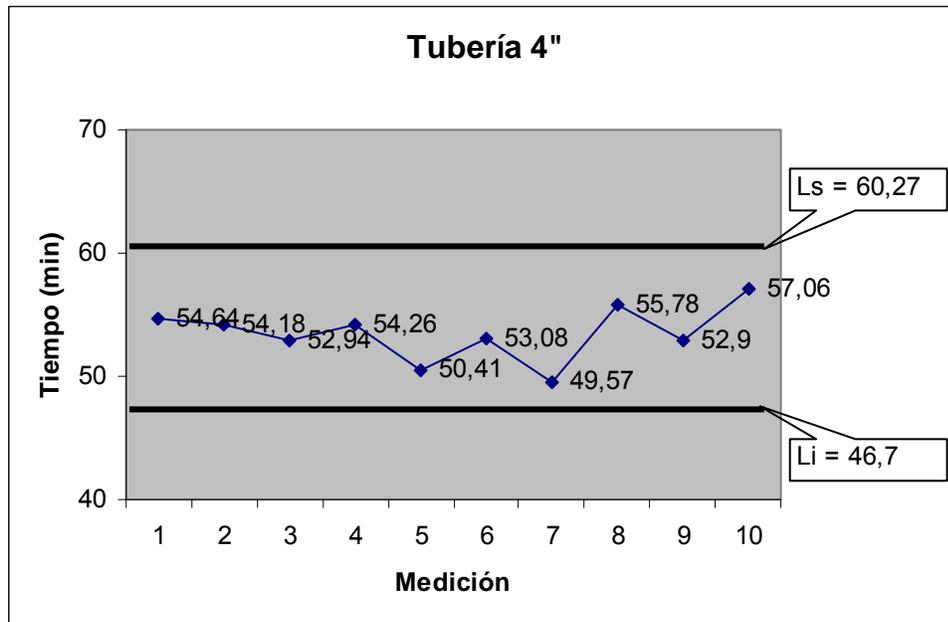


Figura 30. Gráfico X, para tubería de 5”.

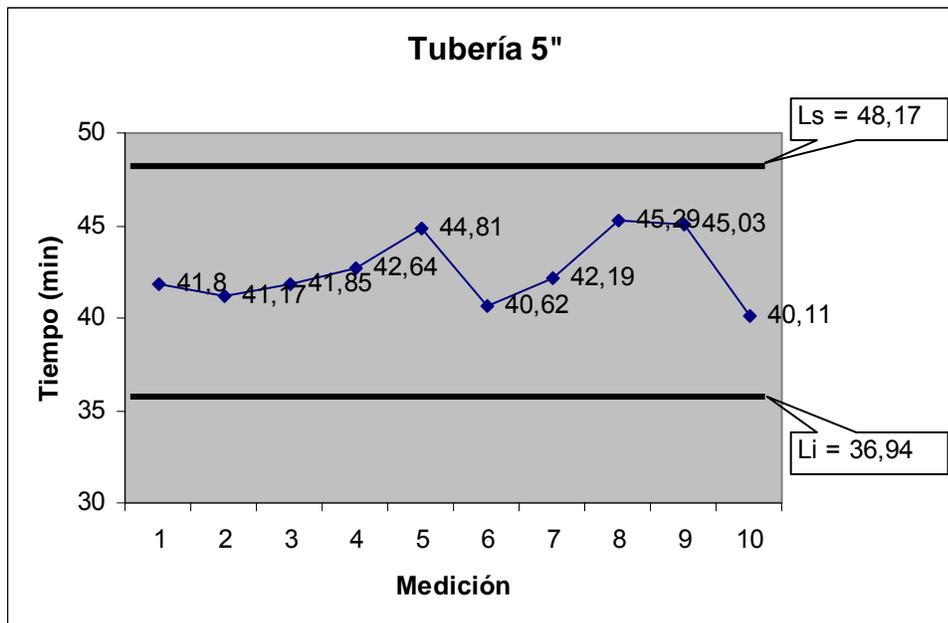
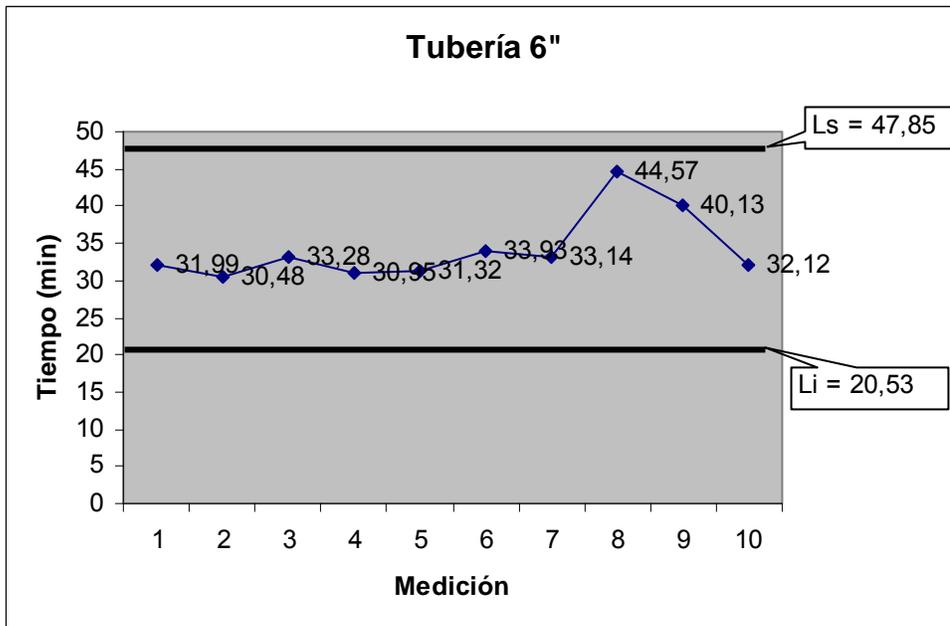


Figura 31. Gráfico X, para tubería de 6”.



3.2.2 Análisis en prueba hidrostática

Al encontrar características que afecten al proceso de prueba hidrostática es más fácil definir tiempos que sean reales y acordes a las situación de trabajo.

3.2.2.1 Tabla tiempo de prueba hidrostática

Para lograr una mejor eficiencia en el proceso de prueba hidrostática se llevo a cabo una serie de toma de tiempos que permitirían evaluar la situación real del proceso tomando en cuenta los factores de descarga, prueba hidrostática, empaque y despacho, igual que en biselado se espera que la mesa sea abastecida de tubería que fue almacenada con anterioridad.

3.2.2.2 Análisis por producto de su comportamiento

El comportamiento lo definiremos como el avance del producto durante el proceso de fabricación y lo determinaremos por medio de valores puntuales encontrados en un estudio exhaustivo.

Tabla XII. Valores de P.H. de tubo de 2 ½”, el atado de tubo consta de 54 unidades.

Tubería de 2 1/2" Sch. 40					
Ítem	Descarga (min.)	Prueba H (min.)	Empacado (min.)	Despachado (min.)	Total de Tiempo (min.)
1	2,15	125,36	4,35	1,58	133,44
2	3,16	124,15	5,1	1,42	133,83
3	2,04	115,32	4,46	2,15	123,97
4	2,08	127,56	4,33	2,36	136,33
5	2,16	128,12	4,57	2,14	136,99
6	2,17	129,45	4,12	2,36	138,1
7	1,57	118,47	4,22	2,17	126,43
8	1,46	121,56	4,34	2,51	129,87
9	1,1	123,45	4,56	1,43	130,54
10	1,12	121,12	4,17	2,16	128,57
				Total	1318,07
				Promedio	131,807
				Desviacion	4,712256006
				Limite Superior	145,943768
				Limite Inferior	117,670232

Tabla XIII. Valores de P.H. de tubo de 3”, el atado de tubo consta de 42 unidades.

Tubería de 3" Sch. 40					
Ítem	Descarga (min.)	Prueba H (min.)	Empacado (min.)	Despachado (min.)	Total de Tiempo (min.)
1	2,11	93,57	4,12	1,36	101,16
2	2,16	91,42	4,13	1,12	98,83
3	2,36	96,34	4,45	2,15	105,3
4	1,36	94,14	4,16	2,47	102,13
5	1,44	93,15	4,17	2,36	101,12
6	1,12	91,09	4,36	2,24	98,81
7	1,07	95,56	4,25	2,45	103,33
8	1,23	97,36	4,01	1,46	104,06
9	1,56	97,31	3,56	1,22	103,65
10	2,17	93,15	3,18	1,36	99,86
				Total	1018,25
				Promedio	101,825
				Desviacion	2,251425474
				Limite Superior	108,5792764
				Limite Inferior	95,0702358

Tabla XIV. Valores de P.H. de tubo de 4", el atado de tubo consta de 30 unidades.

Tubería de 4" Sch. 40					
Item	Descarga (min.)	Prueba H (min.)	Empacado (min.)	Despachado (min.)	Total de Tiempo (min.)
1	2,36	39,12	4,36	2,15	47,99
2	2,45	38,57	4,21	2,36	47,59
3	2,31	41,23	4,57	2,57	50,68
4	2,57	42,12	4,2	1,54	50,43
5	2,21	38,45	3,57	1,36	45,59
6	2,35	39,17	3,36	1,21	46,09
7	1,56	39,34	4,12	1,45	46,47
8	1,54	40,33	4,57	2,17	48,61
9	2,14	39,14	4,31	2,21	47,8
10	2,31	38,48	4,12	1,55	46,46
				Total	477,71
				Promedio	47,771
				Desviacion	1,74202596
				Limite Superior	52,99707788
				Limite Inferior	42,54492212

Tabla XV. Valores de P.H. de tubo de 5", el atado de tubo consta de 16 unidades.

Tubería de 5" Sch. 40					
Item	Descarga (min.)	Prueba H (min.)	Empacado (min.)	Despachado (min.)	Total de Tiempo (min.)
1	2,21	39,15	4,18	1,15	46,69
2	2,34	34,12	4,26	1,12	41,84
3	2,35	35,26	4,54	1,36	43,51
4	2,28	39,18	4,1	1,45	47,01
5	2,19	36,12	4,16	2,28	44,75
6	2,46	37,12	4,18	2,15	45,91
7	3,1	33,26	4,19	2,46	43,01
8	2,18	33,45	4,36	2,31	42,3
9	2,33	31,2	4,45	2,2	40,18
10	2,26	32,22	4,17	2,15	40,8
				Total	436
				Promedio	43,6
				Desviacion	2,415574466
				Limite Superior	50,8467234
				Limite Inferior	36,3532766

Tabla XVI. Valores de P.H. de tubo de 6", el atado de tubo consta de 10 unidades.

Tubería de 6" Sch. 40					
Ítem	Descarga (min.)	Prueba H (min.)	Empacado (min.)	Despachado (min.)	Total de Tiempo (min.)
1	2,31	25,14	4,12	2,15	33,72
2	2,25	26,31	4,17	2,36	35,09
3	2,9	27,38	4,16	2,14	36,58
4	2,35	29,31	4,13	2,57	38,36
5	2,22	21,36	4,18	2,18	29,94
6	2,2	22,15	4,56	2,22	31,13
7	2,27	29,31	4,23	2,16	37,97
8	2,28	21,22	4,28	2,19	29,97
9	2,24	22,36	4,17	2,31	31,08
10	2,55	22,17	4,36	2,15	31,23
				Total	335,07
				Promedio	33,507
				Desviacion	3,290113304
				Limite Superior	43,37733991
				Limite Inferior	23,63666009

3.2.2.3 Gráfico de control "X" por producto prueba hidrostática

Nuevamente se vuelve a tomar como herramienta de apoyo los gráficos de control siendo esta una herramienta estadística que detecta la variabilidad, consistencia, control y mejora de un proceso.

La gráfica de control se usa como una forma de observar, detectar y prevenir el comportamiento del proceso a través de sus pasos vitales. Así mismo nos muestra datos en una forma estática, tienen por supuesto sus aplicaciones, y es necesario saber sobre los cambios en los procesos de producción, la naturaleza de estos cambios en determinado período de tiempo y en forma dinámica, es por esto que las gráficas de control son ampliamente probadas en la práctica. Al comenzar a evaluar el proceso de prueba hidrostática se decide utilizar basado en los datos de promedio un grafico que

fuera aplicable a la situación a estudiar, y se grafica los límites inferiores y superiores, de datos que fueron tomados anteriormente y que permitirán crear tablas que delimiten el trabajo establecido en los programas de producción diarios.

Figura 32. Gráfico X, para tubería de 2 ½”

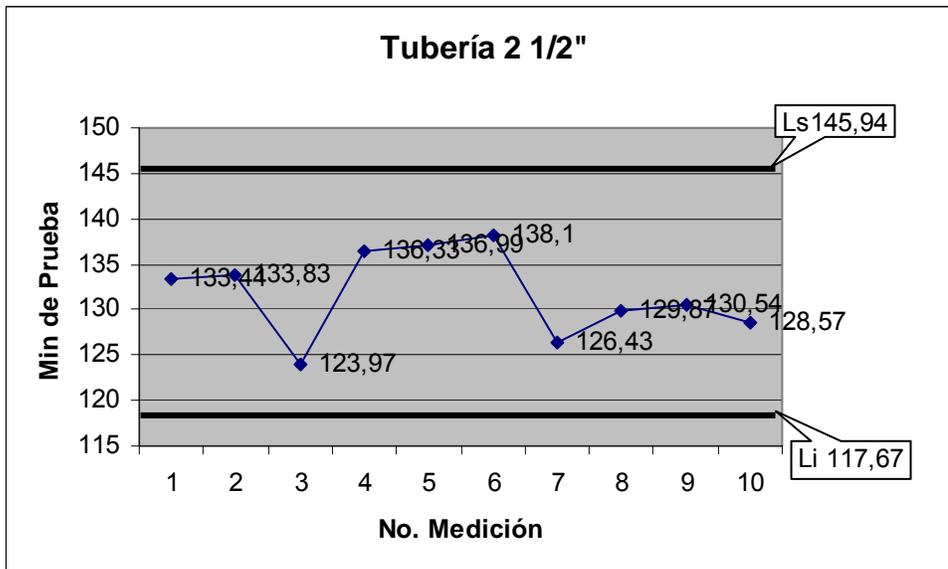


Figura 33. Gráfico X, para tubería de 3”.

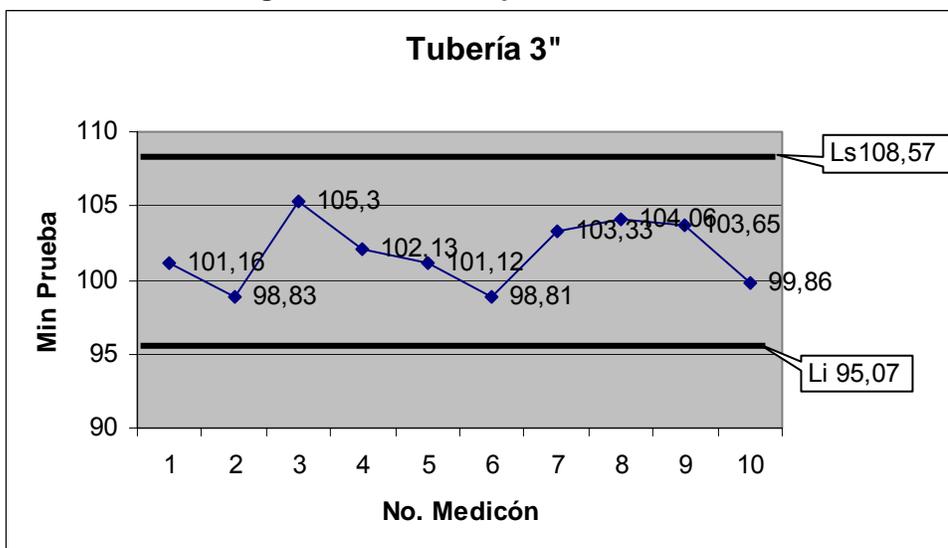


Figura 34. Gráfico X, para tubería de 4”.

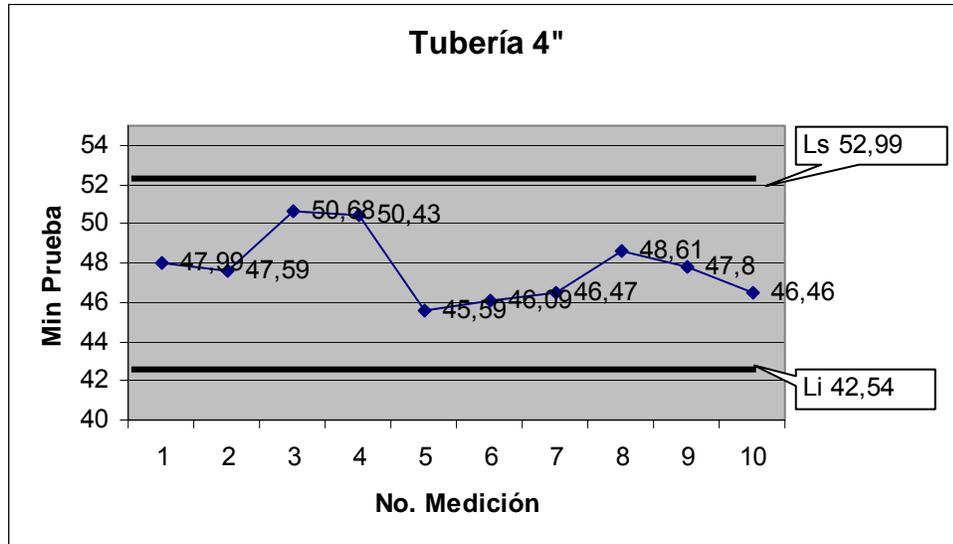


Figura 35. Gráfico X, para tubería de 5”.

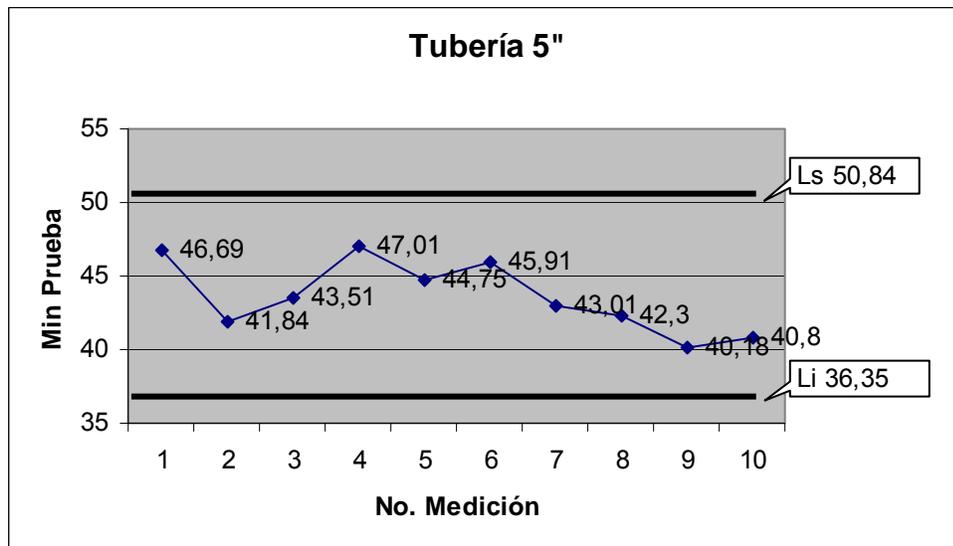
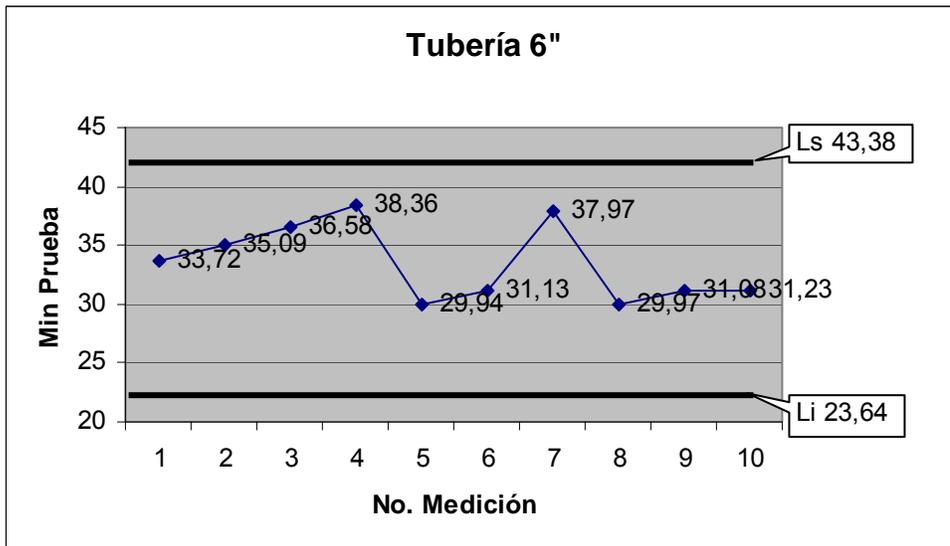


Figura 36. Gráfico X, para tubería de 6”.



3.3 Resultado final y gráficos

Como parte final de este análisis es importante resaltar que los valores obtenidos, son valores reales que resultan del análisis del comportamiento de las producciones en los reportes diarios y análisis de campo.

3.3.1 Resultado en biselado

Como primer punto se evaluara el resultado de biselado exponiendo los parámetros de trabajo y los parámetros graficados con anterioridad.

3.3.1.1 Parámetros de trabajo

Como parte esencial del proceso de biselado se debe de tomar en cuenta que deben existir parámetros de maquinaria que permitirán que siempre se lleve a cabo el correcto biselado de los tubos para que no se afecten los parámetros que se analizaron con anterioridad. En cada uno de los cabezales deben existir niveles de aceite apropiados por lo menos hasta donde indique el mínimo en los visores colocados en las centrales hidráulicas.

Con respecto a las presiones de aire se debe mantener 15 psi menos de los que el sistema maneja o sea unos 80 a 85 psi.

3.3.1.2 Parámetros vistos en gráficos

Como parte de esencial esta empresa, necesitaba un estudio en el cual se plasmaran datos reales que permitieran mejorar en aspecto de tiempo, de planificación, producción, empaque, despacho y entrega, de el área de procesos de tubería estructural y cañería, después de tener un análisis profundo de los diferentes productos se llevo a resumir en una tabla los valores inferiores, promedio y superior de tiempo de producción tomando en cuenta los subprocesos que conllevan su fabricación.

Esta tabla define el biselado de la tubería de 2 ½" a 6", las unidades que lleva el atado y sus límites:

Tabla XVII. Tabla final de promedios y límites

BISELADO DE TUBERÍA				
PRODUCTO	UNIDADES	TIEMPO INFERIOR	TIEMPO PROM.	TIEMPO SUPERIOR
2 1/2"	54	69.077	106.62	144.16
3"	42	60.36	77.4	94.46
4"	30	46.69	53.48	60.26
5"	16	39.93	42.55	48.16
6"	10	20.52	34.19	47.85

3.3.2 Resultado en prueba hidrostática

El resultado final de las pruebas hidrostáticas permitirán llegar a valores reales que permitirán evaluar el tiempo de producción para algún producto ofrecido urgentemente.

3.3.2.1 Parámetros de trabajo

Con respecto a la utilización de la maquinaria para llevar a cabo la prueba hidrostática se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros para no afectar los analizados en los incisos anteriores:

El nivel de aceite en la central hidráulica debe de estar dentro del parámetro mínimo y máximo marcado en los visores de la maquinaria.

El nivel de agua almacenada en el tanque sellado debe ser mínimo $\frac{1}{4}$ del total de la capacidad del tanque.

En el barco o pila de descarga del agua que se utiliza para las pruebas hidrostáticas debe de estar a un mínimo de 45 cm. de la base del barco y un máximo de 65 cm. también de la base del barco.

3.3.2.2 Parámetros vistos en gráficos

Con los valores encontrados durante el proceso se elaboro la siguiente tabla que como se menciona en incisos anteriores era un requerimiento para el proceso de producción en este caso de la prueba hidrostática, la cual para que se lleve a cabo se debe de tomar en cuenta que con anterioridad se tuvo que realizar un biselado, y esta tubería puede estar en conexión directa con el biselado o pudo ser biselado con anterioridad almacenada y se requirió que se realice su prueba pero en esta tabla se refleja sus valores individuales como prueba hidrostática, tomando en cuenta los posibles subprocesos que alteran su transformación.

Tabla XVIII. Promedio y límites en prueba hidrostática.

PRUEBA HIDROSTÁTICA DE TUBERÍA				
PRODUCTO	UNIDADES	TIEMPO INFERIOR	TIEMPO PROM.	TIEMPO SUPERIOR
2 1/2"	54	117.67	131.807	145.94
3"	42	95.07	101.82	108.57
4"	30	42.54	47.77	52.99
5"	16	36.35	43.6	50.84
6"	10	23.63	33.507	43.37

4. IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES

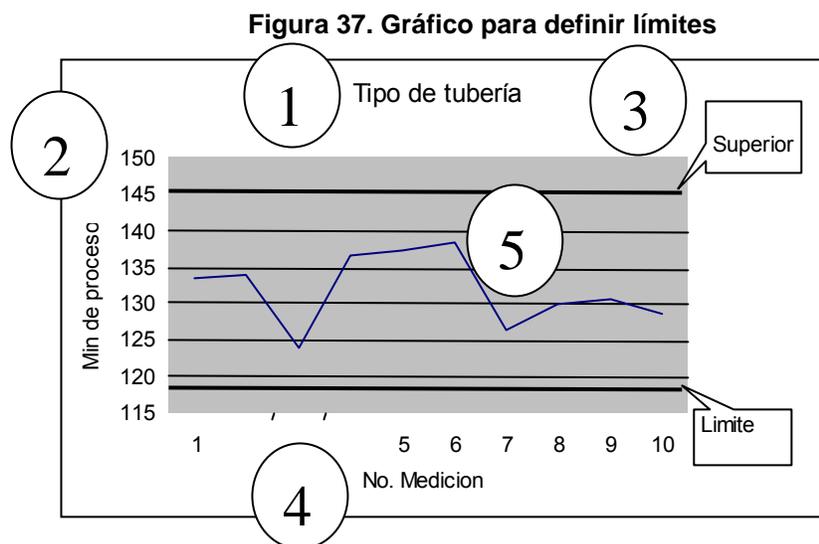
Para lograr implementar los índices es necesario que todo el personal involucrado sepa interpretar las tablas y gráficos que se presentaran mensualmente con el fin de hacer conciencia y crear un espíritu total de responsabilidad.

4.1 Metodología de implementación

Cuando se hace mención de una metodología se trata de llegar a la manera en que se transmitirá esta información al personal involucrado en el proceso.

4.1.1 Formato de gráficos

Como parte del análisis de índices en los procesos de biselado y prueba hidrostática se tiene como objetivo el llevar cabo tablas y gráficos que faciliten la comprensión al operador y ayudantes de las máquinas sobre los parámetros establecidos en el trabajo.



El grafico tendría las siguientes características:

1. Tipo de tubería el cual sería la etiqueta de cualquier tubo entre 2 ½" hasta 6"
2. Minutos de proceso se refiere que identificará si es prueba hidrostática o biselado de tubería.
3. Este inciso se refiere al límite que se estará evaluando Superior o inferior.
4. El número de medición se refiere al comportamiento que surgirá durante la corrida, datos que el Aux. de producción tendrá que tabular para identificar posibles valores fuera de límites, que tendrán que ser evaluados para determinar si afecta o no el programa de trabajo.
5. Este será el gráfico que se utilizara para determinar el comportamiento por corrida.

4.1.2 Formato de tabla de índices

El formato de las tablas será establecido de forma en donde se identifique el proceso claramente, se determinen columnas que identifique, el producto, el total de unidades, el tiempo inferior, promedio y superior de proceso y se intersectaran con los valores para cada uno de los productos a transformar.

Figura 38. Tabla de proceso.

2		1 PROCESO		
PRODUCTO	UNIDADES	TIEMPO INFERIOR	TIEMPO PROM.	TIEMPO SUPERIOR
2 1/2"	X	X	X	X
3"	X	X	X	X
4"	X	X	X	X
5"	X	X	X	X
6"	X	X	X	X

- 1) Al proceso nos referimos a una prueba hidrostática o biselado de tubería
- 2) Se estableció 5 columnas, producto, unidades que son establecido en valores enteros positivos, tiempo inferior, tiempo promedio y tiempo superior, estos valores son establecidos en valores positivos reales.
- 3) También se establecieron 5 productos los cuales son los que tienen las máquinas como capacidad de procesar y van de 2 1/2" hasta 6"

4.2 Actividades a desarrollar

Dentro de las actividades que se llevaran a cabo, se tomaran como facilitadores las presentaciones y un examen en el cual se dejara evidencia de la manera en que retroalimentaremos la presentación.

4.2.1 Presentación de gráficos y formatos

Para comenzar a implementar los valores calculados en referencia al estudio de tiempo de proceso de transformación de tubería que permitan determinar tiempo de producciones mas eficientes es indispensable que exista

una comunicación constante con todos los participantes en el proceso así como personal que influye externamente para la fabricación.

Cuando nos referimos a los participantes se toma en cuenta a los operadores de las máquinas, ayudantes de operadores, gruesos de carga y descarga y inspectores de control de calidad. El personal que influye externamente esta compuesto por el encargado de bodega, grueso de despacho, jefe de producción, jefe de control de calidad y jefe de mantenimiento, ya que en algunos de ellos esta la responsabilidad de que no exista interferencia para el cumplimiento de las labores en esta área.

La presentación de los gráficos y formatos, tendrá que ser de un tiempo de 20 min. de exposición y 10 min. de preguntas, en el cual se explicará los componentes que presentan los gráficos para que sea comprensible a todos y determinar como se implementará y se dará seguimiento, procurando que esta investigación sea un valor agregado a la mejora continua que profesa la política de la empresa.

En la presentación se expondrán los siguientes puntos:

- Saludo inicial
- Introducción con énfasis a política de calidad de la empresa y objetivos de calidad
- El significado de índices
- Relación que existe entre los objetivos de
- calidad y los índices
- Interpretación de los gráficos y tablas de valores
- Como se afectan los valores en gráficos y tablas

- La búsqueda de la mejora continua

Al finalizar la presentación se solicitará que si han surgido dudas las hagan exponer y se resolverán, al no haber preguntas se procederá a finalizar la presentación informando que al cabo de una semana se proporcionará una evaluación para determinar la comprensión de la información dada.

4.2.2 Evaluación de presentación

Esta evaluación permitirá retroalimentar con la información que detalle el participante para saber si es necesario capacitar nuevamente al personal con tal que se obtenga resultados confiables al momento de aplicar este estudio en su trabajo diario.

4.2.2.1 Formato de evaluación

Después de una semana de haber presentado los gráficos y formatos de producción se llevará a cabo una evaluación, la cual tendrá como fin determinar la comprensión del personal participante en el proceso de transformación de la tubería.

A continuación se presenta la evaluación con 5 preguntas relacionada a la presentación llevada a cabo:

La pregunta número uno hace referencia a las partes del gráfico, tipo de tubería, mediciones en biselado o prueba hidrostática, identificación de límites, número total de mediciones y finalmente área del gráfico

En la pregunta dos se trata que se identifique los factores que causan pérdidas de tiempo, tales como, fallas eléctricas, mecánicas, falta de grúa a causa de los despachos, falla en calibración, etc.

En la pregunta tres se requiere la identificación de los valores en las tablas de formato de índices de producción.

Luego tenemos en la pregunta cuatro identificar el número de unidades en cada atado 2 ½" / 54u, 3"/42u, 4"/30u, 5"/16u y 6"/10u.

Y en la última pregunta es importante que el participante de una opinión propia de su colaboración hacia la mejora continua.

Teniendo los exámenes llenados por el personal participante se dispondrá a calificar procurando evaluar si existió un nivel de comprensión del tema, y luego entregar estos resultados al área de RRHH, para su almacenaje y se sugirió que se evaluara a cada operador que llegue a esta área con este test para unificar conocimientos en esta área con respecto a exigencias de labores.

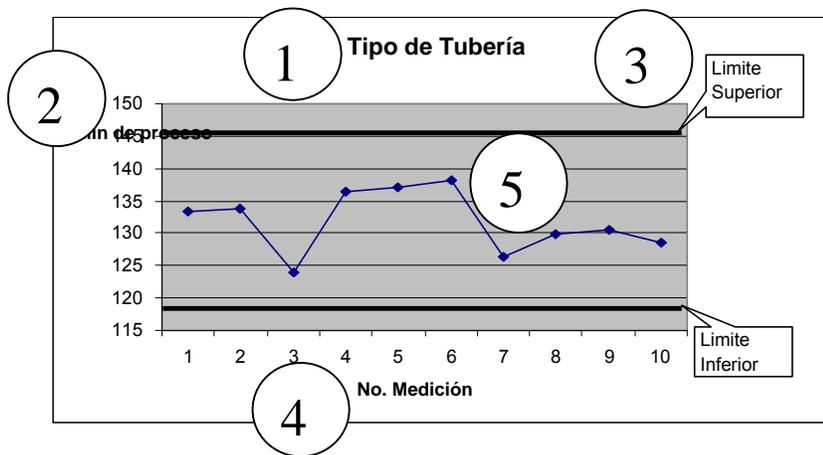
Figura 39. Examen para determinar comprensión de presentación.

Tubac.
Armando Regil

EVALUACIÓN

Instrucciones : lea detenidamente cada pregunta y despues responda según su criterio con respecto a la presentación de los graficos y formatos de producción

1,- En el siguiente gráfico identifique las partes del siguiente gráfico



2,- Cuáles son los factores que afectan que no se alcance el tiempo establecido en en las tablas y gráficos.

3,- Identifique las partes de las tablas de formatos de producción

PROCESO				
PRODUCTO	UNIDADES	TIEMPO INFERIOR	TIEMPO PROM.	TIEMPO SUPERIOR
2 1/2"	X	X	X	X
3"	X	X	X	X
4"	X	X	X	X
5"	X	X	X	X
6"	X	X	X	X

4,- Identifique cuántas unidades lleva cada atado de tubos de 2 1/2", 3", 4", 5" y 6"

5,- Toda esta informacion en qué ayuda para mejorar nuestros objetivos de calidad.

4.3 Programación de presentación

Para llevar a cabo la exposición, con previa anticipación se trasladará al personal participante de proceso de transformación de la tubería un memorando autorizado por el Jefe de Recursos Humanos y el Jefe de Producción en donde se especifique el día, la hora y los participantes a la presentación, tomando en cuenta no afectar algún pedido urgente o despacho en el transcurso del día especificado.

Además se dispondrá de un lugar con las condiciones apropiadas para poder tener al personal que participe en dicha presentación. Además se apartará con anticipación el uso de la cañonera, la cual estará desde media hora antes de realizar la exposición en la sala de reunión, tomando en cuenta que se encuentre todos los implementos y accesorios para su manejo.

4.4 Material didáctico a utilizar

Para poder llevar a cabo la presentación se tomara en cuenta que se lleve como primer punto la preparación de:

- 1 cañonera y su respectiva pantalla de proyección
- 1 computadora
- 1 memoria USB con el contenido de la presentación
- 20 lápices para tomar nota
- 20 hojas en blanco una para cada participante
- 20 resúmenes de la exposición
- Una extensión con varias conexiones para alimentar de energía a la cañonera e impresora.

5. SEGUIMIENTO DE CUMPLIMIENTO DE PÁRAMETROS DE TRABAJO

De una manera categórica se puede definir las distintas causas que provocan que exista retraso en una producción en general por factores externos e internos en los procesos, pero entendiendo la manera de reducir estos problemas podemos evitar que sean estos los que causen que no cumplamos con un tiempo establecido de producción, luego que identifiquemos estos valores es muy importante medirlos para que no sean obstáculos en nuestras producciones pero más importante a un no perder la visión de controlar estos valores los cuales podemos ir reduciendo los mediante acciones correctivas.

Por medio de esta práctica, se logró identificar las causas que provocan retrasos en los procesos mencionados, los cuales resultaban que no eran resueltos en un tiempo mínimo y provocaban que fueran causantes de demoras en las entregas finales de producto. Entre estos problemas tenemos la falta de interés muchas veces de los representantes de otras áreas para colaborar con que se cumplan las metas establecidas, esto lleva a buscar por medio del diálogo una toma de conciencia de las actitudes personales, ya que esto puede ayudar en un 50%, a mejorar las condiciones de trabajo.

5.1 Supervisión del cumplimiento

Con el fin de garantizar el desempeño en el cumplimiento de los índices es necesario crear mecanismos destinados a disminuir al mínimo acciones correctivas, entonces es necesario que exista un control eficaz de parte del supervisor hacia las acciones tomadas por el personal operacional, la falta de interés del personal para mejorar su área puede ser un factor que debe ser manejado por el encargado o supervisor por medio de metas que permitan que

el trabajador encuentre un porque a la rutina diaria en su área y permitirá establecer cuales son sus propósitos y metas dentro de su puesto.

Para lograr un resultado positivo es necesario aplicar medidores de resultados, los cuales pueden ser evaluados por el supervisor del área con el fin de supervisar si se cumple con los valores obtenidos en el estudio, tomando como herramienta los reportes de producción nos ayudaran a calcular diariamente los logros alcanzados, para luego reflejarlo en valores individuales por producto.

Si no se lograra cumplir con los valores, sería necesario analizar por medio de un análisis FODA nuestras fortalezas y debilidades, para encontrar otros factores que muchas veces no son del trabajo diario, algunos podrían deberse a el estado de animo del operador o problemas de salud de alguno de los operadores de grúa o hasta problemas físicos de los ayudantes, todos estos podrían ser debilidades que cumpliendo con una supervisión constante se deberán de hacer visibles al analizar con la herramienta FODA.

5.2 Medición de los resultados obtenidos

Para iniciar hablando de sistemas de medición podemos mencionar que la utilización de gráficos de control permitiría establecer hasta producto no inconforme como sugerencia se podría utilizar un Grafico de control el cual es una herramienta estadística que detecta la variabilidad, consistencia, control y mejora de un proceso.

La gráfica de control se usa como una forma de observar, detectar y prevenir el comportamiento del proceso a través de sus pasos vitales.

Así mismo muestra datos en una forma estática, tienen por supuesto sus aplicaciones, y es necesario saber sobre los cambios en los procesos de producción, la naturaleza de estos cambios en determinado período de tiempo y en forma dinámica, es por esto que las gráficas de control son ampliamente probadas en la práctica.

Algunas características generales de las Gráficas de Control son el término consistencia, el cual se refiere a la uniformidad en la salida del proceso; es preferible tener un producto de un proceso consistente, que tener uno con calidad superior, pero de un proceso intermitente.

Una gráfica de control se inicia con las mediciones considerando, sin embargo que las mediciones dependen tanto de los instrumentos, como de las personas que miden y de las circunstancias del medio ambiente, es conveniente anotar en las gráficas de control observaciones tales como cambio de turno, temperatura ambiente.

Para construir una gráfica de control, es importante distinguir el tipo de datos a graficar pueden ser. Datos continuos, datos discretos, dicha gráfica dependerá del tipo de datos.

Para la utilización de las gráficas se requiere un procedimiento específico, es decidir la gráfica de control a emplear, construir gráficas de control para el control estadístico del proceso, controlar el proceso, si aparece una anomalía sobre la gráfica de control, investigar inmediatamente las causas y tomar acciones apropiadas.

La medición de los resultados deben de ser basados en los valores obtenidos diariamente y que son plasmados en los reportes diarios de

producción, mensualmente el supervisor y jefe de producción podrían analizar el comportamiento de dichos indicadores y buscar rutas que permitan llegar a alcanzar las metas establecidas, pero para llegar a los indicadores se deben tomar situaciones como:

Primero se debe obtener el reporte de producción, con lo cual se toma en cuenta que el personal trabaja un total de 12 horas diarias menos 15 min. de refacción por la mañana y 30 min. de almuerzo en el medio día. Durante el tiempo en que se llevo a cabo el análisis de los índices se vio que el personal necesitaba media hora de cambio y calibración de las máquinas, además por las mañanas encendían las máquinas y antes de arrancar esperaban 5 min. para asegurar que la maquinaria funcionaba bien para comenzar con el trabajo.

Tomando en cuenta cada una de las variables anteriores al valor total de horas trabajadas diarias se debe de descontar los tiempos en los cuales no existía un real aprovechamiento de tiempo de producción. Ya obteniendo un valor real de tiempo este se dividía por el total de tubos biselados o probados hidrostáticamente y finalmente se obtiene el total de tubos por hora que por lograr un exacto análisis se debe de trasladar a minutos.

A continuación se plasma en un ejemplo con valores del día 22 de febrero de 2008, la tubería biselada es de 2 ½" y el total de unidades es de 445, durante este día no hubo problemas solo tuvieron los 5 min. de arranque, sus 15 min. de refacción y 30 min. de hora de almuerzo, su hora de entrada fue de 6:00 hrs. hasta las 18:00 hrs. su salida.

Horas totales = 12 hrs. = 720 min.

Horas reales trabajadas = 720 min. – 5 – 15 – 30 = 670 min. = 11.16 hrs.

Atados durante el día = 357 / 54 = 6 atados y 33 unidades

Atado por hora = 11.16 / 7.70 = 1.68 hrs. / atado * 60 min. = 101.2 min. / atado

Tomando en cuenta estos datos se determina que durante el día se tubo un total de 101.2 min. por atado biselado, si vemos los gráficos estamos dentro de los límites de tiempo de biselado y si se ha cumplido el tiempo, estamos bajo control.

Al definir si se esta o no bajo control, se debe tomar en cuenta que se está bajo control cuando estamos dentro de los límites establecidos en el estudio, si se esta arriba del límite superior, estamos fuera por causas que se deben evaluar, si se está debajo del límite inferior, se debe evaluar si el personal operativo ha logrado mejorar su eficiencia y su capacidad de maniobrar la máquina o existe alguna mejora física de la máquina que permite alcanzar estos resultados, si es así se evaluaría la manera de tener nuevos valores.

5.3 Revisiones periódicas

Este debe ser programado en conjunto con, el análisis de tubería torcida, segunda y abierto, ya que serian valores que nos servirían para complementar esta área que se encuentra descuidada de análisis de productividad, ya que en base a estos valores podemos identificar por medio de la capacidad de carga de máquina el trabajo realizado dentro de un tiempo estipulado por gerencia de producción. Por consiguiente se puede proponer luego de implementado este plan, sugerirlo para incluirlo dentro del sistema de gestión de calidad ya que tendríamos un índice que nos mediría lo producido dentro lo invertido, hablando de un indicador que mida el tiempo de producción. Actualmente se tiene un análisis mensual de los valores de tubo torcido, abierto y segunda.

5.4 Desarrollar gráficos de control

Para complementar y mejorar se podría dar un valor agregado al área de control de calidad permitiendo incluir la inspección de control de calidad, transformando gráficos de control “p”, el cual permitiría identificar la tubería defectuosa en el área de prueba hidrostática, ya que se tiene determinado cuánto es lo que se produce por hora y al día, excluyendo tiempos muertos, es solamente la intervención del personal de control de calidad realizar sus inspecciones de rutina.

CONCLUSIONES

1. El tiempo de biselado de tubería de 2 ½" a 6" ha logrado ser establecido mediante la identificación de las variables que involucran a los pasos para llevar a cabo el proceso de biselado y luego un promedio de estos que dan como resultados valores de tiempo promedio por unidades de atado.
2. Igual que en el proceso de biselado se identificaron los factores que involucran la fabricación de la tubería para determinar un tiempo promedio por unidades empacadas, que servirán de tiempos estándar por unidad de atado.
3. Para lograr identificar los puntos clave que provocan demoras de tiempo fue necesario establecer las tres situaciones por las que el producto pasa antes de ser llevado a su almacenaje, las cuales están antes, durante y después de los procesos, como falta de grúa, falta de material, falta de elementos de trabajo, falta de herramientas, material de empaque, etc.
4. Al lograr tener resultados puntuales de tiempo, fue necesario establecer límites y promedios en dos tablas que resumen los valores necesarios que pueden ayudar a medir los procesos de biselado y prueba hidrostática de tubería por atado, para cumplir con tiempos de entrega planificados.
5. El biselado debe de llevar tres tipos de corte, esto para evitar el rasgado y destrucción de los sellos en el área de prueba hidrostática. Los tubos deben de llevar un refrentado de 90°, un corte transversal a 30°, y un

corte interno de 30° a 45°, este procedimiento se llevará las veces necesarias hasta lograr un biselado que sea una limpieza del área de los extremos del tubo.

6. En el proceso de prueba hidrostática se debe tomar en cuenta que debe existir un buen biselado, se debe aplicar apropiadamente la presión indicada en las tablas de normas astm, verificar largo y dimensiones de la tubería y garantizar que la soldadura resista las presiones dadas.

7. Durante todo el proceso de detección de factores de demora de tiempo, antes, durante y después de los procesos se llega a la conclusión de tablas y gráficos que se utilizarían como valores estándar para cada medida de tubería, los cuales deberán ser expuestos y publicados al personal involucrado en los procesos.

RECOMENDACIONES

1. Dado que la medición del proceso es prematuro en esta área, se sugiere dar seguimiento a los valores hallados para logre optimizar los tiempos de biselado y prueba hidrostática, a través de controlar los procesos, monitoreando día con día y registrando los valores obtenidos y comparar lo obtenido vrs. los gráficos que se implementaron, así como observar si en realidad se debe cambiar algunos parámetros de medición.
2. Tomando en cuenta el cumplimiento de los parámetros descritos, se debe comenzar a buscar soluciones a posibles incumplimientos de metas, esto es permisible detectar, cuando en los días laborados se descubre que se está trabajado fuera de los límites descritos, se debe buscar un nuevo rumbo para sobrepasar los problemas que causan las posibles demoras.
3. Establecer formatos de trabajo que sean parte de la documentación de ISO9000, con lo cual el operador es consciente de incluir los valores de producción por atado biselado y probado hidrostáticamente, con esto podría alimentar la base de datos de los indicadores de producción, y controlar los productos con defectos encontrados en el proceso.
4. Implementar por medio de tablas de EXCEL, registros diarios y graficar por producto las tendencias de las producciones diarias, para tener controlado los procesos y mantener al día la información necesaria para realizar análisis en planificación y producción.

5. Se debería incluir en los formatos de producción una sección de producto no conforme que permita agregar una base de datos con información que permita a control de calidad detectar qué productos y materias primas presentan problemas al momento de realizar las pruebas, y los comportamientos de los materiales para identificar demoras por material muy duro que provoque desgaste en los buriles de biselado o demasiado débil para soportar pruebas hidrostáticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. FEIGENBAUM A. V. **Control total de la calidad**. Editorial Continental, de C. V., MÉXICO. 1998.
2. Fuerza de trabajo de video, Manual de calidad. **Mejorando la calidad**. Thecnology Park/Atlanta 1991.
3. Grant, Eugene L. Leavenworth. **Control estadístico de calidad**. México CECSA 1986.
4. ISO 9000-1, (1994). **Normas para la Gestión de la Calidad y el aseguramiento de la calidad**.
5. Juran (1997). **Análisis y planeación de la calidad**. Tercera edición México, Mc Graw Hill. 1997.
6. Kume, Hitoshi. **Herramientas estadísticas básicas para el Control de Calidad**, Colombia Editorial Norma 1992.
7. Pérez López, César. **Control estadístico de la calidad**. Grupo Editor ALFAOMEGA, de C.V. 2001.

ANEXOS

Una de las áreas de la actividad humana en la que la aplicación de técnicas estadísticas ha tenido gran difusión y al mismo tiempo un enorme éxito, es en la de aquellos aspectos que se relacionan con el control de calidad de producción de bienes y suministro de servicios. Un elemento fundamental en la filosofía del control de calidad moderno es la utilización generalizada de procedimientos científicos, incluidos los métodos estadísticos, en la planificación, recogida de datos y análisis de los mismos, de tal forma que las decisiones no se sustenten en meras conjeturas. Los gráficos de control fueron propuestos originalmente por W. Shewart en 1920, y en ellos se representa a lo largo del tiempo el estado del proceso que estamos monitorizando. En el eje horizontal X se indica el tiempo, mientras que el eje vertical Y se representa algún indicador de la variable cuya calidad se mide. Además se incluye otras dos líneas horizontales: los límites superior e inferior de control, escogidos éstos de tal forma que la probabilidad de que una observación esté fuera de esos límites sea muy baja si el proceso está en estado de control, habitualmente inferior a 0.01.

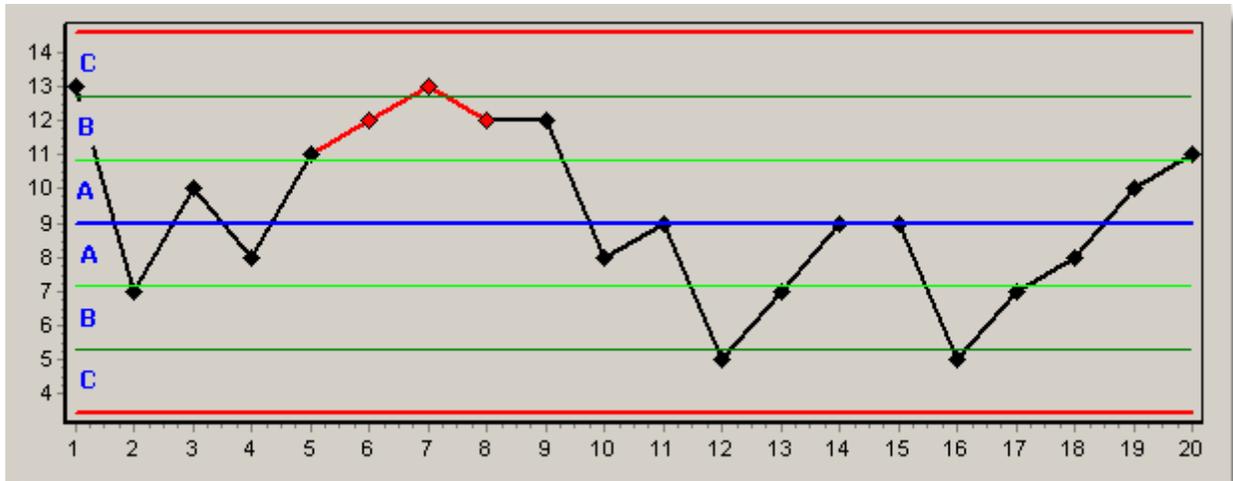
El objetivo de los gráficos de control es determinar de forma visual y por tanto sencilla cuando un proceso se encuentra fuera de control, con una probabilidad de error pequeña.

La primera indicación que el proceso puede estar fuera de control viene dada por la presencia de algún punto fuera de los límites de control. En la figura 40.

Para facilitar la detección de patrones anómalos o poco probables en un proceso en estado de control, conviene dividir en tres zonas de igual tamaño el

área situada a ambos lados de la línea central, entre ésta y los límites de control, como vemos en la siguiente figura:

Figura 40. Gráfico de control



Fuente: www.infoestadistico.com/graficosdecontrol

Si en el gráfico se está utilizando la desviación típica para calcular los límites de control, estas zonas corresponden a 1, 2 y 3 desviaciones típicas, que hemos marcado en la figura como A, B y C respectivamente.

Otra posible señal de que el proceso está fuera de control se da cuando aparecen un elevado número de puntos consecutivos al mismo lado de la línea central: si nos encontramos 8 puntos seguidos al mismo lado de la línea central, o 10 puntos de 11, ó 12 de 14.

Cualquier tratado sobre implantación de procesos de calidad presenta una serie de reglas caseras para detectar diferentes series de datos improbables. Además de las dos anteriores destacamos las siguientes:

- de 3 puntos seguidos en la zona C
- de 5 puntos seguidos en la zona B o más allá (como vemos que pasa en la figura 2 en los puntos marcados en rojo)
- 6 puntos seguidos ascendentes o descendentes
- 8 puntos seguidos fuera de la zona A, a ambos lados de la línea central

En cualquier caso siempre hay que estar atento a la presencia de patrones o tendencias en los gráficos de control.

Estas reglas pueden ser incluso más restrictivas (alerta para un nivel de probabilidad más bajo), si así lo requiere el proceso que se controla. Así por ejemplo en el mundo del control de calidad para los laboratorios de análisis clínicos son muy conocidas las denominadas reglas de Westgard, que no son más que una adaptación concreta de los razonamientos expuestos al control de calidad para un analizador del laboratorio, aparato en el que diariamente se efectuarán muestras de control de calidad para verificar que está funcionando adecuadamente. Los resultados obtenidos en estas muestras se representan en un gráfico de control como los ya descritos, aunque en ese entorno se conocen como gráfico de Levey-Jennings, y se aplican una serie de reglas probabilísticas de decisión en las que existen dos niveles: un nivel de alerta y un nivel de rechazo. Así una observación en la zona C o por encima supone una alerta y fuera de la zona de control, por encima de los límites de control obliga a rechazar los análisis efectuados.

Fuente: www.infoestadistico.com/graficosdecontrol