



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

**ESTUDIO PARA REDISTRIBUCIÓN DE EQUIPO MECÁNICO DE UN TALLER
DE RE-ACONDICIONAMIENTO DE TURBO MAQUINARIA**

José Rodrigo Carvajal Alvarado
Asesorado por el Ing. Luis Alberto Velásquez Aguilar

Guatemala, abril de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO PARA REDISTRIBUCIÓN DE EQUIPO MECÁNICO DE UN TALLER
DE RE-ACONDICIONAMIENTO DE TURBO MAQUINARIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

JOSÉ RODRIGO CARVAJAL ALVARADO

ASESORADO POR EL ING. LUIS ALBERTO VELÁSQUEZ AGUILAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ABRIL DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto 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. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
EXAMINADOR	Ing. Héctor Alexander Juárez Reyes
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:

ESTUDIO PARA REDISTRIBUCIÓN DE EQUIPO MECÁNICO DE UN TALLER DE RE-ACONDICIONAMIENTO DE TURBO MAQUINARIA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha junio del 2009.



José Rodrigo Carvajal Alvarado

Guatemala, 15 de enero de 2010

Ingeniero

Julio Cesar Campos Paiz

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

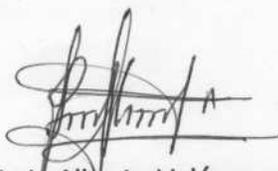
Señor Director:

Atentamente me dirijo a usted con el propósito de presentarle el trabajo de graduación, elaborado por el estudiante universitario José Rodrigo Carvajal Alvarado, el cual se titula: "**ESTUDIO PARA REDISTRIBUCIÓN DE EQUIPO MECÁNICO DE UN TALLER DE RE-ACONDICIONAMIENTO DE TURBO MAQUINARIA**".

En mi calidad de asesor, tengo el agrado de informarle que he asesorado el trabajo de graduación en mención y luego de las revisiones necesarias, me permito APROBARLO para los efectos de graduación del autor.

Agradeciendo su atención a la presente, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,



Ing. Luis Alberto Velásquez Aguilar

Colegiado 7358



El Coordinador del Área Complementaria de Ingeniería de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado ESTUDIO PARA REDISTRIBUCIÓN DE EQUIPO MECÁNICO DE UN TALLER DE RE-ACONDICIONAMIENTO DE TURBO MAQUINARIA, del estudiante José Rodrigo Carvajal Alvarado, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, febrero de 2010

/behdei

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de el Coordinador del Área Complementaria, al Trabajo de Graduación ESTUDIO PARA REDISTRIBUCIÓN DE EQUIPO MECÁNICO DE UN TALLER DE RE-ACONDICIONAMIENTO DE TURBO MAQUINARIA, del estudiante José Rodrigo Carvajal Alvarado, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, abril de 2010

JCCP/behdei



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, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO PARA REDISTRIBUCIÓN DE EQUIPO MECÁNICO DE UN TALLER DE RE-ACONDICIONAMIENTO DE TURBO MAQUINARIA**, presentado por el estudiante universitario **José Rodrigo Carvajal Alvarado**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, abril de 2010

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por ser el principal responsable de esta meta alcanzada, ya que sin Él nada de esto fuera posible.
- MIS PADRES** Marta y Alfonso, por su amor, comprensión, apoyo, motivación, confianza y esfuerzo, por guiarme en un buen camino.
- MIS HERMANOS** Gabriel, Juan y Luis, por su apoyo.
- MI NOVIA** Jackelinne, por su amor, apoyo y comprensión.
- MIS AMIGOS** Felipe, Abner, Ferdy, Noe, Carlos, Nery, Armando, Luis Rodrigo.

AGRADECIMIENTOS A:

El Ing. Luis Alberto Velásquez Aguilar, por su asesoría y colaboración durante el transcurso de la elaboración del presente trabajo.

Ing. Carlos Pérez, por sus consejos y guía para poder realizar todo lo necesario para la culminación de mi proyecto.

La Escuela de Ingeniería Mecánica, por ser mi centro de estudios y haberme brindado los conocimientos necesarios para desarrollarme profesionalmente.

La Facultad de Ingeniería, por permitirme realizar mi formación académica.

La Universidad de San Carlos, por haberme dado la oportunidad de convertirme en un profesional orgullosamente egresado de tan prestigiosa casa de estudios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE ABREVIATURAS.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. CONSIDERACIONES ESPECIALES	1
1.1. Principios de la distribución de maquinaria.....	1
1.1.1. Integración total.....	1
1.1.2. Mínima distancia recorrida	1
1.1.3. Circulación.....	1
1.1.4. Espacio cúbico	1
1.1.5. Satisfacción y seguridad.....	2
1.1.6. Flexibilidad	2
1.2. Normas para la distribución	2
1.3. Factores que afectan la distribución	4
1.3.1. Tamaño de la maquinaria	4
1.3.2. Peso de la maquinaria.....	5
1.3.3. Tamaño de las piezas a reacondicionar	5
1.3.4. Flexibilidad de la maquinaria	5
1.3.5. Número de máquinas que pueden realizar el mismo trabajo ...	5
1.3.6. Grado de automatización de la maquinaria.....	6
1.3.7. Métodos utilizados para colocar o remover las piezas a reacondicionar	6
1.3.8. Servicio requerido por la maquinaria	6
1.3.9. Facilidad y frecuencia de lubricación.....	7

1.3.10.	Facilidad para desplazar la maquinaria.....	7
1.3.11.	Costo de ampliación de las instalaciones	7
1.3.12.	Costo de modificación del taller	8
1.3.13.	Iluminación necesaria	8
1.3.14.	Espacio necesario para el almacenaje de piezas y materiales.....	8
1.3.15.	Espacio necesario para almacenaje de herramientas.....	9
1.3.16.	Accesibilidad a los pasillos.....	10
1.4.	Plantillas de máquinas	10
1.5.	Modelos y fijación de rutas.....	11
2.	MOVIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN	13
2.1.	Factores arquitectónicos	13
2.2.	Esquemas de distribución	13
2.2.1.	Según el tipo de pasillos	14
2.2.2.	Distribución circular	15
2.2.3.	Ángulos diversos.....	15
2.3.	Expansión futura	15
3.	DISTRIBUCIÓN DE LAS MÁQUINAS	17
3.1	Distribución por proceso:.....	17
3.2	Distribución por posición fija:.....	20
4.	TURBOMAQUINARIA.....	21
4.1	Turbo máquina:	21
4.2	Clasificación	21
4.2.1.	De acuerdo con el sentido del flujo de energía	21
4.2.2.	De acuerdo con la forma que presenta el fluido proyectado a través del rotor	22
4.2.3.	De acuerdo con el tipo de fluido que manejan	22
4.2.4.	De acuerdo con el cambio de presión en el rotor.....	22
4.2.5.	De acuerdo con el tipo de admisión	23

4.3	Turbinas de vapor.....	23
4.4	Turbocompresores.....	24
4.4.1.	Funcionamiento.....	24
4.5	Alabes.....	25
4.5.1.	Características.....	25
4.5.2.	Tipos.....	26
5.	PROCESOS QUE SE REALIZAN DENTRO DEL TALLER PARA EL REACONDICIONAMIENTO DE TURBOMAQUINARIA	27
5.1	Limpieza por SandBlast - Glassbead.....	27
5.2	Máquinas herramientas - maquinado de piezas	28
5.2.1.	Tornos	29
5.2.2.	Fresadoras	30
5.2.3.	Rectificadoras.....	31
5.2.4.	Taladros	32
5.3	Máquinas soldadoras – reconstrucción de piezas por aporte de material.....	32
5.3.1.	Soldadura manual de metal por arco.....	33
5.3.2.	Soldadura TIG	34
5.3.3.	Soldadura a gas	35
5.4	Balanceadora de banco – balanceo dinámico de rotores	36
5.4.1.	Equilibrado de ejes	36
5.5	Levantamiento de cargas	38
5.5.1.	Grúa puente	38
5.5.2.	Polipasto.....	39
5.6	Inventario de la maquinaria	40
6.	CLASIFICACIÓN DE MAQUINARIA DE TALLER.....	41
6.1	Según la dificultad de traslado.....	41
6.1.1.	Maquinaria móvil	41
6.1.2.	Maquinaria no móvil	41
6.1.3.	Maquinaria auxiliar	42

6.2	Según el trabajo que realiza.....	42
6.2.1.	Maquinaria para maquinado de piezas	42
6.2.2.	Maquinaria para soldadura	42
6.2.3.	Maquinaria para balanceo de rotores.....	43
6.2.4.	Maquinaria para limpieza de materiales o piezas	43
6.2.5.	Maquinaria para levantamiento de cargas	43
6.2.6.	Maquinaria auxiliar	43
CONCLUSIONES.....		47
RECOMENDACIONES		49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		51
APÉNDICE		53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organización actual del taller.....	55
2. Propuesta de pasillos y áreas de almacenaje.....	57
3. Taller según propuesta maquinaria y pasillos.....	59

TABLAS

I. Área circundante estimada por máquina.....	45
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

SLP	<i>Systematic Layout Planning</i>
CNC	Control Numérico por Computadora
SMAW	<i>Shielded metal arc welding</i>
MMA	<i>Manual metal arc welding</i>
TIG	<i>Tungsten Inert Gas</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grados Celsius
A	Amperio
cm	Centímetro
%	Porcentaje
Tons.	Toneladas
Lb.	Libras
kg.	Kilogramos
bar.	Bares
psi.	Pound per Square Inch (libra por pulgada cuadrada)

GLOSARIO

Acondicionamiento	Proceso mediante el cual se obtienen determinadas condiciones.
Aire comprimido	El aire comprimido se refiere a una tecnología o aplicación técnica que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor. En la mayoría de aplicaciones, el aire no sólo se comprime sino que también se deshumidifica y se filtra.
Álabes	Se denomina álabe a cada una de las paletas curvas de una rueda hidráulica o de una turbina.
Automatización	Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos
Bosquejo	Diseño provisional en que se trazan o apuntan sin precisión los principales rasgos de una pintura u otra obra de creación.

Carcasa

En general se denomina carcasa a un conjunto de piezas duras y resistentes, que dan soporte a piezas internas o protegen a otras partes de un equipo.

Cimentación

Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación al suelo. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que los pilares o muros que soportará, el área de contacto entre el suelo y la cimentación será proporcionalmente más grande que los elementos soportados (excepto en suelos rocosos muy coherentes).

Circundante

Que circunda o rodea determinado objeto o conjunto.

Coalescencia

La coalescencia es la capacidad de dos o más materiales de unirse en un único cuerpo.

Combustión

Es una reacción química en la que un elemento (combustible) se combina con otro (comburente, generalmente oxígeno en forma de O₂ gaseoso),

desprendiendo calor y produciendo un óxido.

Corriente alterna

Corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda sinusoidal, puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía.

Corriente continua

La corriente continua es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial. A diferencia de la corriente alterna, en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección.

Corriente eléctrica

Es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe a un movimiento de los electrones en el interior del material.

Diagrama de flujo

Es una forma de representar gráficamente los detalles algorítmicos de un proceso multifactorial. Se utiliza principalmente en programación, economía y procesos industriales, pasando también a partir de estas disciplinas a formar parte fundamental

de otras, como la psicología cognitiva. Estos diagramas utilizan una serie de símbolos con significados especiales y son la representación gráfica de los pasos de un proceso. En computación, son modelos tecnológicos utilizados para comprender los rudimentos de la programación lineal.

Energía cinética

La energía cinética de un cuerpo es una energía que surge en el fenómeno del movimiento.

Energía mecánica

Se denomina energía mecánica a la suma de las energías cinética y potencial.

Energía potencial

La energía potencial es la capacidad que tienen los cuerpos para realizar un trabajo. Puede pensarse como la energía almacenada en un sistema, o como una medida del trabajo que un sistema puede entregar.

Energía térmica

Se denomina energía térmica a la energía liberada en forma de calor.

Estación de trabajo

Una estación de trabajo es un objeto de planificación que ejecuta trabajos. Una estación de trabajo suele ser un

sistema individual en el que se ejecutan trabajos y secuencias de trabajos.

Estator

Un estator es una parte fija de una máquina rotativa, la cual alberga una parte móvil (rotor).

Fluido

Es una sustancia o medio continuo que se deforma continuamente en el tiempo ante la aplicación de una sollicitación o tensión tangencial sin importar la magnitud de ésta.

Fueloil o aceites combustibles

Los aceites combustibles son una variedad de mezclas líquidas de color amarillento a pardo claro provenientes del petróleo crudo. Ciertas sustancias químicas que se encuentran en los aceites combustibles pueden evaporarse fácilmente, en tanto otras pueden disolverse más fácilmente en agua.

Los aceites combustibles son producidos por diferentes procesos de refinación, dependiendo de los usos a que se designan. Los aceites combustibles pueden ser usados como combustibles para motores, lámparas, calentadores, hornos, y estufas, o como solventes.

Pistón

Se trata de un émbolo que se ajusta al interior de las paredes del cilindro mediante aros flexibles llamados segmentos o anillos. Efectúa un movimiento alternativo, obligando al fluido que ocupa el cilindro a modificar su presión y volumen o transformando en movimiento el cambio de presión y volumen del fluido.

Polea

Es una máquina simple que sirve para transmitir una fuerza. Se trata de una rueda, generalmente maciza y acanalada en su borde, que, con el concurso de una cuerda o cable que se hace pasar por el canal, se usa como elemento de transmisión para cambiar la dirección del movimiento en máquinas y mecanismos.

Propela

Hélice que se utiliza para la propulsión de una embarcación.

Rotor

El Rotor es el componente que gira (rota) en una máquina.

Salto entálpico

Expansión de fluido impulsor que se puede dar tanto en los álabes del rotor como en los álabes directores o toberas de inyección.

Termoplástico

Es un plástico que, a temperatura ambiente, es plástico o deformable, se derrite cuando se calienta y se endurece en un estado vítreo cuando se enfría lo suficiente. La mayor parte de los termoplásticos son polímeros de alto peso molecular.

Tobera

Una tobera es un dispositivo que convierte la energía potencial de un fluido (en forma térmica y de presión) en energía cinética.

Transformador

Máquina eléctrica que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia.

Vapor

Es un estado de la materia en el que las moléculas apenas interaccionan entre sí, adoptando la forma y el volumen del recipiente que lo contiene y tendiendo a expandirse todo lo posible. También es un fluido.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación propone la redistribución de equipo mecánico de un taller de re-acondicionamiento de turbo maquinaria.

El estudio de redistribución de maquinaria en un taller de re-acondicionamiento de turbo maquinaria, se realizó con el propósito de proponer un reordenamiento de la maquinaria, para maximizar el área del taller y al mismo tiempo aumentar la productividad del espacio, disminuir el tiempo que se utiliza para localizar y almacenar las partes de la maquinaria en la que se realizan los trabajos de re-acondicionamiento.

Para cumplir con los objetivos planteados, se realizó un inventario de la maquinaria de taller y estas se clasificaron según la dificultad que presentaban para trasladarse dentro de las instalaciones, así como el trabajo que se realiza en cada una de ellas. Para las máquinas que requieren de un operador continuamente, se estimaron valores en metros de la distancia necesaria hacia cada lado para su correcta operación, carga y descarga de materiales y para su mantenimiento.

Obteniendo con ello reducir los costos operativos del taller en pro de la búsqueda de un mejor aprovechamiento del recurso espacio dentro de éste y evitar contratiempos y de esta forma lograr eficiencias mayores en las reparaciones que se realicen.

OBJETIVOS

GENERAL:

Buscar el máximo aprovechamiento del área dentro del taller y estudiar la mejor forma de colocar la maquinaria utilizada, de forma que se reduzcan las pérdidas de tiempo en la localización de las piezas de trabajo, así como establecer un ambiente de trabajo más seguro.

ESPECÍFICOS:

1. Inventariar la maquinaria de trabajo dentro de las instalaciones del taller.
2. Agrupar la maquinaria dependiendo del tipo de trabajo que realiza.
3. Establecer el área circundante necesaria para cada máquina dentro del taller.
4. Demarcar pasajes libres y seguros para personal.
5. Proponer adquisición de equipo nuevo para mejoras en el taller.

INTRODUCCIÓN

Como parte de la evolución de las empresas en el afán de mejorar la calidad y el servicio prestado, es necesaria la búsqueda de formas de maximizar los recursos y minimizar los tiempos utilizados en cada una de las actividades realizadas. Parte de ello se relaciona con el personal operativo y la maquinaria utilizada como recursos de operación.

Por lo tanto, en el presente trabajo de graduación se propone un estudio el cual trata de la redistribución de la maquinaria utilizada en un taller mecánico de re-acondicionamiento de turbo maquinaria, en pro de la búsqueda de un mejor aprovechamiento del recurso espacio dentro del taller y evitar contratiempos que se dan a partir de obstrucciones entre la maquinaria utilizada para realizar las actividades dentro del taller y el personal que opera la maquinaria para realiza los trabajos de reparación.

Lo que se propone es acoplar los procesos de reparación de la mejor forma en el taller mecánico para buscar la mayor fluidez de la producción, así como también el establecer áreas específicas para almacenar las partes a las que se les realizan los trabajos y cajas de herramientas.

Para lograr cumplir con los objetivos planteados, se realizó un inventario de la maquinaria de taller y estas se clasificaron según la dificultad que presentaban para trasladarse dentro de las instalaciones, así como el trabajo que se realiza en cada una de ellas. Para las máquinas que requieren de un operador continuamente, se estimaron valores en metros de la distancia necesaria hacia cada lado para su correcta operación, carga y descarga de materiales y para su mantenimiento.

1. CONSIDERACIONES ESPECIALES

1.1 Principios de la distribución de maquinaria

1.1.1. Integración total

La base de este principio es la que supone la integración y coordinación de hombre, maquinaria y materiales en una unidad, con el propósito de convertir a la fábrica o industria en una sola máquina en funcionamiento.

1.1.2. Mínima distancia recorrida

Establece que la mejor distribución es aquella en la cual los materiales y las piezas recorran la menor distancia posible durante los procedimientos a los cuales serán sometidos. Asumiendo siempre que todos los demás factores son iguales.

1.1.3. Circulación

Determina si los demás factores son iguales, cada estación para realizar un proceso a una pieza o material, debe de situarse en el mismo orden o secuencia que ocupa en el procedimiento de fabricación.

1.1.4. Espacio cúbico

La base es el aprovechamiento de todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal. Buscando la mejor forma de ordenar los procesos dentro del espacio disponible en la planta.

1.1.5. Satisfacción y seguridad

Busca que la distribución en la planta se haga de tal forma que el trabajo sea más satisfactorio y seguro para los operadores u obreros, esto para obtener mayor efectividad en los procedimientos.

1.1.6. Flexibilidad

Establece que la mejor distribución es aquella que permite ajustar y readaptarse a los cambios dentro de los procesos con un costo e inconvenientes reducidos. Ya sea que se considere para una planta nueva o para una ampliación.

1.2. Normas para la distribución

Con ellas se pretende realizar los procesos de tal forma que sean más eficientes.

Las normas a considerarse en el ámbito de un taller de re-acondicionamiento de maquinaria son:

- Que se cuente con el espacio suficiente para que el operador se pueda mover libremente, es decir, que tenga un radio de acción adecuado para la operación en la estación de trabajo o maquinaria de proceso.
- Que tenga espacio suficiente para colocar y remover el material o la pieza, así como espacio para almacenar provisionalmente piezas o materiales a procesar.

- Que exista acceso directo a los pasillos dentro de la planta, de tal forma que no se dé el acorralamiento del operador o estación de trabajo.
- Que el tamaño de los pasillos sea tal que permita el fácil traslado de las piezas o los materiales entre las estaciones de trabajo.
- Evitar las esquinas y cruceros donde sea posible, marcando bien los pasillos con líneas amarillas.
- Aislar tanques de combustibles y materiales inflamables que puedan ocasionar accidentes.
- Colocar extintores de fuego en lugares accesibles.
- Aislar maquinarias que irradien mucho calor o máquinas ruidosas que puedan ocasionar molestias a los trabajadores dentro de la planta.
- Contar con el equipo necesario para la limpieza del taller o planta.
- Evitar los espacios ociosos en los cuales se amontone materiales y/o piezas parcialmente procesadas, las cuales deben de encontrarse debidamente almacenadas.
- Se debe procurar que los servicios de electricidad, aire comprimido, vapor y agua se encuentren disponibles de ser necesarios para cada estación de trabajo.

- Procurar un pasillo de servicio al mayor número de máquinas posibles.
- Colocar protectores, toldos y guardas a las partes móviles de la maquinaria.
- Colocar pantallas detrás de ciertas máquinas, para evitar que salten astillas hacia los operadores.
- Colocar la maquinaria de forma optima en cuanto al ángulo de iluminación.
- Colocar las estaciones de trabajo o maquinaria en su posición optima en cuanto al ingreso y egreso de materiales.
- Colocar las estaciones de trabajo o maquinaria en su posición optima en cuanto a la secuencia dentro del proceso.

1.3. Factores que afectan la distribución

1.3.1. Tamaño de la maquinaria

La base de este principio es la que supone la integración y coordinación de hombre, maquinaria y materiales en una unidad, con el propósito de convertir a la fábrica o industria en una sola máquina en funcionamiento.

1.3.2. Peso de la maquinaria

Este factor debe considerarse al igual que el anterior, ya que dependiendo del peso y del tamaño, requerirá de cimentación especial en el lugar en que se ha de colocar.

1.3.3. Tamaño de las piezas a reacondicionar

A mayor volumen de las piezas a reacondicionar o procesar, mayor dificultad en la forma de alimentar y retirar dichas piezas de las máquinas o estaciones de trabajo, por lo tanto, mayor es el grado en que afectan a la distribución de la maquinaria dentro del taller.

1.3.4. Flexibilidad de la maquinaria

La flexibilidad de la maquinaria, puede o no ser un factor importante y dependerá de si la máquina puede o no desempeñar diferentes trabajos. Por lo cual buscará colocar dicha máquina en el diagrama de flujo del proceso de tal forma en que pueda realizar diversos trabajos sin requerir mayor esfuerzo o modificación de la línea de proceso.

1.3.5. Número de máquinas que pueden realizar el mismo trabajo

Dependiendo del volumen de trabajo, es necesario contar con varias máquinas iguales que efectúen el mismo trabajo, por lo que es indispensable colocar las máquinas de tal forma que las piezas o materiales a procesar se puedan alimentar a cualquiera de las máquinas.

1.3.6. Grado de automatización de la maquinaria

El grado de automatización de la maquinaria es de mayor importancia a medida que la fabricación se transforma en una producción en serie. Evitando hasta donde sea posible, la intervención humana. En procesos en que las piezas o materiales no siguen siempre la misma secuencia de maquinaria, no es tan importante la colocación de una máquina a continuación de la otra.

1.3.7. Métodos utilizados para colocar o remover las piezas a reacondicionar

La importancia del método para alimentar las piezas o materiales de las estaciones de trabajo o máquinas, influirá en la distribución de la maquinaria dentro del taller o planta. Se le dará mayor importancia a la distribución de la maquinaria cuyas piezas o materiales sean de mayor peso o tamaño, o con las cuales exista el riesgo de accidentes por su manipulación. Sin embargo, los métodos de alimentación pueden ser por medio de carros, a mano, con montacargas, mediante cadenas, rieles de carga o puentes grúa. Dichos métodos deberán de considerarse en la distribución de la maquinaria.

1.3.8. Servicio requerido por la maquinaria

Es un factor a considerar dependiendo de las necesidades de operación de la máquina o estación de trabajo. Ya que esta puede requerir tomas eléctricas, aire comprimido, vapor u otros. Por lo que es necesario considerarlo en el momento de la distribución de dichas máquinas.

1.3.9. Facilidad y frecuencia de lubricación

Este factor no afecta en gran medida la distribución de las máquinas, sin embargo, requiere de cierto espacio mínimo que se da entre máquinas para que el operador trabaje cómodamente y lubricar la máquina cuando sea requerido. Aunque actualmente, la maquinaria moderna y compleja posee sistemas de lubricación centralizados.

1.3.10. Facilidad para desplazar la maquinaria

Por lo general, no se acostumbra trasladar la maquinaria de un lado a otro, en todo caso, accesorios para operaciones especiales u ocasionales pueden ser requeridos para ciertas operaciones, como lo son las máquinas de soldadura. Aunque estas máquinas auxiliares no afectan la posición original de las otras máquina o estaciones de trabajo, ya que suelen ocupar poco espacio y son de carácter temporal. En todo caso, se debe considerar su tamaño a la hora de diseñar los pasillos.

1.3.11. Costo de ampliación de las instalaciones

Es el costo ocasionado por una ampliación, suele ser alto y de bastante importancia en la distribución original de la planta o taller. Este costo es debido únicamente a extensiones y modificaciones necesarias para los servicios de la maquinaria nueva. Por ello es necesario considerarlo para futuras ampliaciones al hacer la instalación original.

1.3.12. Costo de modificación del taller

Este factor es de suma importancia, ya que el costo de la reinstalación de la maquinaria es alto. Por lo tanto, debe considerarse que las máquinas pesadas que requieren cimentación especial, permanezcan en su posición original, es decir, que permanezcan en su mismo sitio, moviendo la menor cantidad de maquinaria pesada para así minimizar los costos de realizar una nueva cimentación.

1.3.13. Iluminación necesaria

La iluminación requerida dependerá de las necesidades del trabajo que se elabore en cada una de las estaciones de trabajo. Por ejemplo, en las máquinas o estaciones de trabajo en las que se realicen labores de precisión como mediciones o maquinados, deberán de contar con un nivel de iluminación mayor al natural, con el fin de que los operadores o técnicos realicen las tareas sin ningún esfuerzo. Sin embargo, en estaciones donde se realicen tareas de desarmado o armado de piezas comunes, bastará con iluminación natural.

1.3.14. Espacio necesario para el almacenaje de piezas y materiales

La importancia de este factor, dependerá del proceso y del tamaño de la pieza o piezas a procesar.

Cuando el proceso de fabricación es principalmente por producto, el material va pasando de una máquina a otra con el mínimo tiempo de demoras. Todas las máquinas llevan el mismo ritmo y no se acumula el material ante una máquina, salvo cuellos de botella ocasionados por la baja capacidad de determinadas máquinas.

Cuando la producción es por proceso, este factor es de mayor importancia, ya que no todo el material lleva la misma secuencia a lo largo de su fabricación, se puede dar el caso de que se acumule.

El tamaño de la pieza a procesar o la operación a la que se someterá, también influyen en la necesidad de espacio para su almacenaje temporal. Si las piezas son pequeñas y la operación que se les hace en las estaciones de trabajo o máquinas es rápida, el operador deberá tener cierta cantidad de piezas para estar alimentando el proceso de trabajo, lo cual incurre en espacio para almacenamiento.

1.3.15. Espacio necesario para almacenaje de herramientas

Se debe procurar que el operario o técnico pierda el menor tiempo posible en obtener las herramientas necesarias para realizar sus labores.

El almacenaje de las herramientas de trabajo se puede dividir de las siguientes formas:

- Centralización: almacén único al que se dirige el personal para obtener las herramientas de trabajo.
- Descentralización total: es aquella en que cada trabajador tiene su propio almacén con toda la herramienta que puede llegar a necesitar
- Descentralización parcial: cada trabajador posee un almacén individual con herramienta básica, sin embargo, existe un

almacén central en el cual se encuentra la herramienta especializada y de uso común para los demás operadores.

Un factor que puede afectar la descentralización es el servicio o mantenimiento que puede requerir la herramienta que los operadores posean.

1.3.16. Accesibilidad a los pasillos

Este se refiere a la facilidad con la cual los carros de transporte de piezas o materiales, tienen para cargar o descargar en cada estación de trabajo o maquinaria del taller. Es indispensable que estos puedan cargar o descargar junto a la máquina.

Este factor se verá afectado de acuerdo al grado de automatización del proceso, ya que a un mayor grado de automatización del transporte, el material o piezas es entregado mediante cadenas, fajas o ductos, con lo cual disminuye la necesidad de acceso a los pasillos.

1.4. Plantillas de máquinas

Las plantillas de las máquinas son útiles para planear la ubicación dentro de las instalaciones del taller. Generalmente, estas se utilizan a escala con referencia a un esquema de las instalaciones, con lo cual se pueden realizar proyecciones o estimaciones de su colocación en el taller o la planta.

La ventaja que presentan las plantillas en el momento de la organización del taller, esta dada a la libertad de poder moverlas dentro del

esquema de la planta, moviéndose una y otra vez hasta obtener una disposición apropiada. Dichas disposiciones deben de ser revisadas por varias personas, para así prever cualquier error en el esquema, que de no ser evitado, podría inferir en costos mayores para corregir dicho problema.

Este mismo sistema de plantillas puede utilizarse para realizar bosquejos para futuras ampliaciones de las instalaciones.

Las modificaciones se planean y se establecen utilizando el método de las plantillas antes de que se lleven a cabo.

1.5. Modelos y fijación de rutas

Un modelo de ruta se utiliza para observar las ventajas o desventajas obtenidas al realizar cambios en la organización de las máquinas o estaciones de trabajo dentro de las instalaciones de una planta.

Se componen básicamente de un tablero en el cual esta representada la planta mediante un esquema con las plantillas de las máquinas o estaciones de trabajo a escala. Además, se representan las rutas de los procesos mediante cintas o cuerdas de colores, partiendo desde el punto de origen de algún proceso, hasta que se termina dicho proceso. Estas rutas, abarcan el paso por las estaciones de trabajo o máquinas, así como el método de transporte de las piezas dentro de las instalaciones, ya sea carros, cadenas, fajas, grúas, etc.

2. MOVIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN

2.1. Factores arquitectónicos

Al diseñarse un nuevo edificio para una planta, se deben de considerar las rutas, los procesos y los procedimientos a realizarse dentro de las instalaciones con el fin de optimizar las labores. Sin embargo, en plantas ya existentes, los procesos deberán de adaptarse a las condiciones o limitaciones ya establecidas por el diseño del edificio.

Considerando que se cuenta ya con un edificio, existe la posibilidad de cambiar algunas limitantes, pero para los principales componentes estructurales no es factible modificarlos ni prácticamente, ni económicamente hablando.

Lo que se busca es acoplar los procesos de la mejor forma al edificio para buscar la mayor fluidez de la producción.

2.2. Esquemas de distribución

Los esquemas de movimiento en el interior de un edificio dependen de las dimensiones de la superficie disponible, de la superficie en sí y de los requisitos individuales del área ocupada por la maquinaria o lugar de trabajo.

El área necesaria de un lugar de trabajo, debe incluir el espacio necesario para el movimiento libre del operador, del espacio necesario para la carga y descarga de materiales o piezas, las herramientas necesarias para realizar el trabajo y de cualquier otro objeto que sea necesario para las operaciones y el mantenimiento de la máquina en dicha área de trabajo.

Las distribuciones de las maquinas pueden clasificarse en los siguientes esquemas generales:

2.2.1. Según el tipo de pasillos

- Pasillo en línea recta: Esta distribución es donde el eje principal de las máquinas se encuentra paralelo al eje principal del pasillo adyacente. Generalmente teniendo conjuntos de máquinas a ambos lados del pasillo. En consecuencia, el número total de pasillos necesarios es igual la mitad de las filas de máquinas.
- Pasillo en diagonal: Esta es aquella en la que la línea central de las máquinas está colocada en ángulo con respecto a la dirección del pasillo. La cual permite que los materiales o piezas puedan entrar desde la misma dirección a un lado de la máquina y salir del área de trabajo por el otro lado, mientras el equipo destinado al manejo se desplaza en una línea opuesta a la del primer pasillo. Así se podrá aprovechar de forma más eficiente el movimiento en una sola dirección y reducir el ancho necesario de los pasillos. Además, presenta una ventaja con respecto a la de pasillos rectos, que permite aumentar el número de máquinas en una superficie determinada, debido a que las máquinas suelen ser más largas que anchas y colocándolas en ángulo con respecto al eje del pasillo, permite un mayor número de estas, con lo cual aumenta la proporción de máquinas con respecto a la superficie disponible.

2.2.2. Distribución circular

Este es conveniente cuando un solo operador puede atender un grupo de máquinas a la vez, usándose generalmente cuando es mayor el nivel de automatización de las mismas. En este caso, las máquinas se disponen en una configuración circular alrededor del operador, este se mueve a lo largo de la circunferencia para atender cada una cuando es necesario.

2.2.3. Ángulos diversos

Busca que cada máquina se coloque de tal forma que reciba de la manera más conveniente materiales o piezas de la máquina precedente y las pase a la que le sigue. Como ventaja ofrece el recorrido más corto y admite la superficie más pequeña para un número dado de máquinas. Esta es la mejor distribución para la automatización, dado que la distancia entre máquinas es corta y es factible retirar automáticamente las partes de producción de una máquina y avanzar a la posición siguiente, cargando la segunda máquina con un mínimo de tiempo o de almacenamiento de piezas entre operaciones.

Para dicho esquema, deben de proveerse de pasillos para que se mueva el personal, materiales, herramientas y equipos auxiliares.

2.3. Expansión futura

Es conveniente considerar una expansión de la planta en la planificación de la distribución. En la actualidad, la industria tiende a ubicar sus plantas en terrenos más amplios, con lo cual es permisible una

expansión hacia fuera. En esos casos no es tan indispensable planificar una expansión en altura para el planeamiento original.

La expansión vertical implica problemas de manejo y movimiento de instalaciones de maquinado y de estaciones de trabajo. También incurre en costos por mantener estas estaciones de trabajo indispuestas durante los movimientos. Esto es caro y debe evitarse, considerándose únicamente cuando permite facilitar los procesos dentro del taller o planta.

Al diseñar, debe de considerarse la posibilidad de una expansión posterior con un mínimo de gastos, de nuevas distribuciones, de reubicación de equipos existentes y la menor pérdida de tiempo de disponibilidad.

En el caso de distribución según proceso, estos procesos individuales se pueden arreglar de manera que secciones individuales o en grupo se expandan según la distribución original. Solo algunas secciones o departamentos necesitaran desmantelamiento y nueva ubicación.

Existen casos en los que la expansión no es factible, por lo que se hace necesario el traslado total de la planta, siempre y cuando los beneficios obtenidos, sean mayores al costo del traslado.

3. DISTRIBUCIÓN DE LAS MÁQUINAS

3.1 Distribución por proceso:

Llamada también Distribución de Taller de Trabajo o Distribución por Función. Se agrupan el equipo o las funciones similares, como sería un área para tornos, máquinas de estampado.

De acuerdo con la secuencia de operaciones establecida, una parte pasa de un área a otra, donde se ubican las máquinas adecuadas para cada operación.

La técnica más común para obtener una distribución por proceso, es acomodar las estaciones que realizan procesos similares de manera que se optimice su ubicación relativa. En muchas instalaciones, la ubicación óptima implica colocar de manera adyacente las estaciones entre las cuales hay gran cantidad de tráfico.

Para optimizar se minimiza los costos de movimientos interdependientes, o sea minimizar el costo de manejo de materiales entre estaciones.

Como el flujo numérico de artículos entre estaciones no revela los factores cualitativos que pueden ser decisivos para la distribución, se emplea una técnica conocida como Planificación Sistemática de Distribución de Planta o SLP (Systematic Layout Planning). Esto implica desarrollar un diagrama de relaciones, que muestre el grado de importancia de, tener a cada estación adyacente a cada una de las otras.

Ventajas:

- El trabajo se mueve siguiendo rutas mecánicas directas, lo que hace que sean menores los retrasos en la fabricación.
- Menos manipulación de materiales debido a que el recorrido a la labor es más corto sobre una serie de máquinas sucesivas, contiguas o puestos de trabajo adyacentes.
- Estrecha coordinación de la fabricación debido al orden definido de las operaciones sobre máquinas contiguas. Menos probabilidades de que se pierdan materiales o que se produzcan retrasos de fabricación.
- Tiempo total de producción menor. Se evitan las demoras entre máquinas.
- Menores cantidades de trabajo en curso, poca acumulación de materiales en las diferentes operaciones y en el tránsito entre éstas.
- Menor superficie de suelo ocupado por unidad de producto debido a la concentración de la fabricación.
- Cantidad limitada de inspección, quizá solamente una antes de que el producto entre en la línea, otra después que salga de ella y poca inspección entre ambos puntos.
- Control de producción muy simplificado. El control visual reemplaza en gran parte el trabajo de papeleo. Menos impresiones y registros utilizados. La labor se comprueba a la entrada a la línea de producción y a su salida. Pocas órdenes de trabajo, pocos boletos de inspección, pocas órdenes de movimiento, etc. menos contabilidad y costos administrativos más bajos.

- Se obtiene una mejor utilización de la mano de obra debido a que existe mayor especialización del trabajo. Que es más fácil adiestrarlo. Que se tiene mayor afluencia de mano de obra ya que se pueden emplear trabajadores especializados y no especializados.

Desventajas:

- Elevada inversión en máquinas debido a sus duplicidades en diversas líneas de producción.
- Menos flexibilidad en la ejecución del trabajo porque las tareas no pueden asignarse a otras máquinas similares, como en la disposición por proceso.
- Menos pericia en los operarios. Cada uno aprende un trabajo en una máquina determinada o en un puesto que a menudo consiste en máquinas automáticas que el operario sólo tiene que alimentar.
- La inspección no es muy eficiente. Los inspectores regulan el trabajo en una serie de máquinas diferentes y no se hacen muy expertos en la labor de ninguna clase de ellas; que implica conocer su preparación, las velocidades, las alimentaciones, los límites posibles de su trabajo, etc. Sin embargo, puesto que las máquinas son preparadas para trabajar con operarios expertos en ésta labor, la inspección, aunque abarca una serie de máquinas diferentes puede esperarse razonablemente que sea tan eficiente como si abarcara solo una clase.
- Los costos de fabricación pueden mostrar tendencia a ser más altos, aunque los de mano de obra por unidad, quizás sean más bajos debido a los gastos generales elevados en la línea de producción.

Gastos especialmente altos por unidad cuando las líneas trabajan con poca carga ó están ocasionalmente ociosas.

- Peligro que se pare toda la línea de producción si una máquina sufre una avería. A menos de que haya varias máquinas de una misma clase: son necesarias reservas de máquina de reemplazo o que se hagan reparaciones urgentes inmediatas para que el trabajo no se interrumpa.

3.2 Distribución por posición fija:

El producto, material o pieza, por cuestiones de tamaño o peso, permanece en un lugar, mientras que se mueve el equipo de manufactura a donde está el producto.

4. TURBOMAQUINARIA

4.1 Turbo máquina:

Una turbo-máquina es una máquina cuyo elemento principal es un rodete (rotor) a través del cual pasa un fluido de forma continua, cambiando éste su cantidad de movimiento por acción de la máquina, dándose así una transferencia de energía entre la máquina y el fluido, la cual puede ser en sentido máquina-fluido o fluido-máquina.

Las turbo-máquinas se diferencian de otras máquinas térmicas en el hecho de que funcionan de manera continua y no discreta, como es el caso de los compresores de émbolo, las bombas de vapor a pistón o los populares motores de pistón, las cuales son máquinas de desplazamiento volumétrico o positivo. A semejanza de otras máquinas térmicas, son transformadoras de energía, lo cual es una característica fundamental, entregándole energía mecánica al fluido de trabajo convirtiéndola en presión (energía potencial), energía térmica o energía cinética del fluido, pudiendo ser este intercambio en sentido contrario.

4.2 Clasificación

Las turbo-máquinas pueden clasificarse de acuerdo a varios criterios como funcionamiento, composición o sentido de flujo de la energía.

4.2.1. De acuerdo con el sentido del flujo de energía

- **Motoras:** la energía es entregada por el fluido a la máquina, y esta entrega trabajo mecánico. La mayoría de las turbo-máquinas motoras son llamadas "turbinas", pero dentro de este género también entran los molinos de viento. Posteriormente la energía mecánica puede ser

transformada en otro tipo de energía, como la energía eléctrica en el caso de las turbinas eléctricas.

- Generadoras: la energía es entregada por la máquina al fluido, y el trabajo se obtiene de este. En este género entran las bombas, sopladores, turbocompresores, ventiladores, y otros.

4.2.2. De acuerdo con la forma que presenta el fluido proyectado a través del rotor

- Radial: Si la trayectoria que sigue el fluido es principalmente normal al eje de rotación (centrífugas o centrípetas según la dirección de movimiento).
- Axial: Cuando la trayectoria del fluido es fundamentalmente paralelo al eje de rotación.
- Diagonal: Flujo diagonal al eje de rotación.

4.2.3. De acuerdo con el tipo de fluido que manejan

- Térmicas: Cuando el cambio en la densidad del fluido es significativo dentro de la máquina, como en compresores.
- Hidráulicas: Cuando el cambio en la densidad del fluido no es significativo dentro de la máquina, como en bombas o ventiladores.

4.2.4. De acuerdo con el cambio de presión en el rotor

- Acción: no existe un cambio de presión en el paso del fluido por el rotor. El cambio o salto entálpico o expansión es realizada en los alabes directores o las toberas de inyección si se trata de la primera etapa de un conjunto de turbinas, estos elementos están sujetos al

estator. En el paso del vapor por el rotor la presión se mantendrá constante y habrá una reducción de la velocidad.

- Reacción: existe un cambio de presión en el paso del fluido por el rotor. La expansión, es decir, el salto entálpico del vapor puede realizarse tanto en el rotor como en el estator, cuando este salto ocurre únicamente en el rotor la turbina se conoce como de reacción pura.

4.2.5. De acuerdo con el tipo de admisión

- Total: todo el rotor es tocado por el fluido de trabajo.
- Parcial: no todo el rotor es tocado por el fluido de trabajo.

4.3 Turbinas de Vapor

Una turbina de vapor es una turbo-máquina motora, que transforma la energía de un flujo de vapor en energía mecánica a través de un intercambio de cantidad de movimiento entre el fluido de trabajo (entiéndase el vapor) y el rodete, órgano principal de la turbina, que cuenta con palas o alabes los cuales tienen una forma particular para poder realizar el intercambio energético. Las turbinas de vapor están presentes en diversos ciclos de potencia que utilizan un fluido que pueda cambiar de fase, entre éstos el más importante es el Ciclo Rankine, el cual genera el vapor en una caldera, de la cual sale en unas condiciones de elevada temperatura y presión. En la turbina se transforma la energía interna del vapor en energía mecánica que, típicamente, es aprovechada por un generador para producir electricidad.

En una turbina se pueden distinguir dos partes, el rotor y el estator. El rotor está formado por ruedas de alabes unidas al eje y que constituyen la parte móvil de la turbina. El estator también está formado por alabes, no unidos al eje sino a la carcasa de la turbina.

El término turbina de vapor es muy utilizado para referirse a una máquina motora la cual cuenta con un conjunto de turbinas para transformar la energía del vapor, también al conjunto del rodete y los alabes directores.

4.4 Turbocompresores

Un turbocompresor o turbo-cargador es un sistema de sobrealimentación que usa una turbina para aprovechar la energía residual de gases de combustión. Este tipo de sistemas se suele utilizar en motores de combustión interna.

4.4.1. Funcionamiento

El turbocompresor consiste en una turbina movida por los gases de escape en cuyo eje hay un compresor centrífugo que toma el aire a presión atmosférica después de pasar por el filtro de aire y luego lo comprime antes de introducirlo en los cilindros. Este aumento de la presión de la carga consigue introducir en el cilindro un mayor volumen de mezcla para motores gasolina o aire para motores diesel o fueloil, que el volumen real del cilindro permitiría a presión atmosférica, obteniendo el motor más potencia que un motor atmosférico de cilindrada equivalente.

Los turbocompresores para automóviles, son más pequeños y de presión de soplado más baja ejercen una presión máxima de 0,25 bar (3,625 psi), mientras que los más grandes alcanzan los 1,5 bar (21,75 psi). En motores de competición se llega a presiones de 3 y 4 bar. En motores de combustión interna para generación eléctrica, los turbocompresores alcanzan presiones de 5 bar.

Como la energía utilizada para comprimir el aire de admisión proviene de los gases de escape, este sistema no resta potencia al motor cuando el turbocompresor esta trabajando, si provoca perdidas fuera del rango de trabajo del turbo, a diferencia de otros, como los sistemas con compresor mecánico (sistemas en los que el compresor es accionado por una polea conectada al cigüeñal).

4.5 Alabes

Se denomina alabe a cada una de las paletas curvas de una rueda hidráulica o de una turbina.

Los alabes están sometidos a grandes esfuerzos de fatiga al trabajar en condiciones extremas donde soportan grandes fuerzas vibratorias.

El diseño y mecanizado de los alabes es muy complicado porque tiene que adaptarse para poder soportar las condiciones de trabajo a las que está sometido, y tendrá que tener por tanto gran rigidez y una geometría adecuada para distribuir todos los esfuerzos cuando operan en resonancia.

Los alabes forman parte de turbinas de gas, turbinas de vapor, turbocompresores, ventiladores y otros equipos rotatorios.

4.5.1. Características

Los alabes son perfiles aerodinámicos que reciben el gas y lo hacen cambiar de velocidad manteniendo en la turbina una presión constante, absorbiendo así la energía. Van sujetos al eje, formando las llamadas ruedas.

4.5.2. Tipos

- De impulso o acción: el flujo a través de los alabes de la etapa de impulso se produce de tal forma que su presión es prácticamente la misma a la entrada y a la salida. Sin embargo, se produce un cambio en la dirección del flujo que es aprovechado para hacer girar el rotor.
- De reacción: Las turbinas de reacción aprovechan la energía del fluido (vapor o gases calientes a alta presión), pero a diferencia de las turbinas de impulso, su expansión ocurre en los álabes fijos y en los álabes móviles.

5. PROCESOS QUE SE REALIZAN DENTRO DEL TALLER PARA EL REACONDICIONAMIENTO DE TURBOMAQUINARIA

Existen diversos procesos que se realizan con el propósito de reacondicionar turbo maquinaria. Puesto que todo trabajo de mantenimiento de la misma debe empezar por conocer el estado actual de la máquina, es necesario realizar los trabajos de limpieza para poder inspeccionar e identificar las áreas o piezas que requieren reparación o reemplazo. Con lo cual se establece el alcance de los trabajos a realizar en dicha máquina.

Luego, dependiendo de la inspección previa, se toman las decisiones en cuanto a como proceder con las reparaciones pertinentes. Para lo cual, según el caso, sea necesario el maquinado de piezas, la reconstrucción por medio del aporte de material por soldadura o el balanceo dinámico de los rotores de las turbo máquinas.

A continuación se describen los procesos y la maquinaria utilizada comúnmente para el re-acondicionamiento de turbo maquinaria.

5.1 Limpieza por SandBlast - Glassbead

El sandblast significa "chorro de arena" o "arenado", mientras que el glassbead significa "esferas de vidrio" o "perlas de cristal" y consiste en un sistema de lanzamiento de materiales abrasivos con aire a presión ocasionando cambios o no, sandblast y glassbead respectivamente, sobre cualquier superficie rígida, como por ejemplo: el vidrio, mármol, losa, loseta, azulejo, acrílico, madera, acero al carbón e inoxidable, hierro, cerámica, aluminio, bronce, cobre, concreto, etc.

El sandblast es utilizado por cualquier segmento de la industria sin importar el giro. Estas son algunas recomendaciones para usos y aplicaciones del SandBlast:

- Preparar superficies a pintar o recubrir.
- Remover oxidación e impurezas.
- Quitar pintura y otros acabados.
- Esmerilar vidrio y acrílico.
- Matizar metales no ferrosos.
- Pulir materiales opacos.
- Limpiar moldes permanentes para fundición.
- Avejentar la madera.
- Retirar impurezas de soldadura.
- Renovar partes para maquinaria, equipo y engranes.
- Realizar trabajos artísticos sobre diferentes superficies.
- Grabar artículos promocionales (tazas, vasos, ceniceros, etc.)
- Remover placas de concreto.

5.2 Máquinas herramientas - maquinado de piezas

La máquina herramienta es un tipo de máquina que se utiliza para dar forma a materiales sólidos, principalmente metales. Su característica principal es su falta de movilidad, ya que suelen ser máquinas estacionarias. El modelado de la pieza se realiza por la eliminación de una parte del material, que se puede realizar por arranque de viruta, estampado, corte o electro erosión.

El término máquina herramienta se suele reservar para herramientas que utilizan una fuente de energía distinta del esfuerzo humano, aunque también pueden ser impulsadas por personas si se instalan adecuadamente

o cuando no hay otra fuente de energía. Muchos historiadores de la tecnología consideran que las auténticas máquinas herramienta nacieron cuando se eliminó la actuación directa del hombre en el proceso de dar forma o troquelar los distintos tipos de herramientas.

Las máquinas herramienta pueden utilizar una gran variedad de fuentes de energía. La energía humana y la animal son opciones posibles, como lo es la energía obtenida a través del uso de ruedas hidráulicas. Sin embargo, el desarrollo real de las máquinas herramienta comenzó tras la invención de la máquina de vapor, que llevó a la Revolución Industrial. Hoy en día, la mayor parte de ellas funcionan con energía eléctrica.

Las máquinas-herramienta pueden operarse manualmente o mediante control automático. Las primeras máquinas utilizaban volantes para estabilizar su movimiento y poseían sistemas complejos de engranajes y palancas para controlar la máquina y las piezas en que trabajaba. Poco después de la Segunda Guerra Mundial se desarrollaron los sistemas de control numérico. Las máquinas de control numérico utilizaban una serie de números perforados en una cinta de papel o tarjetas perforadas para controlar su movimiento. En los años 60 se añadieron computadoras para aumentar la flexibilidad del proceso. Tales máquinas se comenzaron a llamar máquinas CNC, o máquinas de Control Numérico por Computadora. Las máquinas de control numérico y CNC pueden repetir secuencias una y otra vez con precisión, y pueden producir piezas mucho más complejas que las que pueda hacer el operario más experimentado.

5.2.1. Tornos

Se denomina torno a un conjunto de máquinas herramienta que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Estas máquinas-herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o fijada entre los puntos de centraje) mientras una o varias

herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas. Desde el inicio de la Revolución industrial, el torno se ha convertido en una máquina básica en el proceso industrial de mecanizado.

El torno es una máquina que trabaja en el plano porque solo tiene dos ejes de trabajo, normalmente denominados Z y X. La herramienta de corte va montada sobre un carro que se desplaza sobre unas guías o rieles paralelos al eje de giro de la pieza que se tornea, llamado eje Z; sobre este carro hay otro que se mueve según el eje X, en dirección radial a la pieza que se tornea, y puede haber un tercer carro llamado charriot que se puede inclinar, para hacer conos, y donde se apoya la torreta portaherramientas. Cuando el carro principal desplaza la herramienta a lo largo del eje de rotación, produce el cilindrado de la pieza, y cuando el carro transversal se desplaza de forma perpendicular al eje de simetría de la pieza se realiza la operación denominada refrentado.

5.2.2. Fresadoras

Una fresadora es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. En las fresadoras tradicionales, la pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la herramienta, permitiendo obtener formas diversas, desde superficies planas a otras más complejas.

Gracias a la incorporación del control numérico, son las máquinas herramientas más polivalentes por la variedad de mecanizados que pueden realizar y la flexibilidad que permiten en el proceso de fabricación. La diversidad de procesos mecánicos y el aumento de la competitividad global han dado lugar a una amplia variedad de fresadoras que, aunque tienen una

base común, se diferencian notablemente según el sector industrial en el que se utilicen. Asimismo, los progresos técnicos de diseño y calidad que se han realizado en las herramientas de fresar, han hecho posible el empleo de parámetros de corte muy altos, lo que conlleva una reducción drástica de los tiempos de mecanizado.

Debido a la variedad de mecanizados que se pueden realizar en las fresadoras actuales, al amplio número de máquinas diferentes entre sí, tanto en su potencia como en sus características técnicas, a la diversidad de accesorios utilizados y a la necesidad de cumplir especificaciones de calidad rigurosas, la utilización de fresadoras requiere de personal cualificado profesionalmente, ya sea programador, preparador o fresador.

El empleo de estas máquinas, con elementos móviles y cortantes, así como líquidos tóxicos para la refrigeración y lubricación del corte, requiere unas condiciones de trabajo que preserven la seguridad y salud de los trabajadores y eviten daños a las máquinas, a las instalaciones y a los productos finales o semielaborados.

5.2.3. Rectificadoras

La rectificadora es una máquina herramienta, utilizada para conseguir mecanizados de precisión tanto en dimensiones como en acabado superficial, a veces a una operación de rectificado le siguen otras de pulido y lapeado. Las piezas que se rectifican son principalmente de acero endurecido mediante tratamiento térmico, utilizando para ellos discos abrasivos robustos, llamados muelas. Las partes de las piezas que se someten a rectificado han sido mecanizadas previamente en otras máquinas herramientas antes de ser endurecidas por tratamiento térmico y se ha dejado solamente un pequeño excedente de material para que la rectificadora lo pueda eliminar con facilidad y precisión.

5.2.4. Taladros

La taladradora es la máquina herramienta donde se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo. Tienen dos movimientos: El de rotación de la broca que le imprime el motor eléctrico de la máquina a través de una transmisión por poleas y engranajes, y el de avance de penetración de la broca, que puede realizarse de forma manual sensitiva o de forma automática, si incorpora transmisión para hacerlo.

Se llama taladrar a la operación de mecanizado que tiene por objeto producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera, utilizando como herramienta una broca. La operación de taladrar se puede hacer con un taladro portátil, con una máquina taladradora, en un torno, en una fresadora, en un centro de mecanizado CNC o en una mandrinadora.

5.3 Máquinas Soldadoras – reconstrucción de piezas por aporte de material

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y agregando un material de relleno fundido (metal o plástico), el cual tiene un punto de fusión menor al de la pieza a soldar, para conseguir un baño de material fundido (el baño de soldadura) que, al enfriarse, se convierte en una unión fuerte. A veces la presión es usada conjuntamente con el calor, o por sí misma, para producir la soldadura. Esto está en contraste con la soldadura blanda (en inglés soldering) y la soldadura fuerte (en inglés brazing), que implican el

derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo.

5.3.1. Soldadura manual de metal por arco

La soldadura manual por arco eléctrico con electrodo revestido es la forma más común de soldadura. Se suele utilizar la denominación abreviada SMAW (del inglés Shielded metal arc welding) o MMA (manual metal arc welding).

Mediante una corriente eléctrica (ya sea corriente alterna o corriente continua) se forma un arco eléctrico entre el metal a soldar y el electrodo utilizado, produciendo la fusión de este y su depósito sobre la unión soldada. Los electrodos suelen ser de acero suave, y están recubiertos con un material fundente que crea una atmósfera protectora que evita la oxidación del metal fundido y favorece la operación de soldeo. El electrodo recubierto utilizado en la soldadura por arco fue inventado por Oscar Kjellberg.

La polaridad de la corriente eléctrica afecta la transferencia de calor a las piezas unidas. Normalmente el polo positivo (+) se conecta al electrodo aunque, para soldar materiales muy delgados, se conecta al electrodo el polo negativo (-) de una fuente de corriente continua.

La posición más favorable para la soldadura es el plano (PA) pero se pueden realizar en cualquier posición.

La intensidad y la tensión adecuada para la operación de soldeo se obtiene mediante un transformador. Por medio de diferentes sistemas aplicados al secundario se pueden obtener diversas tensiones, adecuando la potencia del arco al tamaño de las piezas a soldar. Este equipo existe en versiones muy sencillas que permiten realizar pequeños trabajos de bricolaje.

5.3.2. Soldadura TIG

La soldadura TIG (Tungsten Inert Gas), se caracteriza por el empleo de un electrodo permanente de tungsteno, aleado a veces con torio o zirconio en porcentajes no superiores a un 2%. Dada la elevada resistencia a la temperatura del tungsteno (funde a 3410 °C), acompañada de la protección del gas, la punta del electrodo apenas se desgasta tras un uso prolongado. Los gases más utilizados para la protección del arco en esta soldadura son el argón y el helio, o mezclas de ambos.

La soldadura TIG se trabaja con corrientes continua y alterna. En corriente continua y polaridad directa, las intensidades de corriente son del orden de 50 a 500 amperios. Con esta polarización se consigue mayor penetración y un aumento en la duración del electrodo. Con polarización inversa, el baño de fusión es mayor pero hay menor penetración; las intensidades oscilan entre 5 y 60 A. La corriente alterna combina las ventajas de las dos anteriores, pero en contra da un arco poco estable y difícil de cebar.

La gran ventaja de este método de soldadura es, básicamente, la obtención de cordones más resistentes, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión que en el resto de procedimientos, ya que el gas protector impide el contacto entre la atmósfera y el baño de fusión. Además, dicho gas simplifica notablemente el soldeo de metales no ferrosos, por no requerir el empleo de desoxidantes, con las deformaciones o inclusiones de escoria que pueden implicar. Otra ventaja de la soldadura por arco con protección gaseosa es la que permite obtener soldaduras limpias y uniformes debido a la escasez de humos y proyecciones; la movilidad del gas que rodea al arco transparente permite al soldador ver claramente lo que está haciendo en todo momento, lo que repercute favorablemente en la calidad de la soldadura. El cordón obtenido es por tanto de un buen acabado superficial, que puede mejorarse con sencillas operaciones de acabado, lo que incide

favorablemente en los costes de producción. Además, la deformación que se produce en las inmediaciones del cordón de soldadura es menor.

Como inconvenientes está la necesidad de proporcionar un flujo continuo de gas, con la subsiguiente instalación de tuberías, botellas, etc., y el encarecimiento que supone. Además, este método de soldadura requiere una mano de obra muy especializada, lo que también aumenta los costes. Por tanto, no es uno de los métodos más utilizados sino que se reserva para uniones con necesidades especiales de acabado superficial y precisión.

5.3.3. Soldadura a gas

El proceso más común de soldadura a gas es la soldadura oxiacetilénica, también conocida como soldadura autógena o soldadura oxi-combustible. Es uno de los más viejos y más versátiles procesos de soldadura, pero en años recientes ha llegado a ser menos popular en aplicaciones industriales. Todavía es usada extensamente para soldar tuberías y tubos, como también para trabajo de reparación. El equipo es relativamente barato y simple, generalmente empleando la combustión del acetileno en oxígeno para producir una temperatura de la llama de soldadura de cerca de 3100 °C. Puesto que la llama es menos concentrada que un arco eléctrico, causa un enfriamiento más lento de la soldadura, que puede conducir a mayores tensiones residuales y distorsión de soldadura, aunque facilita la soldadura de aceros de alta aleación. Un proceso similar, generalmente llamado corte de oxi-combustible, es usado para cortar los metales. Otros métodos de la soldadura a gas, tales como soldadura de acetileno y aire, soldadura de hidrógeno y oxígeno, y soldadura de gas a presión son muy similares, generalmente diferenciándose solamente en el tipo de gases usados.

5.4 Balanceadora de banco – balanceo dinámico de rotores

Con el propósito de eliminar cualquier esfuerzo dinámico generado durante las reparaciones o re-acondicionamiento de los rotores de las turbo máquinas, es necesario realizar el proceso de balanceo o equilibrado dinámico de rotores. Para lo cual se utiliza la máquina o banco de balanceo.

La máquina de balanceo o equilibrado es una herramienta de medición de balance de maquinaria rotativa, como lo son: rotores de motores eléctricos, ventiladores, turbinas, poleas, propelas y bombas. Comúnmente la máquina consiste en dos pedestales rígidos, con los soportes y rodamientos en la parte superior. Pieza a la cual se le realizará el procedimiento de balanceo es rotada mediante faja, aire o conectada a un motor eléctrico. Mientras la pieza rota, la velocidad de giro es leída mediante un tacómetro y la vibración ocasionada por la rotación es transmitida a los soportes de los pedestales y es detectada por los sensores, estos a su vez transmiten la información de la cantidad de desbalance que presenta la pieza junto con la información de la fase de dicho desbalance, con lo cual se puede determinar la locación y cantidad del peso de corrección que debe ser agregado o sustraído de la pieza a balancear.

5.4.1. Equilibrado de ejes

Se llama equilibrado o balanceo de ejes al proceso que se realiza para eliminar o corregir fuerzas o momentos de inercia indeseados en mecanismos que giran.

A veces, es necesario eliminar o corregir fuerzas o momentos de inercia indeseados, y a esta técnica se le llama equilibrado de máquinas. Sabemos que en un ciclo de operación, el eslabón de referencia o soporte de la máquina soporta distintos esfuerzos, capaces de provocar vibraciones que pueden llegar a tener amplitudes peligrosas y por consecuencia llegar a

aflojar tornillos, tuercas y remaches. Estas vibraciones, pese a no ser siempre peligrosas, si se aplican repetidamente sobre los cojinetes, provocan cargas que pueden causar la rotura de los mismos, es decir, el fallo de la máquina por fatiga. Además, producen ruidos muy molestos en el entorno de trabajo. Luego a la hora de diseñar una máquina será necesario reducir esas fuerzas de inercia causantes de las vibraciones.

Cuando un eslabón o un elemento de un mecanismo se encuentra en rotación pura, siempre va a poder estar completamente equilibrado, de tal forma que las fuerzas o momentos de inercia que provocan las vibraciones desaparezcan. En la práctica, si se va a diseñar, se suelen equilibrar todos los elementos que se encuentren en rotación, excepto cuando se desee que haya vibraciones concretas. Hay dos tipos de equilibrado en un elemento que gira:

- Estático
- Dinámico

El estático es una modificación o variante del dinámico, pero para que un elemento esté totalmente equilibrado se necesita que haya un equilibrado dinámico. Aun así, en ocasiones, el dinámico puede sustituirse por el estático, que es más fácil de resolver. Un elemento que gira se diseña de forma que el equilibrado esté incluido en su geometría. Pese a esto, las pequeñas variaciones en cada pieza producidas a la hora de la fabricación, y debido a las tolerancias aceptadas, siempre puede haber algún pequeño desequilibrio en estas. Esto deberá tenerse en cuenta y después de la fabricación, se deberá aplicar alguna técnica de equilibrado. Esto se hace de forma sencilla quitando o añadiendo material en los puntos calculados (ya que se puede determinar con precisión la magnitud y ubicación de los desequilibrios).

El rotor real no solamente tiene un único desequilibrio sino teóricamente un sinnúmero de desequilibrios, los cuales se encuentran en el eje del rotor sin ningún orden. Esta infinidad de desequilibrios, sin embargo, se pueden reemplazar por dos desequilibrios en dos planos a elegir. Estos dos desequilibrios por lo general serán distintos en valor y ángulo. Como solamente se puede determinar este estado de desequilibrio cuando el rotor está girando, hablamos de desequilibrio dinámico, el cual se puede dividir en una parte estática y un desequilibrio de par.

Para corregir completamente el desequilibrio dinámico se necesitan dos planos. El desequilibrio dinámico existe prácticamente en todos los rotores. Para el equilibrado se utilizan máquinas horizontales y verticales.

5.5 Levantamiento de cargas

5.5.1. Grúa puente

Los puente grúas son aparatos destinados al transporte de materiales y cargas en desplazamientos verticales y horizontales en el interior y exterior de industrias o depósitos.

Generalmente consta de una o dos vigas móviles sobre carriles, apoyadas en columnas, consolas, a lo largo de dos paredes opuestas de un edificio rectangular.

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

Desde el punto de vista de seguridad se consideran tres partes:

- El puente: se desplaza a lo largo de la nave.
- El carro: se desplaza sobre el puente y recorre el ancho de la nave.
- El gancho: va sujeto del carro mediante el cable principal, realizando los movimientos de subida y bajada de las cargas.

5.5.2. Polipasto

Se llama polipasto a una máquina que se utiliza para levantar o mover una carga con una gran ventaja mecánica, porque se necesita aplicar una fuerza mucho menor al peso que hay que mover. Lleva dos o más poleas incorporadas para minimizar el esfuerzo.

Estos mecanismos se utilizan mucho en los talleres o industrias que cargan elementos y materiales muy pesados para hacer más rápida y fácil la elevación y colocación de estas piezas en las diferentes máquinas-herramientas que hay en los talleres o almacenes, así como cargarlas y descargarlas de los camiones que las transportan.

Suelen estar sujetos a un brazo giratorio que hay acoplado a una máquina, o pueden ser móviles guiados por rieles colocados en los techos de las naves industriales.

Los polipastos tienen varios tamaños o potencia de elevación; los pequeños se manipulan a mano y los más grandes llevan incorporados un motor eléctrico.

5.6 Inventario de la maquinaria

Conociendo los procesos y la maquinaria utilizada en las instalaciones del taller, se realizó un inventario de la maquinaria con la que actualmente se cuenta en dicho taller:

- 1 Balanceadora de Banco de 12 tons. de capacidad
- 2 Balanceadoras de Banco de 1,500 lbs. de capacidad
- 2 Tornos medianos de 90 y 70 cm. de volteo
- 3 Fresadoras verticales
- 2 Rectificadoras
- 1 Puente grúa de 10 tons. de capacidad
- 1 Unidad de SandBlast
- 1 Unidad de Glassbead
- 2 Máquinas de soldadura eléctrica TIG / Electrodo revestido (marcas Miller y Lincoln)
- 4 Baterías de soldadura oxiacetileno
- 1 Máquina para recorte de álabes
- 2 Baterías para antorchas de gas propano
- 2 Grúas de torre para polipasto
- Cuarto de SandBlast

En este inventario se excluyeron herramientas de mano como barrenos, pulidoras, turbinas neumáticas, mangueras neumáticas y cualquier otro tipo de máquina o herramienta de mano, también fueron excluidos los polipastos, incluyéndose únicamente las grúas de torre en los que se utilizan.

6. CLASIFICACIÓN DE MAQUINARIA DE TALLER

La maquinaria se clasifica según la dificultad que presentan para trasladarse dentro de las instalaciones del taller y según el trabajo que realizan:

6.1 Según la dificultad de traslado:

6.1.1. Maquinaria movable:

Son máquinas que no se encuentran ancladas o que su tipo de base de sujeción permite que sean trasladadas dentro de las instalaciones sin un esfuerzo o costo elevado.

- Balanceadora de banco de 12 toneladas.
- Grúas de torre para polipasto
- Unidad de SandBlast
- Unidad de Glassbead
- Tornos de 90 y 70 cm de volteo
- Fresas verticales
- Rectificadoras
- Máquinas de soldadura eléctrica TIG / Electrodo revestido (marca Miller) como estación de trabajo

6.1.2. Maquinaria no movable:

Son máquinas que se encuentran ancladas o que su tipo de base de sujeción no permite que sean trasladadas dentro de las instalaciones, es decir, que presenten cimentación especial, por lo que incurrir en un esfuerzo o costo elevado para su traslado.

- Balanceadoras de banco de 1,500 libras.
- Cortadora de álabes
- Puente Grúa
- Cuarto de SandBlast

6.1.3. Maquinaria auxiliar:

Máquinas que asisten a las diferentes actividades realizadas dentro de las instalaciones del taller, estas deben de poder trasladarse fácilmente de una estación de trabajo a otra. Generalmente cuentan con un tipo de carro de transporte en el cual también se encuentran los accesorios necesarios para su operación.

- Baterías de soldadura oxiacetileno
- Baterías de antorcha de gas propano
- Máquinas de soldadura eléctrica TIG / Electrodo revestido (marca Lincoln) como unidad auxiliar

6.2 Según el trabajo que realiza:

6.2.1. Maquinaria para maquinado de piezas:

- Tornos
- Fresadoras Verticales
- Rectificadoras

6.2.2. Maquinaria para soldadura:

- Máquinas de soldadura eléctrica TIG / Electrodo revestido
- Baterías de soldadura oxiacetileno

6.2.3. Maquinaria para balanceo de rotores:

- Balanceadora de banco de 12 tons. de capacidad
- Balanceadoras de banco de 1,500 Lb. de capacidad

6.2.4. Maquinaria para limpieza de materiales o piezas:

- Unidad de SandBlast
- Unidad de Glassbead
- Cuarto de SandBlast

6.2.5. Maquinaria para levantamiento de cargas:

- Grúa puente de 10 tons. de capacidad
- Grúas de torre para polipastos
- Polipastos de 1 y 2 tons. de capacidad

6.2.6. Maquinaria auxiliar:

- Cortadora de álabes
- Baterías para antorchas de gas propano

A continuación se presenta una tabla de datos estimados acerca de el espacio circundante de cada máquina dentro de las instalaciones del taller, las cuales requieren de supervisión constante del operador. Estas estimaciones se determinaron mediante la observación de tamaño de las piezas o partes que se procesan en cada máquina individual, tomando en cuenta también el espacio necesario para el operador y el acceso para la limpieza y el mantenimiento de la misma.

Tabla I. Área circundante estimada por máquina

Máquina	Largo (m.)	Ancho (m.)	Área circundante necesaria en metros por lado	Espacio adicional para operador
Balancedora 12 Tons.	8.00	1.50	1.50	1.00
Balancedoras 1,500 Lb.	3.00	1.00	0.75	1.00
Torno 63.5 cm. de volteo	3.00	1.50	1.00	0.50
Torno 25 cm. de volteo	3.25	1.50	1.00	0.50
Cortadora de Álabes	2.50	2.00	0.90	0.00
Rectificadoras	1.50	1.00	0.80	0.80
Fresadoras	1.50	1.50	0.70	0.80
Unidad de SandBlast	2.00	1.50	1.00	0.70
Unidad de Glassbead	2.00	1.50	1.00	0.70

CONCLUSIONES

1. Se realizó un inventariado de la maquinaria en el taller y se obtuvo un total de 25 máquinas, las cuales se clasificaron según la dificultad que presentan para trasladarse dentro de las instalaciones del taller en caso de ser necesario.
2. La maquinaria inventariada se agrupó de acuerdo al tipo de trabajo que realiza, a continuación se enumeran los grupos de clasificación:
 - a. Maquinaria para maquinado de piezas
 - b. Maquinaria para soldadura
 - c. Maquinaria para balanceo de rotores
 - d. Maquinaria para limpieza de materiales o piezas
 - e. Maquinaria para levantamiento de cargas
 - f. Maquinaria auxiliar
3. En la tabla I, se tabularon los datos de las máquinas que requieren de un operador continuamente. Para dicha maquinaria, se estimaron valores en metros de la distancia necesaria hacia cada lado para su correcta operación, carga y descarga de materiales y para su mantenimiento.
4. En la figura 2 de los anexos, se puede observar la propuesta de los pasillos para que el personal del taller puedan transitar de forma segura dentro de las instalaciones.
5. Es necesario considerar la adquisición de un torno de mayor capacidad de volteo, ya que entre las actividades del taller

también trabaja con turbinas de diámetros mayores a los que los tornos actuales tienen capacidad. Las capacidades que deben de considerarse son las mismas a las de la balanceadora de banco de 12 toneladas. Como se lo presenta en la figura 3 de los anexos.

RECOMENDACIONES

1. Realizar los movimientos necesarios de la maquinaria para que la distribución de la misma sea concordante con la distribución por proceso, debido al tipo de trabajo que se realiza dentro de las instalaciones. Siendo principalmente recomendado para la maquinaria utilizada para el maquinado de piezas y para balanceo.
2. Cambiar las asistencias de los polipastos en cuanto a la carga y descarga de materiales para procesar en el área de tornos, ya que éstos al estar fijados a un riel que corre sobre un solo eje, dichos tornos deben de estar alineados de forma paralela a este eje, lo cual ocasiona pérdida de espacio útil en dicha área. Estas asistencias podrían verse mejoradas al usar un sistema de puente grúa. Dicha propuesta se puede observar en el diagrama número 2 del capítulo 9 en el área de tornos, en la cual se puede apreciar un mejor aprovechamiento del espacio disponible.
3. Establecer programas de limpieza y remoción de partes innecesarias o inútiles de las estanterías de almacenaje del taller, con lo cual se mejoraría el control de inventario de partes y se lograría un mejor aprovechamiento del área disponible. Lo que ayudaría a obtener un ambiente más ordenado dentro del taller.
4. Realizar estudios de mejoras de la ventilación del taller, para evitar que se estaque el aire dentro de las instalaciones, instalando sistemas de inyección de aire que asistan a los extractores de aire ya instalados. Lo cual también ayudaría a controlar los niveles de temperatura durante temporadas de temperatura ambiente muy cálida.

5. Se recomienda ampliar el recorrido e incrementar la capacidad del puente grúa de tal forma que el proceso de carga y descarga de maquinaria hacia plataformas de transporte no requiera la constante dependencia de compañías terceras que se encarguen únicamente de realizar dicho proceso. Ya que con ello no se encontrarían restringidos a los horarios que dichas compañías les puedan proporcionar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kulz, Myer. **Mechanical Engineers' Handbook**. (3rd. Edition). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2006.
2. Niebel, Benjamin & Freivalds, Andris. **Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo**. (10a. Edición). Alfaomega Grupo Editor, S. A., México, 2001.
3. William Harrison Severns, H.E. Degler, J.C. Miles. **La producción de energía mediante el vapor de agua, el aire y los gases**. Editorial Reverté, México, 1988.
4. B. Brushtein & V. Dementiev, **Manual del Tornero**, Mir Moscú, Rusia, 1967.
5. Schenck Balancing Machines
<http://www.schenck-rotec.com/>
Junio 2009
6. North American Industries – Puentes Grúas
http://www.naicranes.com/spanish_cranes/bridge_cranes.htm
Junio 2009
7. Wikipedia, La Enciclopedia Libre
<http://es.wikipedia.org>
Julio 2009
8. Kirck, Edgard. **Ingeniería de Métodos**, Editorial Limusa, México, 1977.

9. Agency for Toxic Substances & Disease Registry
http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts75.html
Julio 2009

10. Turbo Máquinas: Tutorial Interactivo Básico
<http://www.uamerica.edu.co/tutorial/>
Agosto 2009

APÉNDICE

Figura 1. Organización actual del taller

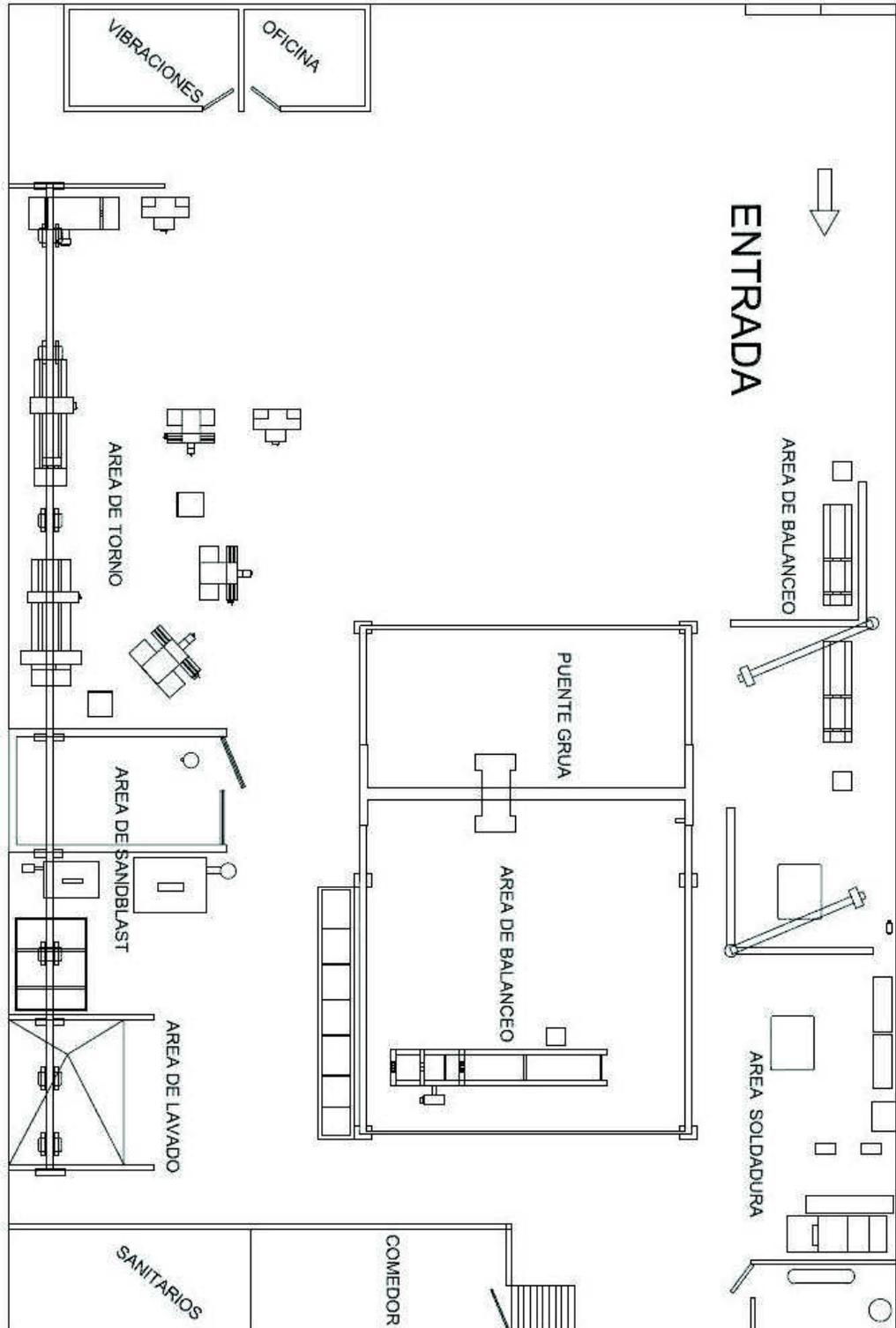


Figura 2. Propuesta de pasillos y áreas de almacenaje

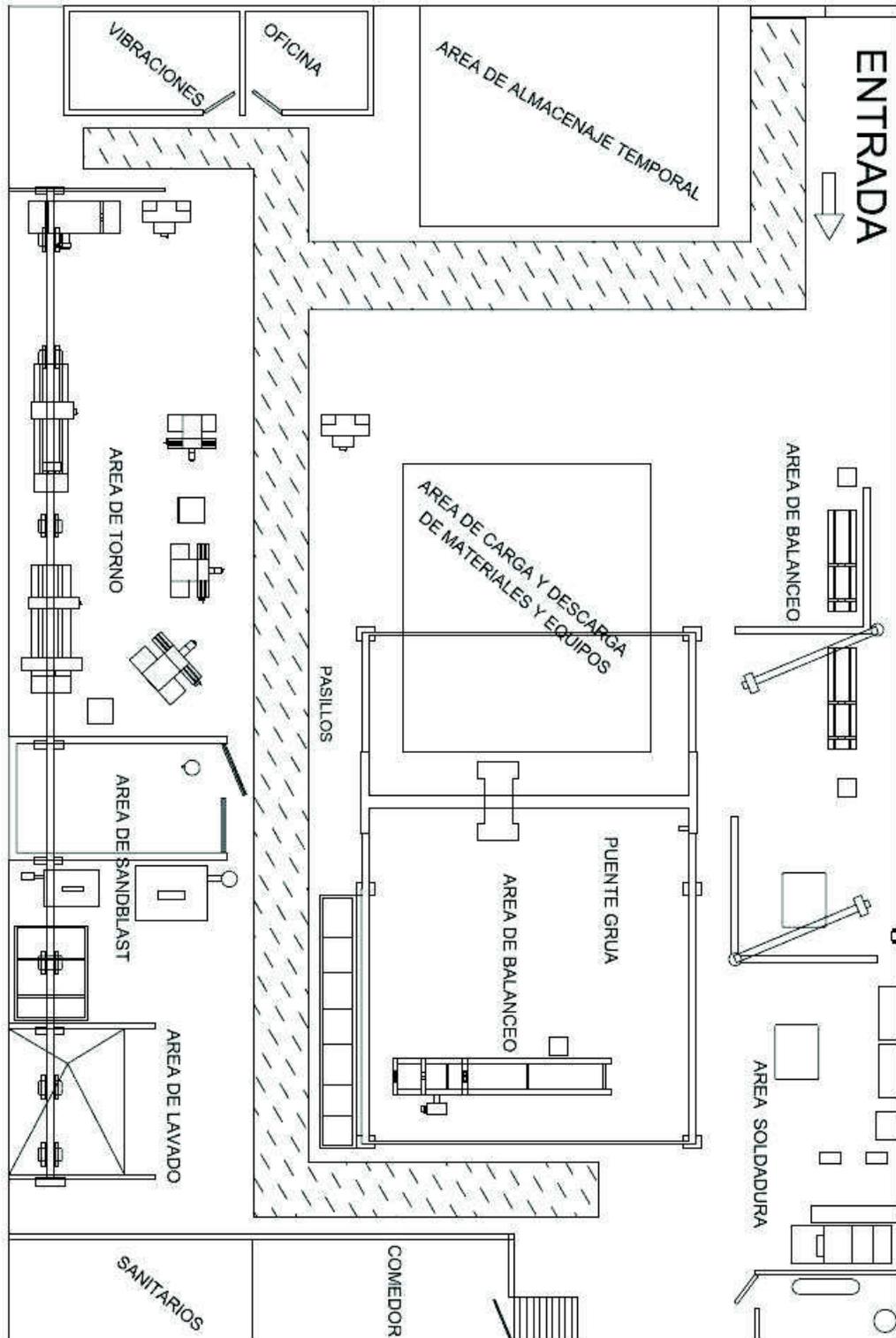


Figura 3. Taller según propuesta maquinaria y pasillos

