



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

**ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA MOVILIZACIÓN DE
LAS ÓRDENES DE TRABAJO EN EL TALLER DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL**

Carlos Snell Chicol Morales

Asesorado por el Ma. Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA MOVILIZACIÓN DE
LAS ÓRDENES DE TRABAJO EN EL TALLER DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARLOS SNELL CHICOL MORALES

ASESORADO POR EL MA. ING. CARLOS ENRIQUE CHICOL CABRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortíz
EXAMINADOR	Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA MOVILIZACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO EN EL TALLER DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 25 de julio de 2014.

Carlos Snell Chicol Morales

Guatemala, 15 de octubre de 2014

Ingeniero
Julio César Campos Paiz
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería

Ingeniero Campos.

Atendiendo a la designación que se me hiciera como asesor del trabajo de graduación **“ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA MOVILIZACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO EN EL TALLER DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL”**, solicitado por el estudiante Carlos Snell Chicol Morales, previo a optar el título de Ingeniero Mecánico y luego de la revisión de su contenido, me permito informarle que el trabajo desarrollado satisface el protocolo propuesto.

Por lo anteriormente expuesto, junto con el estudiante me hago responsable del contenido del presente trabajo de graduación y recomiendo que sea aprobado.

Atentamente,


Carlos Enrique Chicol Cabrera
Ingeniero Mecánico
Colegiado No.6965

Ma. Ing. Carlos E. Chicol C.
COL. No. 6965



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.Mecanica.287.2014

El Coordinador del Área de Complementaria, 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 EL MEJORAMIENTO EN LA MOVILIZACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO EN EL TALLER DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL**. Del estudiante **Carlos Snell Chicol Morales**, recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador del Área de Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, noviembre de 2014.



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.Mecanica.312.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, con la aprobación del Coordinador del Área de Complementaria del trabajo de **ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA MOVILIZACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO EN EL TALLER DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL**, del estudiante **Carlos Sneil Chicol Morales**, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"

MA Ing. Julio Cesar Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, Noviembre de 2014.



DTG. 679.2014

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 EL MEJORAMIENTO EN LA MOVILIZACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO EN EL TALLER DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Sneli Chicol Morales**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 20 de noviembre de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por brindarme sabiduría, inteligencia y fuerza para alcanzar esta meta.
- Mis padres** Carlos Chicol y Reina Morales de Chicol. Por darme la vida y enseñarme a luchar hasta el final. Por todo el esfuerzo que hicieron por mí. Porque me han dado la mejor herencia que es el estudio. Este triunfo también es de ustedes. Los amo.
- Mi esposa** Glenda Sánchez de Chicol. Por todos los momentos de desvelo, por tu ayuda, paciencia, gran amor y apoyo, porque ha sido un esfuerzo mutuo. Te amo mi mujer virtuosa.
- Mis hijos** Valerie Dominique y Carlos Snell Chicol. Por ser el tesoro más grande que Dios me pudo regalar. Si me dieran a elegir, los elegiría sin pensarlo, los amo.
- Mi hermano** Brian Chicol. Por toda la unión y apoyo que me ha brindado hasta el día de hoy.

Mis bisabuelos

Juan Francisco Donis (q.e.p.d.), Inés Fernández de Donis, German Cabrera (q.e.p.d.), Rosa Arévalo de Cabrera (q.e.p.d.). Quienes con sus bendiciones han marcado mi vida.

Mis abuelos

Mauricio Morales (q.e.p.d.), Vidalina Donis, Justo Nery Chicol, Natalia Cabrera de Chicol. Quienes con su amor y consentimiento me han apoyado a lo largo de mi vida y por haberme bendecido con unos excelentes padres.

AGRADECIMIENTOS A:

Guatemala	Por enseñarme el valor de nacer y vivir en un país tan hermoso.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de estudiar y formar parte de esta casa de estudios superiores.
Facultad de Ingeniería	Por aceptarme como miembro de esta gran Facultad.
Taller de Ingeniería Técnica Industrial	Por permitirme realizar mi trabajo de graduación en sus instalaciones.
Pintores Maestros y/o Mario René Sánchez Paz	Por el apoyo brindado para culminar mi carrera universitaria.
Personal docente y administrativo de la Facultad de Ingeniería	Ing. Murphy Paiz, Ing. Anabella Córdova, Ing. Hugo Rivera, Ing. Julio Cesar Campos, Ing. Carlos Humberto Pérez, Ing. Ismael Veliz, Ing. Roberto Guzmán, Ing. Byron Giovanni Palacios, Ing. Víctor Ruiz. Por su paciencia, dedicación y todos sus consejos.

Mis tíos

En especial a Maritza, Juan Carlos y Helmunth gracias por su amor y apoyo durante mi vida, los quiero mucho.

Mis amigos

En especial a: Jorge Tampán, Orlando Medina, Paulo Vargas, David Barrientos y a La Banda, la gran familia de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

Coroneles

Oscar Danilo Montecinos Merlos y Antonio Cruz Merlos. Por todos sus consejos en la culminación de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. EL TORNO COMO UNA MÁQUINA-HERRAMIENTA	1
1.1. Descripción del torno.....	1
1.2. Usos del torno	7
1.3. Tipos de torno.....	10
1.3.1. Torno paralelo.....	11
1.3.2. Torno copiado.....	12
1.3.3. Torno revólver.....	12
1.3.4. Torno automático.....	13
1.3.5. Torno vertical	13
1.3.6. Torno CNC.....	14
2. LA FRESADORA COMO UNA MÁQUINA-HERRAMIENTA	15
2.1. Descripción de la fresadora	15
2.2. Usos de la fresadora	17
2.3. Tipos de fresadoras.....	22
2.3.1. Fresadora horizontal.....	22
2.3.2. Fresadora vertical	23
2.3.3. Fresadora universal	23

3.	EL TALADRO COMO UNA MÁQUINA HERRAMIENTA	25
3.1.	Descripción del taladro.....	25
3.2.	Usos del taladro	27
3.3.	Tipos de taladros.....	29
3.3.1.	Taladro vertical.....	29
3.3.2.	Taladro radial	30
3.3.3.	Taladro de control numérico.....	31
4.	LA LIMADORA COMO UNA MÁQUINA-HERRAMIENTA	33
4.1.	Descripción de la limadora	33
4.2.	Usos de la limadora.....	36
4.3.	Tipos de limadoras.....	38
4.3.1.	Limadora de codo.....	38
4.3.2.	Limadora de mesa.....	39
5.	SITUACIÓN ACUTUAL DEL TALLER INENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL.....	41
5.1.	La administración	41
5.1.1.	Antecedentes	42
5.1.2.	Organigrama	42
5.1.3.	Análisis de recursos humanos.....	43
5.2.	Distribución de las instalaciones	45
5.2.1.	Distribución física	45
5.2.2.	Distribución geográfica.....	47
5.3.	Diagrama de flujo operacional.....	47
5.3.1.	Diagrama de flujo en trabajos programados.....	47
5.3.2.	Diagrama de flujo en emergencia.....	49
5.4.	Autoanálisis del servicio	50
5.4.1.	Perspectiva que tiene el taller en sí mismo	50

5.4.2.	Perspectiva que piensa el taller que el cliente tiene de él	51
6.	ESTUDIO DE EXPECTATIVAS DEL CLIENTE	53
6.1.	Encuestas.....	55
6.2.	Análisis de datos	57
6.2.1.	Parámetros estadísticos	57
6.2.2.	Estudio de medidas	57
6.3.	Interpretación de datos.....	58
7.	MEJORAMIENTO EN LA MOVILIZACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO.....	59
7.1.	Reestructuración administrativa	59
7.1.1.	Organigrama propuesto.....	59
7.1.2.	El recurso humano, pilar de la mejora	60
7.1.3.	Perfiles de puesto	63
7.2.	Redistribución de las instalaciones.....	64
7.2.1.	Distribución física.....	65
7.2.2.	Distribución geográfica	67
7.3.	Diagrama de flujo operacional propuesto	67
7.3.1.	Diagrama de flujo en trabajos programados.....	67
7.3.2.	Diagrama de flujo en emergencias	69
7.4.	Estrategia competitiva	70
8.	MEJORA Y DESARROLLO CONSTANTE.....	71
8.1.	Técnicas para dar seguimiento a la propuesta	71
8.2.	Auditoría de mejoras	71
8.3.	El servicio del taller de máquinas herramientas balance entre rapidez y calidad.....	72

CONCLUSIONES.....73
RECOMENDACIONES75
BIBLIOGRAFÍA.....77
APÉNDICES.....79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	El torno	2
2.	La fresadora	17
3.	El taladro	27
4.	Limadora horizontal.....	35
5.	Limadora vertical.....	36
6.	Planeado de superficies	37
7.	Operaciones que se pueden realizar en una limadora.....	37
8.	Organigrama actual	43
9.	Distribución actual del taller de máquinas herramientas	46
10.	Diagrama de flujo de trabajo programado	48
11.	Diagrama de flujo en emergencia	49
12.	Organigrama propuesto	60
13.	Prueba de conocimiento técnico	61
14.	Solicitud de empleo	62
15.	Distribución propuesta del taller de máquinas herramientas.....	66
16.	Diagrama de flujo propuesto en trabajos programados.....	68
17.	Diagrama de flujo propuesto en emergencias.....	69

TABLAS

I.	Categorías de necesidades.....	54
II.	Ítems de encuesta que estudian cada categoría de necesidad.....	55
III.	Resultados estadísticos	58

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
mm	Milímetros
%	Porcentaje

GLOSARIO

Ariete	Dispositivo de movimiento longitudinal de una limadora.
Bridas	Dispositivo de fijación de piezas utilizado en máquinas herramientas.
Calidad	Propiedad inherente de una cosa que permite caracterizarla y valorarla de las restantes de su especie.
Chavetero	Dispositivo para fijación de dos elementos, utilizado en máquinas herramientas.
Cilindrado	Operación realizada en el torno mediante el cual se reduce el diámetro de la barra de material que se está utilizando.
Diagrama de flujo	Muestra visual de una línea de pasos de acciones que implican un proceso determinado.
Hueco	Que está vacío por dentro.
Husillo	Parte de un torno en forma cónica utilizado para la colocación y fijación de herramientas de corte como lo son las brocas y escareadores.

Mecanizado	Proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante la eliminación de material, ya sea por arranque de viruta o abrasión.
Rapidez	Velocidad con la que se realiza un proceso.
Rectificado	Operación mecánica que consiste en afinar la superficie de piezas.
Refrentado	Operación realizada en el torno mediante la cual se mecaniza el extremo de la pieza en el plano perpendicular al eje de giro.

RESUMEN

Se describe el torno, la fresadora, el taladro y el cepillo como máquinas herramientas, detalla el funcionamiento de cada una de ellas incluyendo las operaciones especiales que suelen utilizarse constantemente en la industria.

Examina el funcionamiento de la empresa Ingeniería Técnica Industrial y la analiza desde el punto de vista de las funciones administrativas, recurso humano y logística de la operación, como también los trabajos programados y de emergencia.

Posteriormente se realiza un estudio de satisfacción del cliente, que tiene como finalidad saber cuál es la categoría de necesidad que más le satisface. Se detectó que el profesionalismo es el factor que más valora, por lo que las mejoras deben estar orientadas a satisfacer este aspecto.

Dentro de los puntos seleccionados para realizar los cambios están: ambiente físico de las instalaciones y reorganización del organigrama de la empresa, donde queden definidas las atribuciones, funciones y especialización necesaria para desempeñar cada puesto de trabajo.

Por último, se hace hincapié en la necesidad de dar un seguimiento a la propuesta, por medio de la aplicación periódica del estudio de satisfacción y este debe ser un interés primordial de Gerencia.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio técnico para el mejoramiento en la movilización de los órdenes de trabajo en el Taller de Máquinas Herramientas Ingeniería Técnica Industrial.

Específicos

1. Conocer el funcionamiento y las principales operaciones de las máquinas herramientas.
2. Establecer mediante un estudio de campo las necesidades del cliente con la finalidad de documentarlas.
3. Proponer un proceso de servicio mejorado.
4. Determinar valores agregados que puedan diferenciar competitivamente el servicio del Taller de Máquinas Herramientas.
5. Establecer la organización administrativa dentro de la propuesta de mejora, necesaria para lograr la buena articulación de la empresa.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una problemática en los Talleres de Máquinas Herramientas, lo que hace necesario un estudio que genere propuestas para agilizar el proceso de ejecución de este servicio y otros similares que actualmente están surgiendo en el mercado, donde el tiempo de respuesta resulta vital en la mayoría de la industria.

Al no dar respuesta pronta y efectiva, se genera a los clientes problemas económicos que afectan la distribución de los productos o insumos.

En el caso específico de los talleres de máquinas herramientas, además de los beneficios anteriormente citados las industrias contratantes se ahorran, espacio físico dentro de la planta, contratación de personal especializado y acumulación de materiales innecesarios, así como la logística necesaria para la adquisición de los mismos.

Por eso la tendencia generalizada en la industria es buscar un proveedor eficiente, que pueda satisfacer su urgente necesidad de tener el menor tiempo de paro en su producción.

Por esto se propone estudiar este fenómeno, para poder contribuir a mejorar la movilización de las órdenes de trabajo en el Taller de Máquinas Herramientas Ingeniería Técnica Industrial.

1. EL TORNO COMO UNA MÁQUINA-HERRAMIENTA

El precursor de todas las máquinas herramienta. La primera aplicación del principio del torno probablemente fue la rueda de alfarero. La máquina hacía girar una masa de arcilla y permitía que se le diera una forma cilíndrica. El torno moderno opera a partir del mismo principio básico. La pieza de trabajo se sostiene y gira sobre su eje, mientras la herramienta de corte avanza sobre las líneas del corte deseado.

1.1. Descripción del torno

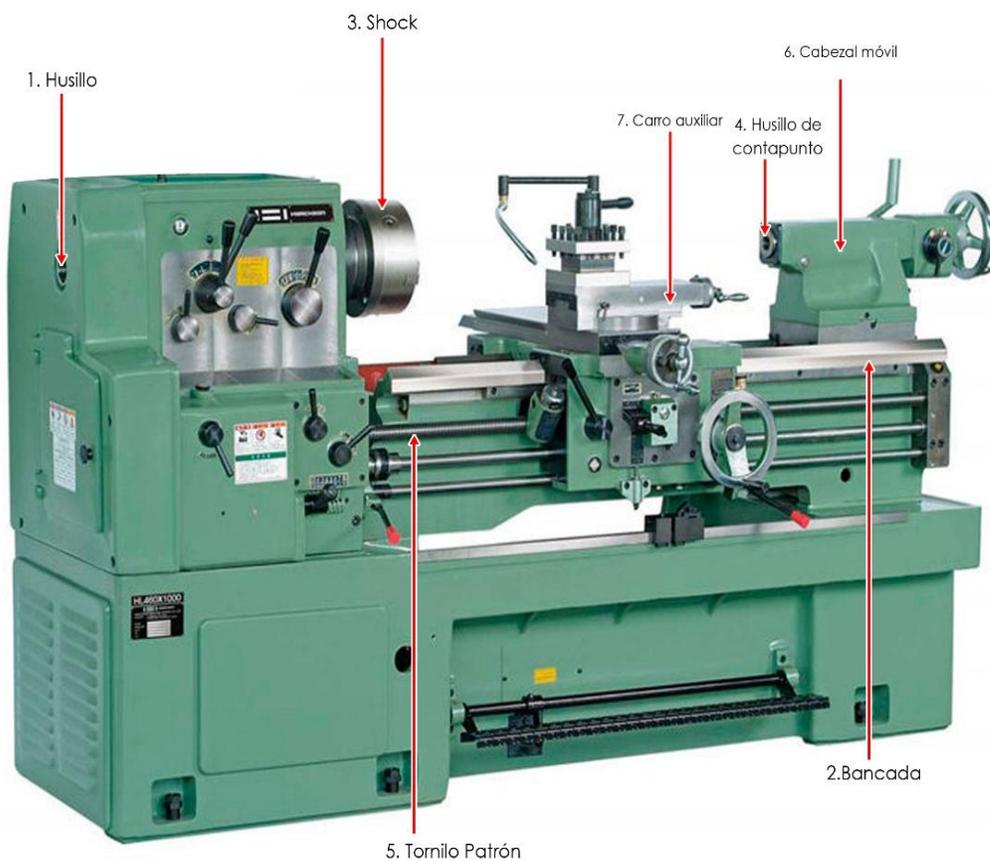
El torno es una de las máquinas herramienta más versátiles utilizadas en la industria. La herramienta de corte va montada sobre un carro que se desplaza sobre unas guías o rieles paralelos al eje de giro de la pieza que se tornea, llamado eje Z; sobre este carro hay otro que se mueve según el eje X, en dirección radial a la pieza que se tornea, y puede haber un tercer carro llamado charriot que se puede inclinar, para hacer conos, 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.

En esta máquina, el arranque de viruta se produce al acercar la herramienta a la pieza en rotación, mediante el movimiento de ajuste. Al terminar una revolución completa, si no hubiera otros movimientos, debería interrumpirse la formación de viruta; pero como el mecanizado se ha de realizar,

en longitud según el eje de rotación de la pieza la herramienta deberá llevar un movimiento de avance.

Según sea este paralelo o no al eje de giro se obtendrán superficies cilíndricas o cónicas respectivamente. El torno más común es el llamado torno paralelo; los otros se consideran como especiales.

Figura 1. **El torno**



Fuente: <http://www.indumetan.com/que-es-el-torneado-definicion/>. Consulta: 15 de julio 2014.

Se deduce de aquí que las partes esenciales del torno serán:

1. Husillo
2. Bancada
3. *Shock*
4. Husillo de contrapunto
5. Tornillo patrón
6. Cabezal móvil
7. Carros
8. Soporte compuesto

El tamaño del torno está definido por el mayor diámetro de la pieza de trabajo que puede girar sobre las guías del torno y generalmente por la distancia máxima entre centros. Algunos fabricantes determinan el tamaño del torno, según el mayor diámetro de la pieza de trabajo que puede ponerse sobre las guías del torno y la longitud total de la bancada.

- Bancada: es un zócalo de fundición soportado por uno o más pies, que sirve de apoyo y guía a las demás partes principales del torno. La fundición debe ser de la mejor calidad; tener dimensiones apropiadas y suficientes para soportar las fuerzas que se originan durante el trabajo, sin experimentar deformación apreciable, aún en los casos más desfavorables. Para facilitar la resistencia suele llevar unos nervios centrales. Las guías han de servir de perfecto asiento y permitir un deslizamiento suave y sin juego al carro y contracabezal. Deben estar perfectamente rasqueteadas o rectificadas. Es común que hayan recibido un tratamiento térmico superficial, para resistir el desgaste. A veces, las guías se hacen postizas de acero templado y rectificado.

- Shock: parte del torno el cual va montado sobre el extremo de la bancada por medio de tornillos o bridas. En el va alojado el eje principal, que es el que proporciona el movimiento a la pieza. En su interior suele ir alojado el mecanismo para lograr las distintas velocidades, que se seleccionan por medio de mandos adecuados, desde el exterior. El mecanismo que más se emplea para lograr las distintas velocidades es por medio de trenes de engranajes.
- Tornillo patrón: parte fundamental del torno encargado de transmitir las diferentes velocidades, avances y pasos, de la caja principal hacia el soporte compuesto.
- El cabezal móvil: llamado impropriamente contrapunta, consta de dos piezas de fundición, de las cuales una se desliza sobre la bancada y la otra puede moverse transversalmente sobre la primera, mediante uno o dos tornillos. Ambas pueden fijarse en cualquier punto de la bancada mediante una tuerca y un tornillo de cabeza de grandes dimensiones que se desliza por la parte inferior de la bancada. La superior tiene un agujero cilíndrico perfectamente paralelo a la bancada y a igual altura que el eje del cabezal.

En dicho agujero entra suavemente un manguito cuyo hueco termina, por un extremo en un cono Morse y, por el otro, en una tuerca. En esta tuerca entra un tornillo que puede girar mediante una manivela; como este tornillo no puede moverse axialmente, al girar el tornillo el manguito tiene que entrar o salir de su alojamiento. Para que este manguito no pueda girar, hay una ranura en toda su longitud en la que ajusta una chaveta. El manguito puede fijarse en cualquier parte de su recorrido mediante otro tornillo. En el cono Morse puede colocarse una punta semejante a la del cabezal o bien una broca, escariador, etc.

Para evitar el roce se emplean mucho los puntos giratorios. Además de la forma común, estos puntos giratorios pueden estar adaptados para recibir diversos accesorios según las piezas que se hayan de torneear.

- Carros: en el torno la herramienta cortante se fija en el conjunto denominado carro. La herramienta debe poder acercarse a la pieza, para lograr la profundidad de pasada adecuada y, también, poder moverse con el movimiento de avance para lograr la superficie deseada. Las superficies que se pueden obtener son todas las de revolución: cilindros y conos, llegando al límite de superficie plana. Por tanto, la herramienta debe poder seguir las direcciones de la generatriz de estas superficies. Esto se logra por medio del carro principal, del carro transversal y del carro inclinable.
- Soporte compuesto: consta de dos partes, una de las cuales se desliza sobre la bancada y la otra, llamada delantal, está atornillada a la primera y desciende por la parte anterior. El delantal lleva en su parte interna los dispositivos para obtener los movimientos automáticos y manuales de la herramienta, mediante ellos, efectuar las operaciones de roscar, cilindrar y refrentar.
- Dispositivo para roscar: el dispositivo para roscar consiste en una tuerca en dos mitades, las cuales por medio de una manivela pueden aproximarse hasta engranar con el tornillo patrón o eje de roscar. El paso que se construye variará según la relación del número de revoluciones de la pieza que se trabaja y del tornillo patrón.
- Dispositivo para cilindrar y refrentar: el mismo dispositivo empleado para roscar podría servir para cilindrar, con tal de que el paso sea

suficientemente pequeño. Sin embargo, se obtiene siempre con otro mecanismo diferente. Sobre el eje de cilindrar va enchavetado un tornillo sin fin que engrana con una rueda, la cual, mediante un tren basculante, puede transmitir su movimiento a un piñón que engrana en una cremallera fija en la bancada o a otro piñón en el tornillo transversal. El tren basculante puede también dejarse en posición neutra. En el primer caso se mueve todo el carro y, por tanto, el torno cilindrará; en el segundo, se moverá solamente el carro transversal y el torno refrentará; en el tercer caso, el carro no tendrá ningún movimiento automático.

Los movimientos del tren basculante se obtienen por medio de una manivela exterior. El carro puede moverse a mano, a lo largo de la bancada, por medio de una manivela o un volante.

- Carro transversal: el carro principal lleva una guía perpendicular a los de la bancada y sobre ella se desliza el carro transversal. Puede moverse a mano, para dar la profundidad de pasada o acercar la herramienta a la pieza, o bien se puede mover automáticamente para refrentar con el mecanismo ya explicado.

Para saber el giro que se da al husillo y con ello, apreciar el desplazamiento del carro transversal y la profundidad de la pasada, lleva el husillo junto al volante de accionamiento un tambor graduado que puede girar loco o fijarse en una posición determinada. Este tambor es de gran utilidad para las operaciones de cilindrado y roscado, como se verá más adelante.

- Carro orientable: el carro orientable, llamado también carro portaherramientas, está apoyado sobre una pieza llamada plataforma giratoria, que puede girar alrededor de un eje central y fijarse en cualquier

posición al carro transversal por medio de cuatro tornillos. Un círculo o limbo graduado indica en cualquier posición el ángulo que el carro portaherramientas forma con la bancada. Esta pieza lleva una guía en forma de cola de milano en la que se desliza el carro orientable. El movimiento no suele ser automático, sino a mano, mediante un husillo que se da vueltas por medio de una manivela o un pequeño volante. Lleva el husillo un tambor similar al del husillo del carro transversal.

Para fijar varias herramientas de trabajo se emplea con frecuencia la torre portaherramientas, la cual puede llevar hasta cuatro herramientas que se colocan en posición de trabajo por un giro de 90°. Tiene el inconveniente de necesitar el uso de suplementos, por lo cual se emplea el sistema americano o bien se utilizan otras torretas que permiten la graduación de la altura de la herramienta, que además tiene la ventaja de que se puede cambiar todo el soporte con la herramienta y volverla a colocar en pocos segundos; con varios soportes de estos se pueden tener preparadas otras tantas herramientas.

1.2. Usos del torno

Los trabajos característicos que se hacen en el torno paralelo son:

- Cilindrado exterior e interior
- Refrentado
- Torneado de conos internos y externos
- Moleteado
- Rectificado
- Roscado

- Cilindrado exterior: es una operación para dar forma y dimensiones a la superficie lateral de un cilindro recto de revolución. Se emplea siempre la herramienta adecuada, recta o curvada, de acuerdo con la operación de desbaste o de acabado. La posición debe ser correcta para que se pueda realizar toda la longitud de la pasada sin interrupciones. Hay que asegurarse de que no estorban: el perro, las garras del plato, la contrapunta, las lunetas, etc.
- Refrentado: se llama así a la realización de superficies planas en el torno. El refrentado puede ser completo, en toda la superficie libre, o parcial, en superficies limitadas. También existe el refrentado interior.
- Torneado de conos exteriores: en líneas generales, es muy parecido al torneado de cilindros. Pero presenta algunas peculiaridades.

El torneado de conos puede hacerse de varias maneras:

- Con inclinación del carro orientable
- Con aparato copiador
- Entre puntos con desplazamiento del cabezal

Para pequeñas serie o piezas únicas suele emplearse el primer procedimiento. Tiene el grave inconveniente de que, al no tener movimiento automático el carro orientable, la uniformidad no puede ser muy buena, salvo que se posea una gran práctica y destreza. Para grandes series es aconsejable emplear el segundo o tercer procedimiento.

Un detalle muy interesante, a tener en cuenta en cualquier sistema empleado en el torneado de conos, es que la punta de la herramienta debe estar perfectamente a la altura del punto o eje del torno. Si no se hace así, la

superficie cónica no resulta tal, ya que la herramienta no se desplaza sobre una generatriz, sino sobre una línea que se cruza con el eje, dando lugar a una superficie reglada cónica, pero no a un cono.

- Torneado de conos por inclinación del carro orientable: la inclinación del carro orientable no se puede hacer con precisión, solamente con la graduación del mismo, ya que normalmente no se alcanzan apreciaciones menores de 15". Pero es muy interesante como primera aproximación; por eso, en los dibujos no debe faltar nunca la acotación de la inclinación o semiángulo del cono en grados, aunque solo sea aproximado.
- Torneado de conos con copiador: es el procedimiento recomendado para grandes series. El copiador puede ser hidráulico o mecánico; pero en ambos sistemas, la base fundamental es la plantilla guía, cuyo ángulo debe ser el del semiángulo del cono. En la calidad y precisión de la colocación de la plantilla estriba la precisión de la conicidad. El acabado puede ser de buena calidad, por hacerse con el avance del carro principal, que como es lógico, se mueve automáticamente igual que para el cilindrado. La verificación se hace, como anteriormente se indicó, en las primeras piezas; ya que, trabajando normalmente, no suele desajustarse el copiador y, por tanto, solo habrá que verificar el diámetro para las otras piezas.

Por seguridad, a cada cierto número de piezas, conviene verificar también la conicidad.

- Torneado de conos entre puntos con desplazamiento del contracabezal: es el tercero de los sistemas anotados; como el anterior, se presta para series de conos largos de poca conicidad, ya que el desplazamiento de la

contrapunta es limitado. En estos casos los puntos deben ser esféricos, ya que los normales no se apoyarían correctamente, sobre todo en los casos más desfavorables. Por razones de desgaste, el punto del contracabezal conviene que sea giratorio, ya que el contacto se reduce a una simple línea.

- Troceado: consiste en cortar una pieza en partes. Es una operación delicada que requiere gran seguridad y experiencia, pero resultará más fácil si se tiene en cuenta las causas de la dificultad. El peligro principal está en los inconvenientes que encuentra la viruta para salir de la ranura, particularmente cuando el canal tiene cierta profundidad.
- Torneado de interiores o mandrinado: esta operación consiste en realizar cilindros o conos interiores, cajas, ranuras, etc. Como en el taladrado, el montaje debe ser tal que deje libre el extremo de la pieza.
- Roscado: el roscado en el torno puede hacerse por medio de machos y terrajas convencionales y con herramientas especiales, cuando se trata de trabajo en serie. Si la rosca tiene mucho paso o dimensiones no normalizadas, se efectúa el roscado con herramienta simple. Para ello es preciso que al mismo tiempo que gira la pieza que se trabaja, la herramienta avance a una velocidad que depende del avance de la rosca que se ha de construir y del número de revoluciones que da el eje del torno.
- Moleteado: es la operación que tiene por objeto producir una superficie áspera o rugosa, para que se adhiera a la mano, con el fin de sujetarla o girarla más fácilmente. La superficie sobre la que se hace el moleteado normalmente es cilíndrica.

1.3. Tipos de tornos

Actualmente se utilizan en la industria del mecanizado varios tipos de tornos, cuya aplicación depende de la cantidad de piezas a mecanizar por serie, de la complejidad de las piezas y de la envergadura de las piezas.

- Torno paralelo
- Torno copiador
- Torno revólver
- Torno automático
- Torno vertical
- Torno CNC

1.3.1. Torno paralelo

Es el tipo de torno que evolucionó partiendo de los tornos antiguos cuando se le fueron incorporando nuevos equipamientos que lograron convertirlo en una de las máquinas herramientas más importante que han existido. Sin embargo, en la actualidad este tipo de torno está quedando relegado a realizar tareas poco importantes, a utilizarse en los talleres de aprendices y en los talleres de mantenimiento para realizar trabajos puntuales o especiales.

1.3.2. Torno copiadore

Se llama torno copiadore a un tipo de torno que operando con un dispositivo hidráulico y electronico permite el torneado de piezas de acuerdo a las características de la misma siguiendo el perfil de una plantilla que reproduce una réplica igual a la guía.

Este tipo de tornos se utiliza para el torneado de aquellas piezas que tienen diferentes escalones de diámetros, que han sido previamente forjadas o fundidas y que tienen poco material excedente. También son muy utilizados estos tornos en el trabajo de la madera y del mármol artístico para dar forma a las columnas embellecedoras. La preparación para el mecanizado en un torno copiadore es muy sencilla y rápida y por eso estas máquinas son muy útiles para mecanizar lotes o series de piezas que no sean muy grandes.

1.3.3. Torno revólver

Es una variedad de torno diseñado para mecanizar piezas sobre las que sea posible el trabajo simultáneo de varias herramientas con el fin de disminuir el tiempo total de mecanizado. Las piezas que presentan esa condición son aquellas que, partiendo de barras, tienen una forma final de casquillo o similar. Una vez que la barra queda bien sujeta mediante pinzas o con un plato de garras, se va taladrando, mandrinando, roscando o escariando la parte interior mecanizada y a la vez se puede ir cilindrando, refrentando, ranurando, roscando y cortando con herramientas de torneado exterior.

El torno revólver lleva un carro con una torreta giratoria en la que se insertan las diferentes herramientas que realizan el mecanizado de la pieza.

También se pueden mecanizar piezas de forma individual, fijándolas a un plato de garras de accionamiento hidráulico.

1.3.4. Torno automático

Torno cuyo proceso de trabajo está enteramente automatizado. La alimentación de la barra necesaria para cada pieza se hace también de forma automática, a partir de una barra larga que se inserta por un tubo que tiene el cabezal y se sujeta mediante pinzas de apriete hidráulico.

Estos tornos pueden ser de un solo husillo o de varios husillos:

Los de un solo husillo se emplean básicamente para el mecanizado de piezas pequeñas que requieran grandes series de producción.

Cuando se trata de mecanizar piezas de dimensiones mayores se utilizan los tornos automáticos multihusillos, donde de forma programada en cada husillo se va realizando una parte del mecanizado de la pieza. Como los husillos van cambiando de posición, el mecanizado final de la pieza resulta muy rápido porque todos los husillos mecanizan la misma pieza de forma simultánea.

1.3.5. Torno vertical

Es una variedad de torno, de eje vertical, diseñado para mecanizar piezas de gran tamaño, que van sujetas al plato de garras u otros operadores y que por sus dimensiones o peso harían difícil su fijación en un torno horizontal.

Los tornos verticales no tienen contrapunto sino que el único punto de sujeción de las piezas es el plato horizontal sobre el cual van apoyadas. La manipulación de las piezas para fijarlas en el plato se hace mediante grúas de puente o polipastos.

1.3.6. Torno CNC

Es un torno dirigido por control numérico por computadora. Ofrece una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado por su estructura funcional y porque la trayectoria de la herramienta de torneado es controlada por un ordenador que lleva incorporado, el cual procesa las órdenes de ejecución contenidas en un software, que previamente ha confeccionado un programador conocedor de la tecnología de mecanizado en torno.

Es una máquina que resulta rentable para el mecanizado de grandes series de piezas sencillas, sobre todo piezas de revolución, y permite mecanizar con precisión superficies curvas coordinando los movimientos axial y radial para el avance de la herramienta. La velocidad de giro de cabezal portapiezas, el avance de los carros longitudinal y transversal y las cotas de ejecución de la pieza están programadas y, por tanto, exentas de fallos imputables al operario de la máquina.

2. LA FRESADORA COMO UNA MÁQUINA-HERRAMIENTA

La fresadora es una máquina-herramienta con movimiento de corte circular en el que la herramienta “fresa” presenta corte múltiple. El trabajo en ella se caracteriza porque el material cambia continuamente de forma durante el mismo y el contacto de la herramienta con la pieza es intermitente. Esto supone que las virutas arrancadas son cortas y el contacto de la cuchilla con el material, breve; como el movimiento de la herramienta es circular, hay un intervalo en que esta gira en vacío, sin cortar, hasta que toma su puesto la cuchilla inmediata, lo cual supone que en ese tiempo puede refrigerarse y el calentamiento es menor. Se puede, por tanto, trabajar con mayores velocidades de corte.

2.3. Descripción de la fresadora

El movimiento principal o de corte lo realiza la fresa, mientras que los de avance y penetración, en general, la pieza. De estos tres movimientos, los de corte y avance son realizados por la máquina. Por fresado pueden obtenerse piezas muy diversas: superficies planas y curvas, roscas, ranuras, dientes de engranajes, etc.

La estructura de una fresadora está compuesta por:

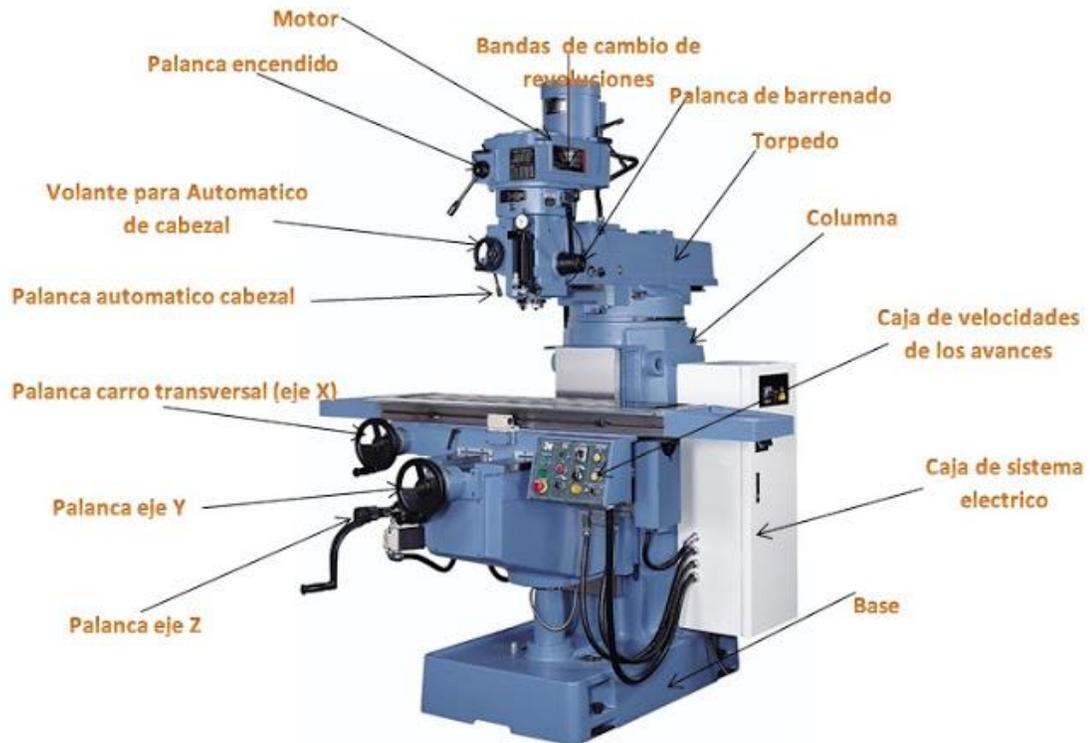
- Base
- Columna
- Consola
- Carro transversal

- Mesa
 - Puente
 - Eje portaherramientas
- La base: permite un apoyo correcto de la fresadora en el suelo. El cuerpo o bastidor tiene forma de columna y se apoya sobre la base o ambas forman parte de la misma pieza. Habitualmente, la base y la columna son de fundición aleada y estabilizada.

La columna tiene en la parte frontal unas guías templadas y rectificadas para el movimiento de la consola y unos mandos para el accionamiento y control de la máquina.

- La consola: se desliza verticalmente sobre las guías del cuerpo y sirve de sujeción para la mesa. La mesa tiene una superficie ranurada sobre la que se sujeta la pieza a conformar.
- La mesa: se apoya sobre dos carros que permiten el movimiento longitudinal y transversal de la mesa sobre la consola.
- El puente: es una pieza apoyada en voladizo sobre el bastidor y en él se alojan unas lunetas donde se apoya el eje portaherramientas. En la parte superior del puente suele haber montado uno o varios tornillos de cáncamo para facilitar el transporte de la máquina.
- El portaherramientas o portafresas: es el apoyo de la herramienta y le transmite el movimiento de rotación del mecanismo de accionamiento alojado en el interior del bastidor. Este eje suele ser de acero aleado al cromo-vanadio para herramientas.

Figura 2. **La fresadora**



Fuente: <http://lafresadora.blogspot.com/2012/10/la-fresadora-y-sus-partes.html>. Consulta: 16 de julio 2014.

2.2. Usos de la fresadora

Una clasificación elemental de los mismos sería la siguiente:

- Fresado plano o planeado: es la operación por la cual se hace plana la superficie de una pieza por medio de una fresa. Se realiza con una fresa cilíndrica, preferiblemente con dientes helicoidales interrumpidos, o bien con fresa frontal. Cuando la superficie se estrecha, hasta ser menor que el ancho de la fresa, da buen resultado la fresa cilíndrica. Para que el trabajo sea satisfactorio es necesario que la fresa esté perfectamente afilada y

tenga diámetro uniforme en toda la longitud. De no ser así, la superficie podrá quedar plana, pero no horizontal.

También es necesario que el eje principal esté exento de juego radial y axial, y que la fresa se fije en el lugar y sentido más apropiado, para evitar deformaciones y vibraciones. Con las fresas de plato o frontales se pueden planear grandes superficies en sucesivas pasadas.

Para el desbaste se emplean preferentemente platos de cuchillas escalonadas en altura, y para el acabado, cuchillas de igual altura. Para lograr una superficie perfectamente plana, es necesario que el eje del husillo portafresas esté perfectamente perpendicular, respecto a la superficie. De no ser así, las superficies pueden quedar cóncavas o con escalones o superficies onduladas, cuando se dan varias pasadas.

- Ranurado: el ranurado, o ejecución de ranuras, puede ser:
- Ranurado simple o fresado de ranuras abiertas: para el ranurado se emplean fresas de tres cortes. El ancho de la ranura simple resultará algo mayor que el de la fresa empleada, debido al cabeceo o descentramiento lateral. Por tanto, en los trabajos de precisión se cuidará mucho el centrado de la fresa.
- Fresado de ranuras T: de acuerdo con el número de piezas a construir pueden ser varios los métodos empleados para realizar esta clase de ranuras:

- Con aparato vertical: se fresa la parte recta de la ranura, con fresa cilíndrica de mango; después, con fresa especial, la parte ancha de la misma sin mover la pieza.
- Sin aparato vertical: se fresa la ranura recta, con fresa de tres cortes; luego se coloca la pieza a 90° y se elabora la T con la fresa correspondiente, ajustada directamente sobre el husillo de la fresadora.
- Método mixto: se hace la ranura inicial, como en el caso anterior, con la fresa de tres cortes y eje normal. Se desmonta la fresa y se coloca el aparato vertical, con la fresa especial para la ranura de T.
- Ranurado equidistante: este ranurado puede darse en piezas planas o en piezas redondas. Para las primeras, se emplean divisores lineales o los tambores de la mesa; para las segundas, los divisores circulares.
- Ranurado equidistante en piezas planas: cuando la serie de ranuras o la longitud de la pieza lo permiten, estas se pueden hacer con una fresa apropiada a la forma, montada sobre un eje normal. El desplazamiento de una ranura a otra se realiza con el tambor del carro transversal. Y, si se desea mayor precisión, es conveniente emplear un comparador de reloj.
- Ranurado equidistante en piezas circulares: el montaje de la pieza se hace al aire o entre puntos. Antes de empezar la primera ranura, conviene hacer girar el divisor en el sentido que se va a emplear para pasar de una ranura a otra, a fin de quitar el juego entre el sinfín y la rueda helicoidal del aparato. Si durante la maniobra se sobrepasase el punto justo, aunque no fuere más que en una pequeña magnitud, hay que girar hacia atrás un espacio suficientemente grande, a fin de eliminar el juego.

- Fresado de chaveteros: los chaveteros pueden ser abiertos o cerrados luego tendremos:
- De chavetero abierto: es un trabajo similar al de cualquier ranura simple. Se elige una fresa de tres cortes y de ancho adecuado; si no está perfectamente centrada lateralmente, se corre peligro de que el ancho resulte mayor del tolerado. Si se trata de una sola ranura, se puede emplear una fresa algo más estrecha y dar dos pasadas; mas, para varias ranuras, no sería rentable. En todo chavetero es primordial, además del ancho, el centrado lateral, para el buen funcionamiento de las chavetas.
- De chavetero cerrado: la fresa empleada es frontal de vástago, con mango cilíndrico o cónico, con dos o más dientes.
- Corte con sierra circular: se puede considerar como un ranurado de gran profundidad y pequeña anchura. Las fresas sierras de disco son herramientas delicadas. Por ello debe tenerse en cuenta:
 - Que giren bien centradas y montadas entre dos platos de igual diámetro.
 - Que se afilen con frecuencia.
 - Que se utilicen las del número apropiado de dientes, dientes finos para materiales duros.
 - Que la pieza esté bien sujeta.

Una causa frecuente de rotura es el exceso de profundidad de pasada, con las fresas de pequeños dientes, debido a que la viruta, al no tener salida, tiene que acumularse en el hueco del diente. Si el volumen arrancado en cada

pasada es mayor que el hueco, se producirá la rotura. La acumulación de la viruta, de sucesivas pasadas, puede dar lugar a igual resultado si queda adherida a la sierra. Para evitar estas roturas, no hay más remedio que reducir la pasada y emplear lubricante no pegajoso, con un chorro abundante y fuerte, para lograr una limpieza completa.

- Fresado de perfiles: el fresado de un perfil especial se puede conseguir: a) con una combinación apropiada de fresas sobre el mismo eje y b) con una sola fresa de forma conveniente y dientes destalonados. La primera solución se utiliza para perfiles quebrados y la segunda para perfiles curvos.
- Fresado de polígonos: si el polígono que se ha de fresar está convenientemente torneado, como sucede en la mayoría de los casos, se puede emplear una fresa plana y un eje porta-fresas normal. Cuando el trabajo propuesto no permita la salida de la fresa cilíndrica, se emplea el aparato vertical y fresa frontal.

Otra forma de clasificar los distintos tipos de fresado es según que el eje de la fresa permanezca paralelo o perpendicular a la superficie de la pieza, entonces el fresado se designa cilíndrico o frontal. En el primer caso la fresa trabaja con los dientes periféricos solamente, arrancando virutas de espesor variable en forma de coma; mientras que en el fresado frontal trabajan los dientes periféricos y los frontales, aunque estos últimos, solo para afinar. Las virutas son, en este caso, de espesor uniforme.

Dentro del fresado cilíndrico se encuentran dos formas: en contradirección y el fresado paralelo. En el primer caso los dientes van al encuentro de la pieza, que avanza en sentido opuesto. Cuando entran en contacto, se produce

primero un deslizamiento del filo sobre la superficie de trabajo, la cual comprime a aquél hasta que, finalmente, se inicia el arranque de viruta, que va aumentando paulatinamente de espesor. Esto supone un rozamiento fuerte del útil, con el calentamiento consiguiente del mismo. En el fresado paralelo la fresa ataca el material, formando la viruta por el lado más grueso. Aquí no se produce aplastamiento del útil, y por tanto, el desgaste de la herramienta es menor.

2.3. Tipos de fresadoras

La clasificación de las fresadoras suele hacerse con el siguiente criterio:

2.3.1. Fresadora horizontal

Esencialmente consta de una bancada vertical, llamada cuerpo de la fresadora, a lo largo de una de cuyas caras se desliza una escuadra llamada ménsula, o consola, sobre la cual, a su vez, se mueve un carro porta-mesa que soporta la mesa de trabajo, en la que se fija la pieza que se ha de fresar. En la parte superior de la bancada están alojados los cojinetes, sobre los que gira el árbol o eje principal, que puede ir prolongado por un eje porta-fresas.

Esta fresadora se llama universal cuando la mesa de trabajo puede girar alrededor de un eje vertical y recibir movimiento automático en sentido vertical, longitudinal y transversal, o al menos en sentido longitudinal.

2.3.2. Fresadora vertical

Así se llama la fresadora cuyo eje porta-fresas es vertical. En general es monopolea y tiene la mesa con movimiento automático en sentido vertical, longitudinal y transversal.

2.3.3. Fresadora universal

El movimiento del árbol se obtiene por caja de engranajes. La mesa de árbol tiene generalmente tres ranuras en T, para sujetar las piezas, y dos o más canales, para recoger el lubricante de las herramientas. Puede inclinarse, en general, 45° en ambos sentidos; hay, no obstante, modelos en los que puede girar una vuelta entera, permitiendo así fresar las piezas por ambos lados, sin volver a sujetarlas.

Los tres movimientos de la mesa en sentido vertical, longitudinal y transversal se pueden efectuar a mano y automáticamente, en ambos sentidos. Topes regulables limitan automáticamente la marcha en el punto deseado. En las manivelas, que sirven para mover la mesa, hay tambores graduados, que permiten ajustes finos. Los movimientos automáticos pueden obtenerse de dos maneras: unas veces, se reciben del árbol de trabajo, mediante poleas escalonadas o caja de velocidades; otras, el avance lo recibe independientemente del movimiento del árbol de trabajo.

Las partes principales de la fresadora universal son las siguientes:

- **Cuerpo:** la fresadora universal debe tener la forma y dimensiones necesarias para alcanzar la máxima rigidez. Su cuerpo va apoyado en una base, que también ha de ser suficientemente rígida. En él se encuentran,

normalmente, el motor de accionamiento y la mayoría de mecanismos y sistemas de engrase y refrigeración.

- Puente: llamado vulgarmente en algunos lugares carnero, es simplemente un elemento de soporte, que suele correr sobre el cuerpo, por unas guías cilíndricas o en forma de cola de milano, que se pueden bloquear fuertemente. En el puente van los soportes del eje porta-fresas provistos de cojinetes de bronce ajustables y con un sistema de engrase conveniente.
- Conjunto de la mesa: consta de mesa, carro porta-mesa y ménsula. Sobre la bancada, por unas guías verticales con regletas de ajuste, corre un bastidor llamado ménsula. Sobre la ménsula, en dirección perpendicular al plano de las guías de la ménsula, y horizontalmente, corre un carro portamesa, también sobre unas guías ajustables y, por último, sobre dicho carro, en dirección transversal, corre la mesa propiamente dicha. Si la fresadora es universal, existe entre el carro portamesa y la mesa un soporte giratorio para permitir las diversas posiciones.

3. EL TALADRO COMO UNA MÁQUINA-HERRAMIENTA

El taladro es una 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.

3.1. Descripción del taladro

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. De todos los procesos de mecanizado, el taladrado es considerado como uno de los procesos más importantes debido a su amplio uso y facilidad de realización, puesto que es una de las operaciones de mecanizado más sencillas de realizar y que se hace necesario en la mayoría de componentes que se fabrican.

Las partes principales del taladro son las siguientes:

- Base: esta sirve para dar estabilidad a la máquina y también como montaje rígido para la columna.

- Mesa: esta puede ser redonda o rectangular, se utiliza para sujetar la pieza que se va a trabajar; esta se puede mover hacia arriba, abajo y girar alrededor de la columna.
- Columna: esta es cilíndrica, de precisión y se monta en la base. Sirve de apoyo para la mesa y la cabeza del taladro.
- Cabeza taladradora: esta aloja el mecanismo utilizado para hacer girar la herramienta de corte y hacerla avanzar hacia la pieza de trabajo.
- Husillo: este es un eje redondo que sujeta e impulsa la herramienta de corte.
- Manguito: esta parte aloja el husillo, no gira sino que solo se desplaza hacia arriba y hacia abajo, dentro de la cabeza.
- Porta brocas: este dispositivo es el que sirve para sujetar las brocas durante la operación.
- Palanca de avance manual: esta se utiliza para controlar el movimiento vertical del manguito del husillo y de la herramienta de corte.

Figura 3. **El taladro**



Fuente: http://mlu-s2-p.mlstatic.com/taladro-de-banco-skil-5-vel-12-mod3320-nuevo-oferta-1684-MLU27381374_7210-F.jpg. Consulta: 17 de julio de 2014.

3.2. Usos del taladro

La máquina perforadora o taladros prensa son esenciales en cualquier taller metal-mecánico. Básicamente, un taladro consta de un eje que hace girar la broca y puede avanzar hacia la pieza de trabajo, ya sea automáticamente o manualmente, y una mesa de trabajo que sostiene rígidamente la pieza de trabajo en posición cuando se hace la perforación.

Los taladros pueden utilizarse para realizar una variedad de operaciones, además de taladrar una perforación redonda. Se detalla brevemente algunas de las operaciones más comunes, herramientas de corte, y disposiciones de trabajo.

- El taladrado: puede definirse como la operación de producir una perforación cuando se elimina metal de una masa sólida utilizando una herramienta de corte llamada broca espiral o helicoidal.
- El avellanado: es la operación de producir un ensanchamiento en forma de huso o cono en el extremo de una perforación.
- El rimado: es la operación de dimensionar y producir una perforación redonda y lisa a partir de una perforación taladrada o mandrinada previamente, utilizando una herramienta de corte con varios bordes de corte.
- El mandrinado o torneado interior: es la operación de emparejar y ensanchar una perforación por medio de una herramienta de corte de un solo filo, generalmente sostenida por una barra de mandrinado.
- El careado para tuercas o refrentado: es la operación de alisar y escuadrar la superficie alrededor de una perforación para proporcionar asentamiento para un tornillo de cabeza o una tuerca. Por lo general se coloca una barra de mandrinado con una sección piloto en el extremo, que ajuste a la perforación existente, mediante una herramienta cortante de doble filo. El piloto de la barra provee rigidez para la herramienta de corte y mantiene la concetricidad con la perforación. Para la operación de refrentado, la pieza de trabajo que se está maquinando debe sujetarse firmemente y

ajustarse a la maquinaria a aproximadamente un cuarto de la velocidad del taladro.

- El roscado: en la operación de cortar roscas internas en una perforación, con una herramienta de corte llamada machuelo. Se utilizan machuelos especiales de máquina o pistola, junto con aditamentos de roscado, cuando esta operación se realiza mecánicamente con una máquina.
- El contrataladrado o caja: es la operación de agrandar la parte superior de una perforación taladrada previamente hasta una profundidad particular, para producir una caja con hombro cuadrado para la cabeza de un perno de un tornillo.

3.3. Tipos de taladros

Debido a las múltiples condiciones en las que se usan los taladros, se pueden clasificar de acuerdo a su fuente de poder, su función y su soporte.

3.3.1. Taladro vertical

El taladro vertical estándar es similar al taladro de tipo sensible, excepto que es más grande y pesado.

Las diferencias básicas son las siguientes:

- Está equipado con una caja de engranajes para proveer de una mayor variedad de velocidades.

- El husillo puede moverse mediante tres métodos:
 - Manualmente, con una palanca.
 - Manualmente, con una rueda para la mayoría de los modelos.
 - Automáticamente, mediante el mecanismo de avance.
- La mesa puede subirse o bajarse por medio de un mecanismo de elevación.
- Algunos modelos están equipados con un depósito en la base para el almacenamiento del refrigerante.

Para el trabajo de producción de alta velocidad, puede montarse cierta cantidad de husillos sobre el mismo cabezal. El cabezal multihusillos puede incorporar 20 o más husillos en un solo cabezal, manejados por el husillo principal de la máquina perforadora. Varios cabezales, equipados con aditamentos multihusillos, pueden combinarse y controlarse automáticamente para taladrar hasta 100 perforaciones en una sola operación. Este tipo de taladro automático se utiliza, por ejemplo, en la industria automotriz en el taladrado de monoblock.

3.3.2. Taladro radial

La taladradora radial guarda ciertas similitudes con el taladro de columna, sin embargo, el taladro radial tiene un husillo que puede girar alrededor de la columna y la cabeza puede colocarse a diferentes distancias. Esto permite taladrar en cualquier lugar de la pieza dentro del alcance de la máquina. Esta es la principal diferencia con el taladro de columna que mantiene una posición fija del husillo.

Esta flexibilidad de sujetar el husillo en distintas posiciones hace del taladro radial una herramienta muy versátil y eficiente para perforar materiales

grandes, facilitando el taladrado en distintos puntos de la pieza sin tener que volver a colocarla en distintas posiciones. El taladro radial es extremadamente preciso y permite hacer orificios de alta calidad desde diferentes ángulos.

Componentes básicos de un taladro radial:

- Base: sirve como apoyo de la máquina y también de soporta a la pieza durante el proceso de taladro.
- Columna: pieza de forma tubular que puede girar alrededor de otra columna fija sujeta a la base.
- Brazo: soporta todo el peso del cabezal y del motor. Se puede mover de forma vertical sobre la columna y fijarse a una determinada altura.
- Cabezal: contiene todos los engranajes para poder realizar el avance y desarrollar la velocidad de la broca. Puede deslizarse sobre el brazo para ser fijado a distintas distancias de la columna.

3.3.3. Taladro de control numérico

Esta máquina es un avance importante para la perforación. Los movimientos de husillo y de la mesa se controlan automáticamente mediante un conjunto de instrucciones que se han programado en la computadora. Esta pasa la información del programa a la unidad de control de la máquina, para posicionar la mesa y elegir la herramienta de corte adecuada para llevar a cabo la operación necesaria.

Ya que la velocidad y avance de la herramienta de corte se han ajustado automáticamente, la máquina arranca y la broca o herramienta de corte entran

a la pieza de trabajo. Cuando se ha cortado la profundidad correcta, las herramientas de corte se retraen y pueden llevarse a cabo otras operaciones, como roscado o escariado. Cuando el ciclo de trabajo ha terminado, se coloca otra pieza de trabajo bajo el husillo y el ciclo se repite automáticamente, con tal precisión que las posiciones de las perforaciones en todas las piezas de trabajo serán exactas dentro de 0,02 mm de incerteza.

4. LA LIMADORA COMO UNA MÁQUINA-HERRAMIENTA

La limadora mecánica es una máquina herramienta para el mecanizado de piezas por arranque de viruta, mediante el movimiento lineal alternativo de la herramienta o movimiento de corte. La mesa que sujeta la pieza a mecanizar realiza un movimiento de avance transversal, que puede ser intermitente para realizar determinados trabajos, como la generación de una superficie plana o de ranuras equidistantes. Asimismo, también es posible desplazar verticalmente la herramienta o la mesa, manual o automáticamente, para aumentar la profundidad de pasada.

4.1. Descripción de la limadora

La limadora mecánica permite el mecanizado de piezas pequeñas y medianas y por su fácil manejo y bajo consumo energético, es preferible su uso al de otras máquinas herramienta para la generación de superficies planas de menos de 800 mm de longitud.

Componentes y partes principales de la limadora:

- Bancada: es el elemento soporte de la máquina, aloja todos los mecanismos de accionamiento, suele ser de fundición y muy robusta. Está provista de guías horizontales sobre las que deslizan el carnero y dos guías verticales sobre las que puede desplazarse verticalmente la mesa.
- Mesa: sobre las guías verticales de la parte frontal de la bancada se apoya un carro provisto de guías horizontales sobre las que se desplaza la mesa

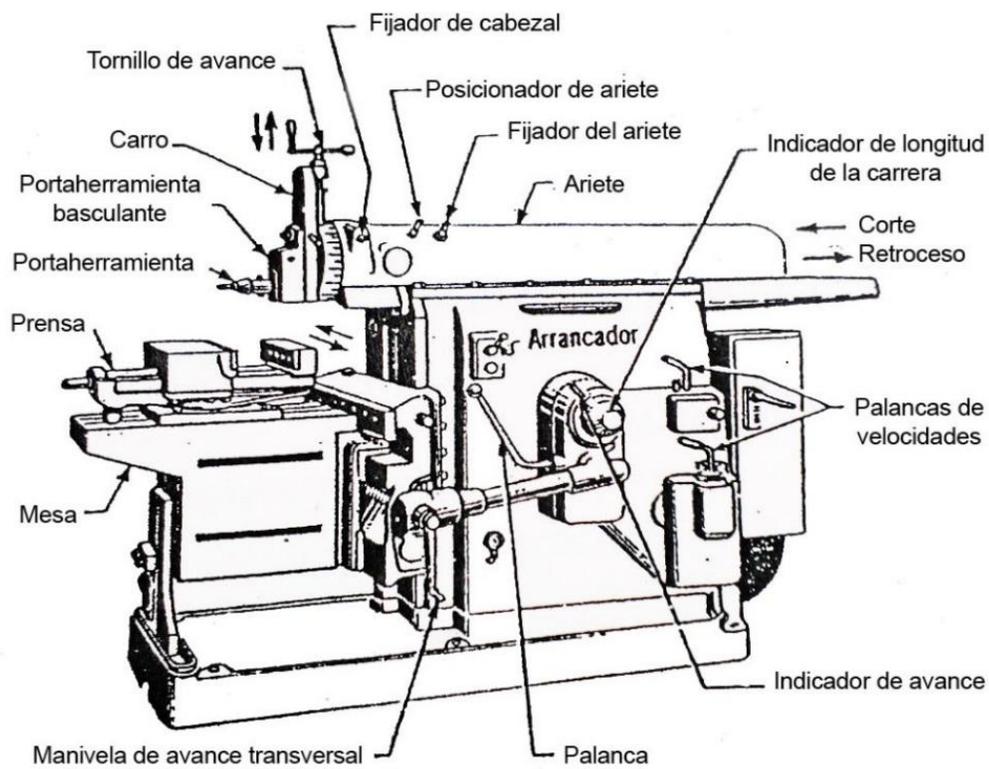
propriadamente dicha, por tanto puede moverse verticalmente por desplazamiento vertical del carro.

- Carnero o carro: es la parte móvil de la máquina, desliza sobre guías horizontales con forma de cola de milano, situadas en la parte superior de la bancada y en cuya parte frontal hay una torreta provista de un portaherramientas en el que se fija la herramienta de corte.
- El carro: proporciona la carrera hacia adelante y hacia atrás a la herramienta de corte.
- El cabezal giratorio: está sujeto al carro, sirve para sostener el porta - herramienta y al pivote que permite que la herramienta de corte se levante ligeramente durante la carrera de regreso.
- La manivela de avance hacia abajo: proporciona un medio de dar la penetración o ajuste a la herramienta de corte en las unidades marcadas en el anillo graduado 0,1 mm o 0,001 pulgadas.
- La manivela de avance lateral: se usa para mover la mesa en forma longitudinal debajo de la herramienta.
- Eje roscado vertical: se utiliza para subir o bajar la mesa
- El tornillo para regular la carrera: es el que ajusta la longitud de la carrera que se necesita.
- Tuerca candado del regulador de la carrera: se usa para mantener el mecanismo en una posición fija.

Movimientos de la limadora:

- Movimiento principal o de corte. Herramienta.
- Movimiento de avance. Mesa.
- Movimiento de ajuste o profundidad. Carro porta herramienta.

Figura 4. **Limadora horizontal**

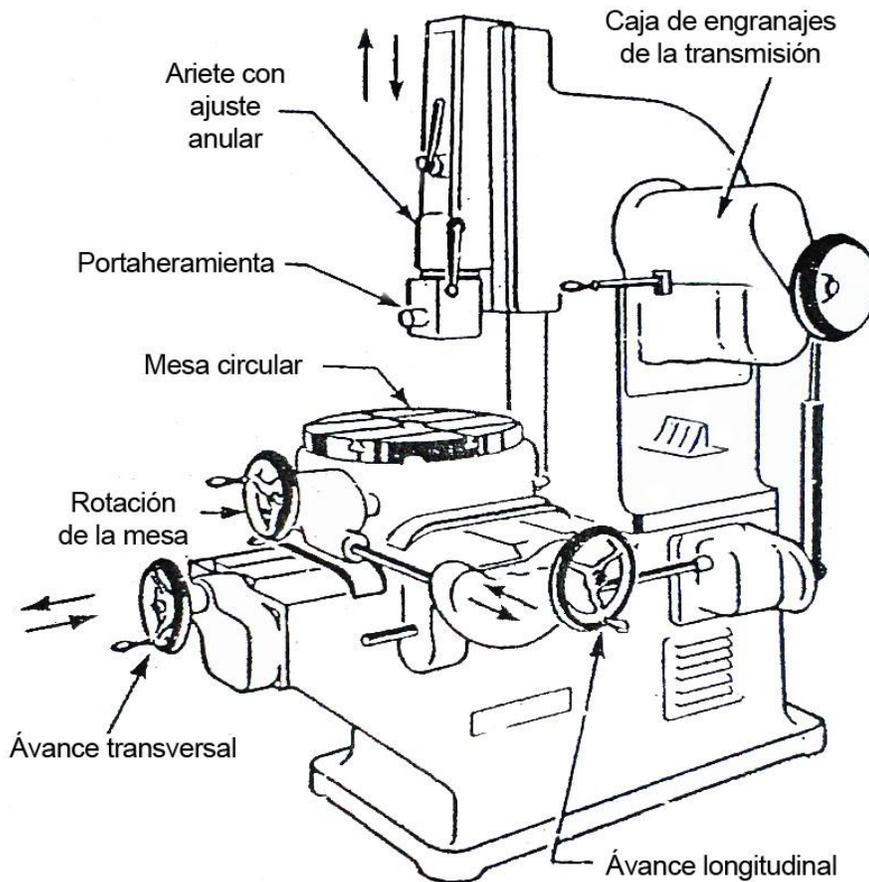


Fuente:

http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1097/html/4_limadora.html.

Consulta: 17 de julio 2014.

Figura 5. **Limadora vertical**



Fuente: <http://html.rincondelvago.com/0006193318.jpg>. Consulta: 17 de julio 2014.

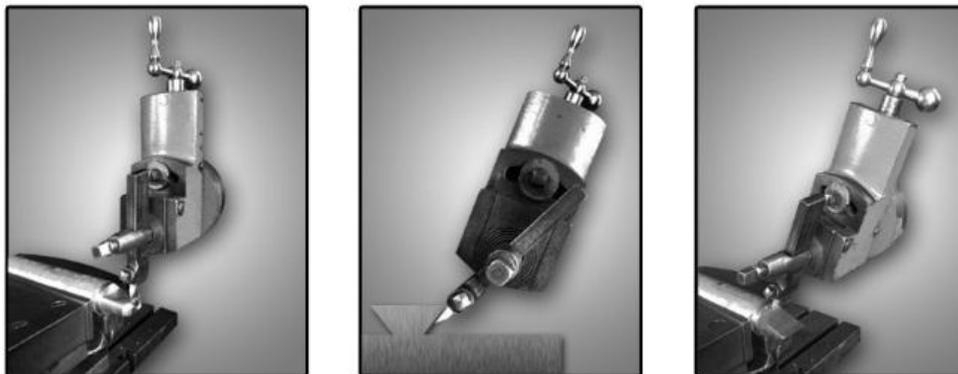
4.2. **Usos de la limadora**

Utilizada para el planeado de superficies horizontales, verticales e inclinadas, ranurado de chaveteros o cuñeros.

El perfilado o formas que se pueden realizar como trabajos típicos de la limadora son:

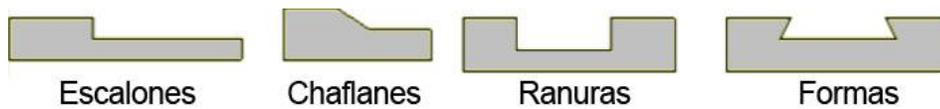
- El mecanizado de colas de milano
- El labrado de superficies cónicas
- El tallado de piñones cónicos para montajes espaciales

Figura 6. **Planeado de superficies**



Fuente: Taller de Máquinas Herramientas Ingeniería Técnica Industrial.

Figura 7. **Operaciones que se pueden realizar en una limadora**



Fuente: elaboración propia.

4.3. Tipos de limadoras

La mayor parte de las piezas que se maquinan en una limadora se sujetan a la mesa con anclajes propios para que sujeten las piezas muy bien, si las piezas son pequeñas se pueden ajustar mediante mordazas y tornillos paralelos, se pueden mencionar los siguientes tipos de limadoras.

4.3.1. Limadora de codo

Consiste de una base y un bastidor que soporta un ariete horizontal, es de construcción muy simple. Al ariete que lleva la herramienta se le da un movimiento alternativo igual a la longitud de la carrera deseada. El mecanismo de retorno rápido que mueve el ariete está diseñado de manera que el recorrido de retroceso del cepillo de codo es más rápido que el recorrido de corte, lo cual reduce al mínimo el tiempo inactivo de la máquina. El cabezal porta herramienta en el extremo del ariete, que se puede girar angularmente, está provisto de medios para la penetración de la herramienta en la pieza. En él se sujeta un portaherramienta basculante pivoteado en la parte superior para permitir que la herramienta se levante en la carrera de retroceso y evita así que se incruste en la pieza.

La mesa de trabajo está soportada sobre dos guías en cruz al frente del cepillo. Un tornillo de avance, en conexión con las guías, permite que la pieza se mueva transversalmente o verticalmente, manual o con transmisión de potencia. Una limadora de codo universal que tiene estas mismas características, está provisto de adaptaciones de giro e inclinación para posibilitar un maquinado preciso a cualquier ángulo. El ajuste giratorio se efectúa alrededor de un eje paralelo al movimiento del ariete.

El refrentar a la inclinación está sobre la mesa, el cual provee de los medios para colocar a esta un ángulo con respecto al eje giratorio. En la limadora de codo, la pieza se sujeta atornillándola a la mesa de trabajo o fijándola ya sea por medio de un tornillo de mesa o algún dispositivo especial.

4.3.2. Limadora de mesa

Una limadora de mesa es una máquina herramienta diseñada para desprender metal, movimiento la pieza en línea recta contra una herramienta de un solo filo. Similar al trabajo que se hace en una limadora de codo, la limadora de mesa se adapta a piezas mucho mayores. Los cortes, que son principalmente superficies planas, pueden ser horizontales, verticales o en ángulo, además del maquinado de piezas grandes, la limadora de mesa se usa con frecuencia, para maquinar muchas piezas pequeñas sujetadas en línea sobre una placa.

Las limadoras de mesa ya no son importantes para el trabajo de producción, pues la mayor parte de las superficies planas se maquinan por fresado, escareado o maquinado abrasivo.

5. SITUACIÓN ACTUAL DEL TALLER INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

El funcionamiento del taller ha sido regido por una mezcla de impulso e inercia, que fue conjugada con un mercado poco competitivo en el ámbito de servicio. Esto ha conllevado a que se trabaje de una forma improvisada supliendo las necesidades netamente instantáneas y sin llevar un procedimiento para cada uno de los procesos. Se puede decir que la existencia propiamente dicha de este taller de servicio obedece a las bondades del mercado, que bien utilizadas, podrían llevar a un crecimiento significativo que redunde en la maximización de las utilidades.

5.1. La administración

En la actualidad se detecta un sistema de administración centralizada, en la que todas las decisiones giran alrededor de una sola persona, que supervisa los aspectos administrativos, operativos y de comercialización. Esto, por supuesto, genera que la toma de decisiones sea inmediata y que se pueda atender a los clientes de forma eficiente, pero pone como limitante que el número de clientes tiene que ser reducido al número que una sola persona puede manejar.

Cuando este número de casos, administrativos, operativos o comerciales, llegan a crecer debido al incremento del número de clientes entonces la eficiencia en la atención disminuye y genera insatisfacción del cliente debido a la falta de atención. También se genera incomodidad en el equipo de técnicos, ya que su trabajo encuentra tropiezos a nivel administrativo.

La empresa ha llegado a crecer de una forma desordenada sin dejar bien definidas las atribuciones para cada uno de los puestos, por lo que existe una constante confusión sobre quién es el responsable directo de cada función; no existe un procedimiento de evaluación para la contratación de los técnicos.

5.1.1. Antecedentes

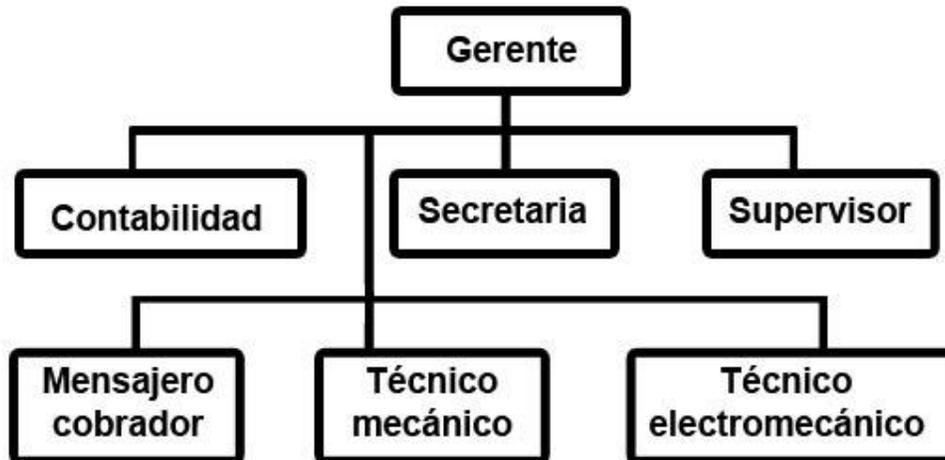
El taller surge del espíritu emprendedor de una persona, y como es obvio, todo lo que ocurría giraba alrededor de esta. Asimismo, la relación con los clientes y la coordinación de los trabajos netamente operativos ha sido directa. Luego de algún tiempo la empresa se fue afianzando en el mercado, su demanda creció y fue necesario ir delegando responsabilidades y creando puestos que cubrieran las necesidades; pero esto se ha hecho en respuesta a las necesidades y nunca en función de una planeación. Esto ha llegado hasta la actualidad y la empresa está en un punto donde la demanda ha seguido aumentando, mientras existe un estancamiento administrativo que limita la atención a un pequeño segmento del mercado.

5.1.2. Organigrama

El organigrama que rige la empresa se describe en la figura 8. Se observa como el gerente es el que procesa todas las actividades.

También se observa en el organigrama que la contabilidad, la secretaria, el supervisor de operaciones y el vendedor están a cargo de gerencia; dirige a los técnicos y planifica los trabajos.

Figura 8. Organigrama actual



Fuente: elaboración propia, con base al programa Photoshop.

5.1.3. Análisis de recursos humanos

Recurso humano es el conjunto de colaboradores que integran el equipo de trabajo de una empresa. La reunión de estas personas está sujeta a un proceso de contratación. En este caso de estudio, el reclutamiento ha sido realizado de forma empírica. Basta que exista la necesidad o sobrecarga de trabajo para determinar que es necesario un nuevo técnico. La selección la hace el gerente general, entrevistando a los distintos candidatos y escogiendo al que a su parecer funciona mejor.

Descripción de los puestos

Existen tres aspectos relevantes que se deben considerar al querer describir un puesto:

Puesto: refiérase al cargo ocupado dentro la organización.

Grado académico: informa sobre la preparación técnica de la persona que desempeña el puesto.

Atribuciones: define y limita las responsabilidades del cargo.

Puesto: gerente

Grado académico: ingeniero mecánico (dueño de la empresa)

Atribuciones: enfocado en ver rubros financieros y negociaciones. Es el representante directo ante el cliente y debe concentrarse en aquellos negocios que se consideren grandes.

Puesto: supervisor

Grado académico: bachiller.

Atribuciones: responsable del funcionamiento logístico de la empresa. Debe enfocarse en mantener una operación ágil. Es el responsable de que existan todos los recursos y técnicos necesarios; se encarga también de la subcontratación de servicios.

Puesto: contador

Grado académico: contador titulado.

Atribuciones: encargado de llevar los registros contables, fiscales y financieros de la empresa.

Puesto: mensajero cobrador

Grado académico: 3º básico (10º año).

Atribuciones: encargado de llevar facturas, cobrar y de la mensajería

Puesto: técnico mecánico

Grado académico: promedio de tercero básico (10º año).

Atribuciones: responsable de realizar los servicios, reparaciones y diagnósticos de los diferentes elementos mecánicos.

Puesto: técnico electromecánico

Grado académico: promedio de tercero básico (10º año)

Atribuciones: responsable de realizar los servicios y reparaciones de las máquinas eléctricas.

5.2. Distribución de las instalaciones

Al hablar de distribución se refiere a la forma en que están dispuestos los elementos dentro de un espacio. Se pueden diferenciar dos tipos de distribución:

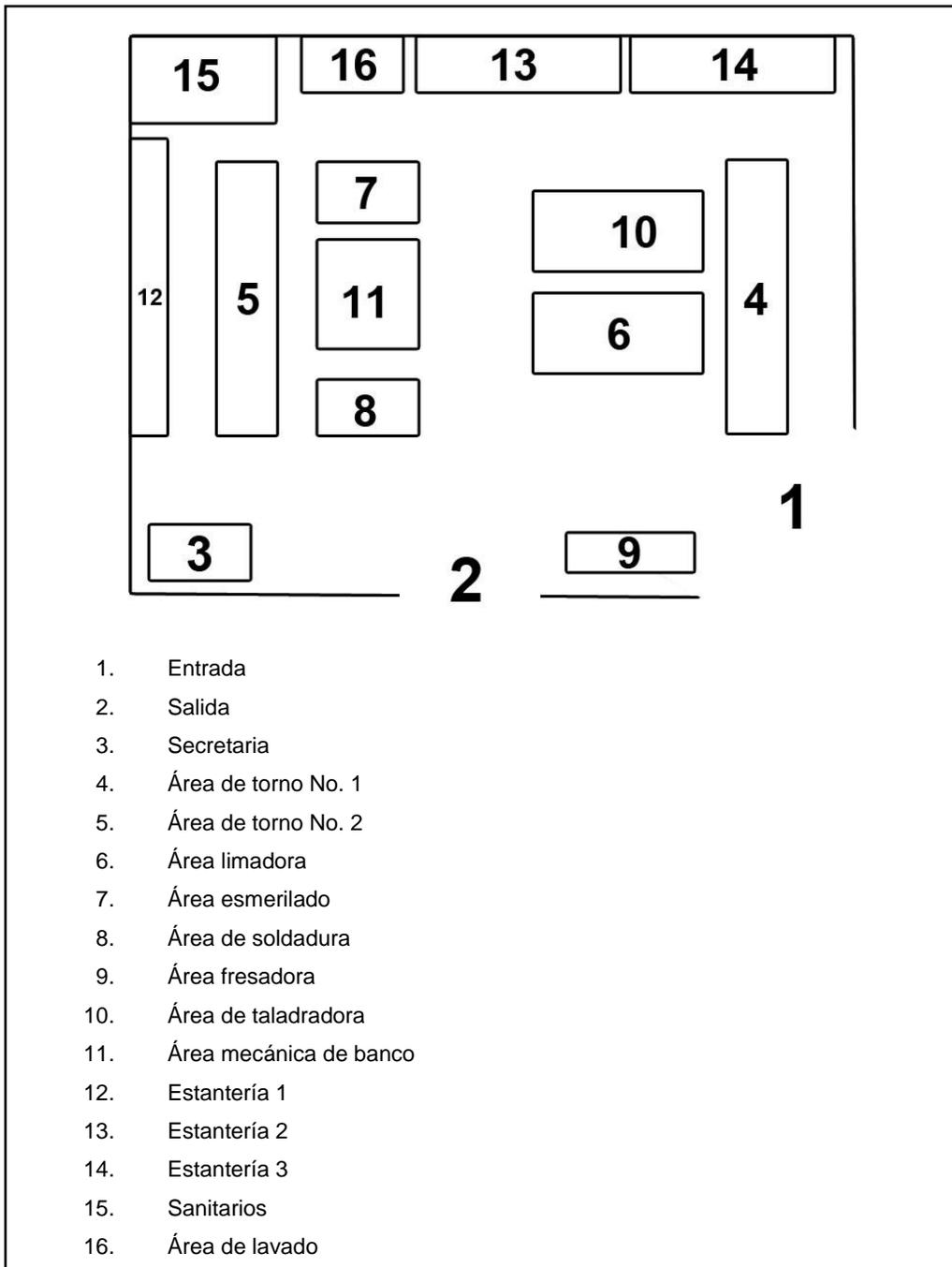
- Distribución física
- Distribución geográfica

5.2.1. Distribución física

Se refiere a la forma en que está organizado el taller internamente dentro de las instalaciones.

Para fines de este estudio, es importante aclarar que la distribución actual no tuvo ninguna planificación, como se muestra en la figura 9; un punto importante de resaltar sobre este aspecto es que siendo un taller de servicio donde se realizan reparaciones mayores de maquinaria pesada, cualquier cliente al ingresar tiene acceso directo a la pista del taller, es decir que tiene contacto directo con los técnicos y no con los personeros que pudieran hacer más agradable y segura su visita.

Figura 9. **Distribución actual del taller de máquinas herramientas**



Fuente: elaboración propia, con base al programa Photoshop.

5.2.2. Distribución geográfica

La sede matriz del Taller de Máquinas Herramientas se encuentra ubicada en colonia El Progreso, zona 11 de la ciudad de Guatemala, lo cual, como puede observarse, no corresponde a un área donde el movimiento industrial sea alto, sino que fue determinada por una necesidad de tener una sede a un costo económico y no una sede para satisfacer necesidades de los clientes.

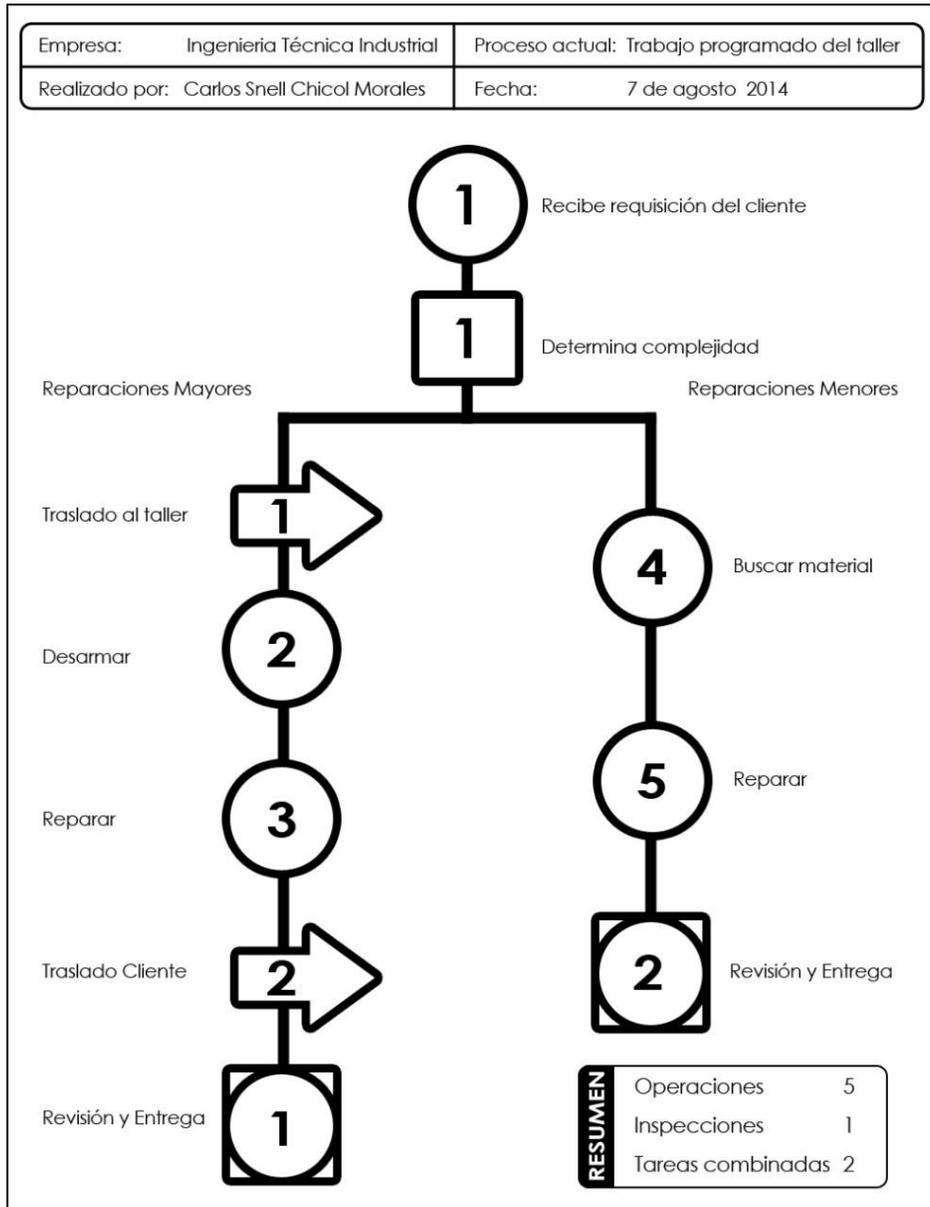
5.3. Diagrama de flujo operacional

Describe la forma en que todas las operaciones de servicio del taller fluyen, tanto para trabajos programados con anticipación con los clientes como para trabajos de emergencia.

5.3.1. Diagrama de flujo en trabajos programados

Se entiende que un trabajo se puede programar cuando el cliente, a pesar de detectar que la máquina herramienta tiene algún problema mecánico, considera, con la asesoría del supervisor de operaciones, que la máquina puede seguir operando. Este conjunto de situaciones se inicia cuando el supervisor de operaciones recibe una solicitud para un servicio con anticipación, se procede a designar el día en que se realizará el trabajo, considerando factores como: tiempo necesario, disponibilidad de repuestos, capacidad de transporte y, lo más importante, asignar la persona que llene los conocimientos técnicos requeridos.

Figura 10. Diagrama de flujo de trabajo programado

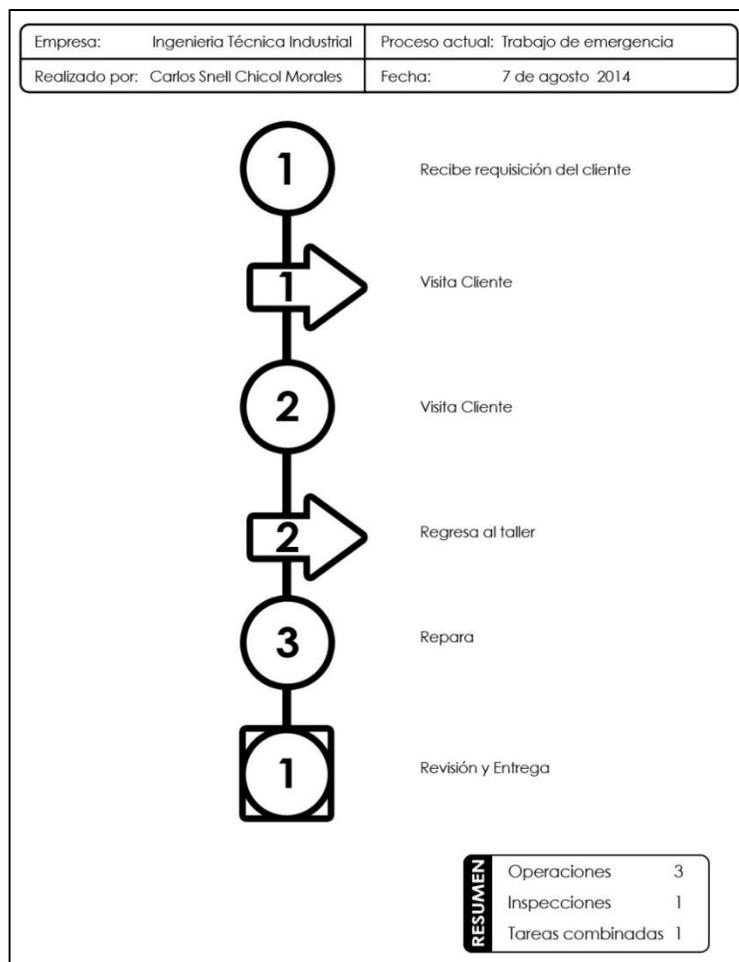


Fuente: elaboración propia, con base al programa Photoshop.

5.3.2. Diagrama de flujo en emergencia

Se entiende por emergencia un imprevisto que necesita solución inmediata. Cuando un cliente entra en emergencia es cuando su operación de mecanizado se paraliza sin previa programación. Esto se debe a fallas en su maquinaria. Lógicamente él espera una respuesta rápida de su proveedor de servicio y este tiene que estar presto a atenderlo. La forma en que reacciona el taller se describe en la figura 11.

Figura 11. Diagrama de flujo en emergencia



Fuente: elaboración propia, con base al programa Photoshop.

5.4. Autoanálisis del servicio

Para la realización del autoanálisis, se recurrió a la entrevista del personal administrativo y operativo enfocándose en lo que piensan de la manera de trabajar de la empresa y lo que creen que el cliente cree de ellos como prestadores de servicio.

5.4.1. Perspectiva que tiene el taller en sí mismo

Para tener la idea de lo que piensan los empleados de la empresa, se realizaron entrevistas que incluyen cinco preguntas.

1. ¿Cómo considera el servicio que presta la empresa?
 - a. Malo
 - b. Regular
 - c. Bueno
 - d. Excelente
2. ¿Cree usted que la empresa?
 - a. Crecerá en clientela
 - b. Perderá clientes
 - c. Se quedará igual
3. ¿Considera que hay oportunidad de crecimiento de la empresa?
 - a. Sí
 - b. No
4. Como empleado, ¿existen oportunidades de crecimiento dentro de la empresa?
 - a. Sí
 - b. No

5. ¿Qué cree que considera el cliente como debilidad?
 - a. Lo técnico
 - b. Lo administrativo

Análisis de respuestas.

1. Se observa que la mayoría cree que la calidad del servicio que prestan es buena, pero un dato igualmente importante es que nadie se atrevió a calificarlo de excelente.
2. La mayoría cree que crecerá la clientela.
3. La media considera que la empresa crecerá.
4. En general se cree que si hay oportunidades de crecimiento en la
5. empresa.
6. Se cree que lo que el cliente ve como debilidad es lo administrativo.

5.4.2. Perspectiva que piensa el taller que el cliente tiene de él

Por lo que se deduce del análisis de las entrevistas, los integrantes del taller creen que el cliente los ve como una empresa muy lenta, con una administración muy desorganizada y con tiempos en emergencia muy tardados.

6. ESTUDIO DE EXPECTATIVAS DEL CLIENTE

El método escogido para realizar el estudio es el de la generación de incidentes críticos, que se centra en obtener información de los clientes sobre los servicios que reciben. Implica llevar a cabo una encuesta a clientes que utilizan el taller de máquinas herramientas y que han estado en contacto con el personal de servicio técnico. Estas encuestas se realizan para obtener información específica sobre sus percepciones del servicio. Se visitó personalmente a algunos clientes en su oficina y a otros que llegaron a la empresa. Esta muestra fue seleccionada al azar, obteniendo datos de un total de 20 empresas o usuarios, que es el número recomendado para que dé un espectro de incidentes representativos.

Luego del proceso de clasificación, se determinan las categorías de necesidades, los artículos de satisfacción e incidentes críticos, ordenándolos de la siguiente manera:

- Nivel I Categoría de necesidades, en números arábigos.
- Nivel II Artículos de satisfacción, en números romanos.
- Nivel III Incidentes críticos, con letras minúsculas.

Estos niveles son determinantes en el estudio de satisfacciones para lograr establecer el cuestionario que se aplica a los clientes. Ver tabla 1.

Tabla I. Categorías de necesidades

Nivel I Categoría de necesidades
<ul style="list-style-type: none"> 1. Disponibilidad del servicio 2. Capacidad de reacción del servicio 3. Profesionalidad en el servicio 4. Puntualidad en el servicio 5. Satisfacción general del servicio
<p>Para cada categoría de necesidades existen artículos de satisfacción atribuibles (nivel II) e incidentes críticos posibles (nivel III).</p>
<p>1. Disponibilidad del servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> I. El vendedor de servicio estuvo disponible para programarme una cita. <ul style="list-style-type: none"> a. Conseguí concertar una cita con el vendedor de servicio cuando la solicité. b. Conseguí concertar una cita con el vendedor de servicio en un horario inadecuado II. Obtuve la reparación de la pieza cuando la necesitaba <ul style="list-style-type: none"> a. No había en existencia de material para fabricar dicha pieza. b. El material requerido para mi pieza estaba en existencia.
<p>2. Capacidad de reacción del servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> III. Esperé durante un corto tiempo antes de que me atendieran. <ul style="list-style-type: none"> a. La atención a mi solicitud de servicio fue atendida con más de 3 horas de retraso b. Esperé un corto período de tiempo antes de que atendieran mi solicitud de servicio c. Estuve demasiado tiempo esperando. d. La atención a mi solicitud de servicio fue inmediata. IV. El departamento de servicio técnico me ayudó inmediatamente cuando necesité de ellos. <ul style="list-style-type: none"> a. El técnico estaba anuente a ayudarme cuando fue necesario. b. El asesor de servicio siempre estuvo en comunicación hasta que mi problema fue resuelto.
<p>3. Profesionalidad en el servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> V. El técnico se comportó de una manera profesional <ul style="list-style-type: none"> a. El técnico fue amable cuando me atendió. b. La atención del técnico fue muy agradable. c. El técnico presto atención a lo que yo le decía. VI. La Capacidad del Técnico para atender mis problemas fue adecuada. <ul style="list-style-type: none"> a. La persona que me atendió no solucionó mis dudas. b. La falla de mi equipo fue determinada rápidamente. c. El presupuesto de reparación no llega en el tiempo ofrecido.
<p>4. Puntualidad de servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> VII. El personal de servicio terminó su trabajo en el marco temporal establecido. <ul style="list-style-type: none"> a. El tiempo de reparación fue mayor al previsto. b. El tiempo de reparación no me fue proporcionado con exactitud. VIII. El servicio no cumplió con mis plazos de tiempo. <ul style="list-style-type: none"> a. El trabajo realizado fue en el tiempo establecido. b. El trabajo realizado no fue el tiempo establecido.
<p>5. Satisfacción general con el servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> IX. La calidad del trato del personal de servicio es alta. <ul style="list-style-type: none"> a. Fui tratado con eficiencia en cada uno de mis requerimientos de servicio. b. La cordialidad del personal fue vista en todo momento. c. El técnico fue descortés al atenderme. X. Estoy satisfecho con el servicio recibido. <ul style="list-style-type: none"> a. El trabajo realizado llenó mis expectativas. b. El trabajo realizado cumplió con los requerimientos para que funcionara mi equipo.
<p>En resumen, para cada categoría de necesidad se asignaron artículos de satisfacción que forman los ítems de la encuesta.</p>

Fuente: elaboración propia, con base al programa Excel.

Tabla II. **Ítems de encuesta que estudian cada categoría de necesidad**

Categoría de necesidad	Artículo de satisfacción ITEM
Disponibilidad de servicio	1,2
Capacidad de reacción	3,4
Profesionalismo del servicio	5,6
Puntualidad del servicio	7,8
Satisfacción general con el servicio	9,10

Fuente: elaboración propia, con base al programa Excel.

6.1. Encuestas

Las preguntas de la encuesta quedan determinadas por los artículos de satisfacción. Para evitar la ambigüedad se recomienda crear una escala de respuestas que quedó determinada de la siguiente manera.

Escala de respuesta.

No estoy de acuerdo con este enunciado	NA
Estoy desacuerdo con este enunciado	D
No estoy de acuerdo, ni tampoco en desacuerdo con este enunciado	N
Estoy de acuerdo con este enunciado	A
Estoy muy de acuerdo con este enunciado	MA

Cuestionario

1. El asesor técnico estuvo disponible, para programarme una cita.

1.-NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA

2. Había material disponible cuando lo necesitaba.

1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA

3. Esperé un corto período de tiempo antes de que me atendieran.

1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA

4. Mi solicitud de servicio fue atendida de inmediato.

1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA

5. El técnico se comportó de una manera profesional.

1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA

6. La capacidad del técnico para atender mis problemas fue adecuada.

1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA

7. El personal de servicio terminó su trabajo en el marco temporal establecido.

1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA

8. El servicio no cumplió mis plazos de tiempo.

1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA

9. La calidad del trato del personal de servicio es alta.

1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA

10. Estoy satisfecho con el servicio recibido.

1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA

6.2. Análisis de datos

Toda esta información debe ser tabulada y organizada para que las respuestas que aportan los clientes puedan ser interpretadas para cada uno de los artículos de satisfacción que sondea la encuesta; este análisis debe estar amarrado a los parámetros estadísticos escogidos que ayuden a la interpretación de la información.

6.2.1. Parámetros estadísticos

Dos son los índices importantes que se deben manejar en el análisis de los datos: la media que indica la tendencia central y la desviación típica que refleja la dispersión de los datos. La información se basa en la toma de una muestra de 20 clientes, a quienes se les presenta el modelo final de la encuesta.

6.2.2. Estudio de medidas

Este estudio permite saber el nivel de satisfacción actual que está proporcionando el taller de servicio de máquinas herramientas. Se adquiere una mejor perspectiva de lo que necesita el cliente para poder saber hacia dónde nos tenemos que dirigir.

Tabla III. **Resultados estadísticos**

Categoría de necesidad	Artículo de satisfacción ITEM	Media	Desviación típica
Disponibilidad de servicio	1,2	4.0	0.80
Capacidad de reacción	3,4	4.3	0.67
Profesionalismo del servicio	5,6	4.3	0.80
Puntualidad del servicio	7,8	3.7	0.87
Satisfacción general con el servicio	9,10	4.2	0.83

Fuente: elaboración propia, con base al programa Excel.

6.3. Interpretación de datos

Los resultados revelan que la capacidad de reacción y el profesionalismo en el servicio son los factores importantes que determinan la satisfacción de los clientes. Por esta razón se debe orientar el máximo de esfuerzo en satisfacerlos, ya que causará el mayor efecto positivo sobre la satisfacción general de los clientes.

7. MEJORAMIENTO EN LA MOVILIZACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO

Este mejoramiento en la movilización de las órdenes de trabajo tiene como elemento de juicio principal, la encuesta realizada, donde se realza que el cliente requiere alta capacidad de reacción y profesionalismo en el personal que le atiende. Esto lleva a realizar una propuesta que abarque administración, recuso humano, ubicación y distribución del taller para lograr llenar los requerimientos del cliente.

7.1. Reestructuración administrativa

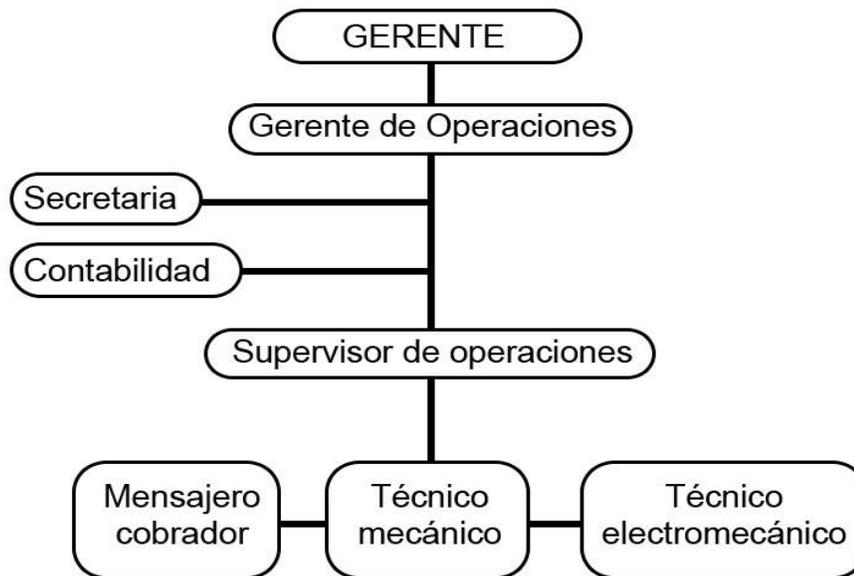
La reestructuración administrativa que se propone tiene como fin romper con el esquema de administración centralizada, en la que todo gira alrededor del gerente o dueño.

Es decir que la toma de decisiones no dependa únicamente de una sola persona. Esto solo se logrará teniendo mano de obra calificada, creando las condiciones y delimitando claramente sus funciones para que los colaboradores mismos puedan solucionar los problemas concernientes a su labor.

7.1.1. Organigrama propuesto

Para romper con la administración centralizada detectada se propone aplicar el organigrama de la figura 12.

Figura 12. **Organigrama propuesto**



Fuente: elaboración propia, con base al programa Photoshop.

7.1.2. **El recurso humano, pilar de mejora**

Hay que tener claro que el principal recurso de toda empresa es el humano, especialmente en una empresa de máquinas herramientas, donde la mayor parte de trabajos se realizan en la empresa y los técnicos son los que tienen relación directa con los clientes. Esto implica que se necesita técnicos cada vez más profesionales que sepan analizar el problema, sintetizarlo y puedan transmitírselo al interesado, para que el cliente sienta la seguridad de que está bien asesorado. En este proceso intervienen factores como una buena expresión verbal y capacidad de escucha, que sin duda demanda la combinación de una buena selección con buen nivel educativo y una capacitación constante sobre el trato con el cliente. Para lograrlo, se propone que todo aspirante, junto con la solicitud de empleo, se someta a una prueba de conocimiento de la figura 13.

Figura 13. Prueba de conocimiento técnico



PRUEBA DE CONOCIMIENTO TÉCNICO

NOMBRE COMPLETO _____
PROFESIÓN: _____
EXPERIENCIA: _____

DESCRIBA: SISTEMA DE UNIDADES, INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN, CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES, MÁQUINAS HERRAMIENTAS.

PUNTEO _____

POSIBLES RESPUESTAS: PONDERACIÓN	
INGLÉS Y METRICO	25 PTS.
CALIBRADOR VERNIER, MICROMETRO, COMPACES	25 PTS.
ACEROS Y POLIMEROS	25 PTS.
DIFERENTES OPERACIONES EN CADA UNO	25 PTS.

LA RESPUESTA DEBE SER INTERPRETADA POR EL SUPERVISOR MECÁNICO.

Fuente: elaboración propia, con base al programa Photoshop.

Figura14. **Solicitud de empleo**



SOLICITUD DE EMPLEO

GUATEMALA, _____.

NOMBRE COMPLETO DEL SOLICITANTE _____

DIRECCIÓN _____ TELÉFONO _____

NÚMERO DE CEDULA _____ EXTENDIDA EN _____

EDAD _____ ESTADO CIVIL _____ NO. DE AFILIACIÓN I.G.G.S _____

ESTUDIOS REALIZADOS _____ OTROS _____

PROFESIÓN U OFICIO _____

SUELDO MENSUAL QUE PRETENDE _____ NEGOCIABLE _____

NOMBRE DE LA EMPRESAS DONDE HA LABORADO ANTERIORMENTE

EMPRESA _____ TEL _____ JEFE _____

TIEMPO LABORADO _____ PUESTO OCUPADO _____

EMPRESA _____ TEL _____ JEFE _____

TIEMPO LABORADO _____ PUESTO OCUPADO _____

REFERENCIAS DE PERSONAS QUE LO CONOZCAN Y QUE NO SEAN FAMILIARES

NOMBRE _____ DIRECCIÓN _____ TEL _____

NOMBRE _____ DIRECCIÓN _____ TEL _____

NOMBRE _____ DIRECCIÓN _____ TEL _____

ADJUNTAR ANTECEDENTES PENALES O POLICÍACOS Y TRES CARTAS DE RECOMENDACIÓN.

F. _____

Fuente: elaboración propia, con base al programa Photoshop.

7.1.3. Perfiles de puesto

Puesto: gerente.

Grado académico: ingeniero mecánico.

Atribuciones: enfocado en ver rubros financieros y políticas de negociación.

Supervisa directamente las auditorías de mejoras, debe adelantarse a las vicisitudes y estar en búsqueda de nuevas oportunidades de negocios.

Puestos: gerente de operaciones.

Grado académico: Ingeniero mecánico.

Atribuciones: ven el funcionamiento logístico de la empresa, enfocándose en mantener la operación ágil. Responsable directo de presupuestos y que existan todos los recursos y técnicos necesarios; ve también la subcontratación de servicios.

Puesto: contador.

Grado académico: Contador titulado.

Atribuciones: encargado de llevar los registros contables, fiscales y financieros de la empresa.

Puesto: supervisor de operaciones.

Grado académico: bachiller industrial y perito en mecánica general, con estudios de ingeniería mecánica.

Atribuciones: responsable de coordinar y programar los servicios, a la vez que, atiende llamadas de emergencia. Solicita recursos al gerente de operaciones y es el encargado directo del personal técnico.

Puesto: mensajero cobrador.

Grado académico: bachiller.

Atribuciones: encargado de llevar facturas, cobrar, y realizar la mensajería necesaria.

Puestos: técnicos mecánicos.

Grado académico: técnico mecánico graduado.

Atribuciones: debe realizar los servicios y reparaciones, y también comunicar el problema al supervisor y al cliente.

Puesto: técnicos electromecánicos.

Grado académico: técnico electromecánico graduado.

Atribuciones: responsable de realizar los servicios y reparaciones de los sistemas eléctricos de las máquinas herramientas.

7.2. Redistribución de las instalaciones

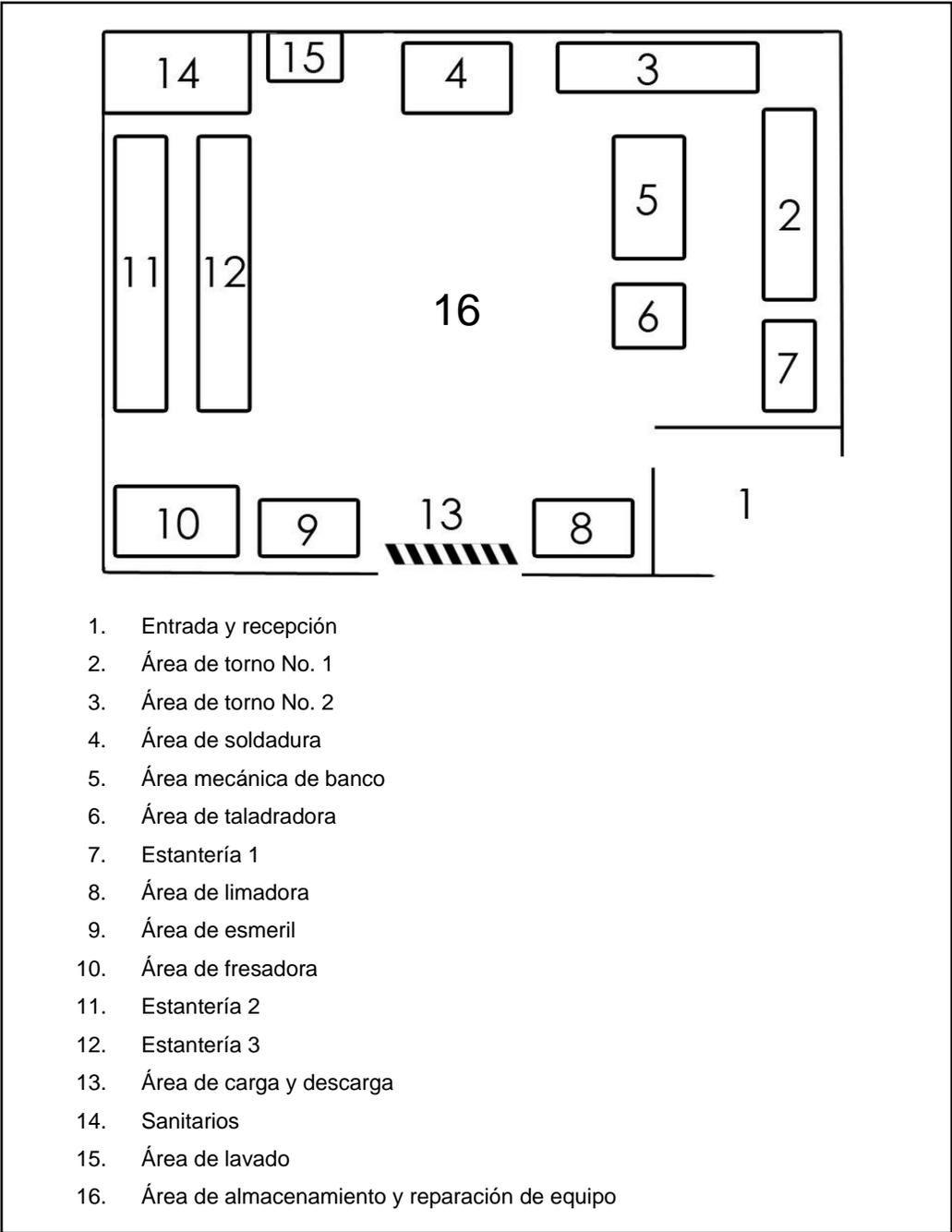
Lo que se esperaría al llegar a un taller de máquinas herramientas como a cualquier otro taller de servicio, es que posea una recepción, que tengan una apariencia agradable, donde sea atendido por un personero de la empresa y orientado en su recorrido dentro del taller. Pero más que eso, se espera que los trabajos a domicilio que se programen allí, sean lo más rápidos posible. Algo que sí causa atraso es la alta densidad de tráfico dentro de la ciudad, por lo que se debe proponer alternativas que pudieran ayudar a mejorar los tiempos de reacción.

7.2.1. Distribución física

Se refiere a la forma que se tiene organizado el taller internamente dentro de las instalaciones. En este caso de estudio hay que aclarar que la distribución actual no tuvo ninguna planificación, se propone una redistribución de la instalación para lo cual se utilizó el método de distribución de Layout y sus cuatro criterios:

- Cercanía indispensable
- Cercanía deseada
- Cercanía no deseada
- No cercanía

Figura 15. **Distribución propuesta del taller de máquinas herramientas**



Fuente: elaboración propia, con base al programa Photoshop.

7.2.2. Distribución geográfica

La sede matriz del taller de máquinas herramientas se encuentra ubicada en colonia El Progreso, zona 11 de la ciudad de Guatemala, la industria se ha diseminado por toda la ciudad. Por eso se recomienda mantener el lugar actual, ya que pensar en una ubicación cercana al área de concentración industrial, implica hacer un desembolso no accesible a la empresa en estudio.

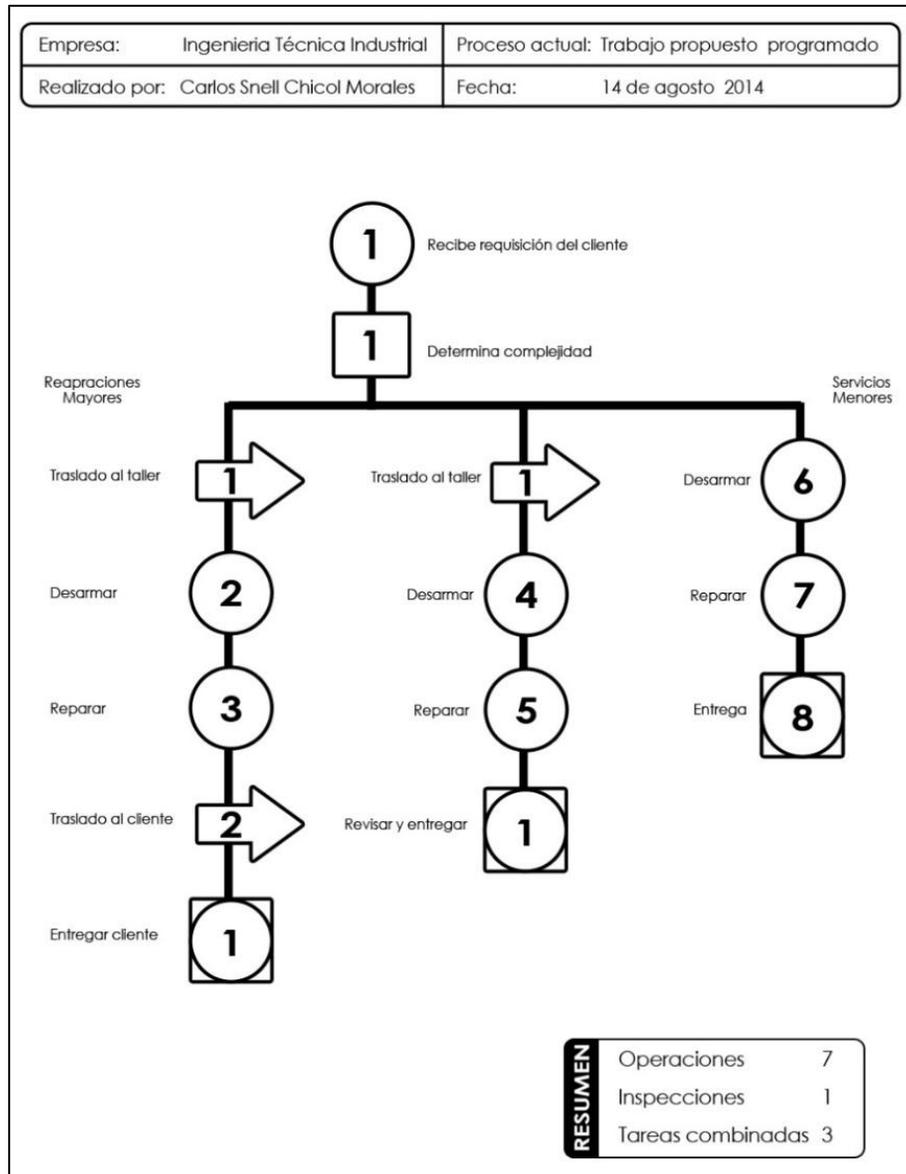
7.3. Diagrama de flujo operacional propuesto

Se proponen modificaciones en los flujogramas operacionales, básicamente porque es necesario estandarizar los procesos. Los flujogramas pueden ayudar a tomar la decisión de cuándo hay que realizar una mecanización inmediata.

7.3.1. Diagrama de flujo en trabajos programados

Trabajos programados son aquellos donde el cliente con anticipación se comunica con el supervisor de operaciones, para programar una reparación o servicio. El criterio propuesto para la toma de esta decisión debe considerar como prioridad el menor tiempo en la realización del trabajo en su totalidad.

Figura 16. Diagrama de Flujo en trabajos programados

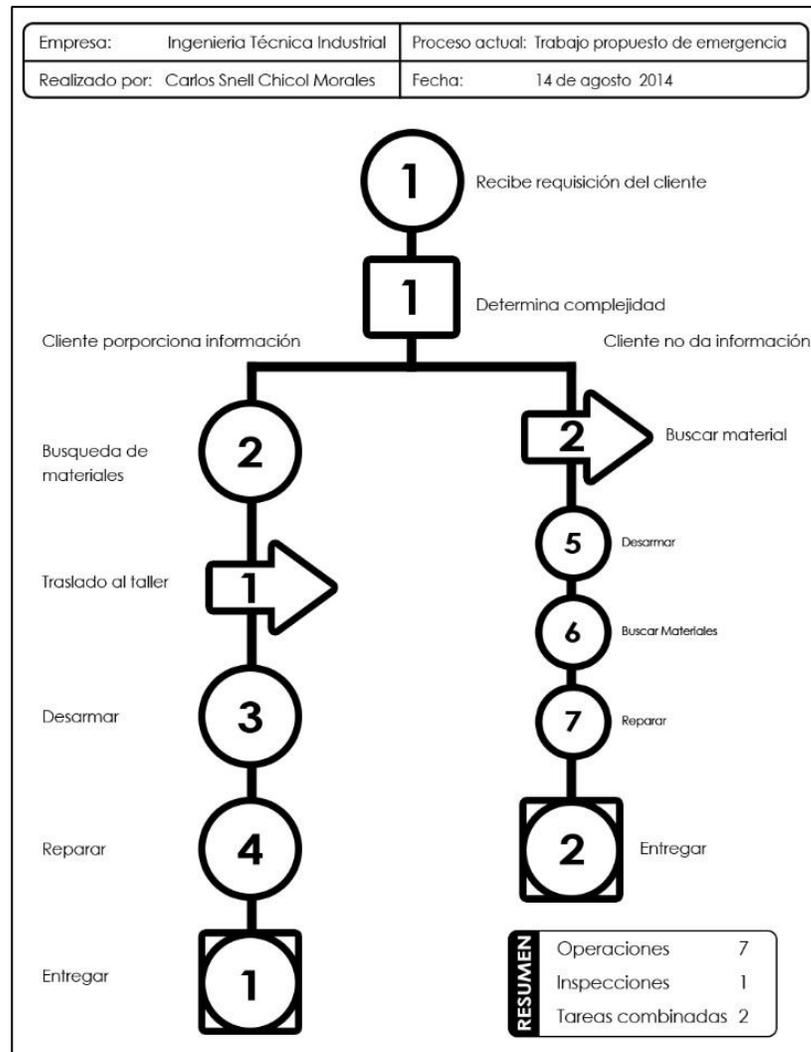


Fuente: elaboración propia, con base al programa Photoshop.

7.3.2. Diagrama de flujo en emergencias

Para mejorar la atención de las emergencias telefónicas requeridas por los clientes, se debe solicitar información sobre la falla correspondiente. Esta información ayudará a enviar en la mayor parte de los casos la solución, lo que evitará gastos innecesarios.

Figura 17. Diagrama de Flujo en emergencias



Fuente: elaboración propia, con base al programa Photoshop.

7.4. Estrategia competitiva

Debe definirse tomando como base las categorías de satisfacción demandadas por los clientes. A continuación proponemos la estrategia competitiva a seguir.

Buscar la satisfacción del cliente a través de una relación solidaria con sus necesidades, que permita ampliar el segmento del mercado y proveer un servicio que sea profesional y rápido, haciendo énfasis en el mantenimiento preventivo para evitar las llamadas de emergencia.

Entiéndase como los detalles que se le adicionarán al servicio para lograr diferenciarlo positivamente, tomando en cuenta que los clientes están ávidos de profesionalismo, y mejor tiempo de reacción.

Se propone:

Para mejorar el profesionalismo: todo el personal debe tener el grado académico correspondiente para el tipo de función que desempeña. Se debe capacitar constantemente al personal.

Para reducir el tiempo de reacción: crear la plaza de técnico de emergencias, que debe llenar los requerimientos del puesto según se propuso y además debe poder manejar moto, para no tener problemas con el tráfico capitalino.

Mejorar el control del funcionamiento de las máquinas herramientas: realizar visitas programadas periódicamente por medio del mecánico de emergencias.

8. MEJORA Y DESARROLLO CONSTANTE

Los clientes constantemente van cambiando sus expectativas y esto requiere un monitoreo del nivel de satisfacción que permita estar al día con sus nuevos requerimientos y así ofrecer un servicio que permita ganar y retener clientes. Se debe mantener una visión de mejora y desarrollo constante para dar seguimiento a la estrategia y mantener un servicio de calidad. Servicio que solo se logrará teniendo un personal altamente motivado y presto.

8.1. Técnicas para dar seguimiento a la propuesta

Dentro de las técnicas para mejorar el servicio se propone:

- Realizar periódicamente un estudio de satisfacción como el utilizado en este estudio.
- Talleres de capacitación de servicio al cliente que se enfoquen en el trato con el cliente.
- Crear un programa de capacitación técnica orientado directamente a máquinas herramientas.

8.2. Auditoría de mejoras

Para dar un buen seguimiento a la propuesta, es necesario obtener información de las actividades del servicio. Periódicamente deben analizarse los beneficios y problemas generados por la implementación de los cambios.

Como herramienta de medición, se propone aplicar la encuesta de estudio de satisfacción de los clientes por lo menos una vez al año. Estas auditorías deben estar a cargo de la gerencia general, que tiene que liderar las actividades que dan seguimiento a la propuesta de mejora del taller de máquinas herramientas.

8.3. El servicio del taller de máquinas herramientas, balance entre rapidez y calidad

Debido a que en la industria se requiere de la mecanización de piezas, es necesario contar con maquinaria en condiciones óptimas. Por esta razón, los encargados de la logística de estas empresas necesitan que se reaccione con rapidez y que se sea certero en las reparaciones que se realicen. El prestador de servicio de máquinas herramientas debe alcanzar la mayor homogeneidad entre estos dos elementos. Se debe garantizar un tiempo máximo de 3 horas para la atención de alguna emergencia y a partir de que comience la reparación, el cliente debe tener la seguridad que se trabajará hasta darle una solución. Toda reparación tiene que ser totalmente confiable y se debe apegar a los manuales del fabricante y utilizar materiales originales para garantizar así su durabilidad.

CONCLUSIONES

1. El 89 % de los clientes prefieren como principal cualidad del Taller de Máquinas Herramientas un servicio profesional.
2. Se estableció que 72 % calificó a la capacidad de reacción como el segundo aspecto de importancia al evaluar el taller de servicio.
3. Al establecer un programa de capacitación sobre atención al cliente se satisface al 89 % de los clientes.
4. Con base en el estudio de expectativas del cliente, se propuso implementar el puesto de mecánico de emergencia con lo que se satisface al 72 % de los clientes.
5. Para romper con el sistema de administración centralizada actual, es necesario aplicar un organigrama organizacional de jerarquía que mejore la articulación del taller.

RECOMENDACIONES

1. El taller de máquinas herramientas debe mantener un proceso continuo de análisis y reactualización de su estrategia competitiva. Esto debe ser responsabilidad y prioridad de la Gerencia, que debe invertir tiempo y recursos para desarrollar nuevas estrategias que le permitan mantener y mejorar su posición en el mercado.
2. Velar porque se cumpla con los cambios propuestos, asignando a una persona de manera específica para que sea la encargada de supervisar y controlar cada aspecto del servicio.
3. Se debe ampliar la comunicación entre el cliente y el supervisor de operaciones, programando visitas directas con los clientes; esto disminuirá la tensión generada en las llamadas de emergencia.
4. Supervisar que se sigan los procedimientos descritos en los flujogramas para trabajos programados y de emergencia.
5. Las atribuciones de cada puesto de trabajo del Taller deben darse a conocer a todo nivel, para que cada uno tenga idea clara de su funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMSTEAD, Ph. F. Ostwald, M. L., Begeman. *Procesos de manufactura*. México: Continental, 1999. 820 p.
2. CORREA, Julio Alberto. *Máquinas herramientas, principios de torneado*. Santa Fe, Argentina. 2008. 27 p.
3. HEINRICH, Gerling. *Alrededor de las máquinas-herramientas*. España: Reverté, 2011. 226 p.
4. HELLRIEGEL, Jackson; et al. *Administración un enfoque basado en competencias*. 10a ed. México: Thomson, 2005. 540 p.
5. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ COLLADO, S.; BAPTISTA LUCIO, P. *Metodología de la investigación*. 5a ed. México: Mc Graw-Hill, 2010. 850 p.
6. KRAR, Steve; CHECK, Albert. *Tecnología de las máquinas herramientas*, 5a ed. México: Alfa Omega, 2003. 936 p.
7. LARBÁBURU ARRIZABALAGA, Nicolás. *Máquinas. Prontuario. Técnicas máquinas herramientas*. Madrid: Thompson Editores, 2004. 632 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Encuesta 1 para estudio expectativas del cliente.



ENCUESTA PARA EL ESTUDIO DE ESPECTATIVAS DEL CLIENTE

1 Disponibilidad del servicio

- I. El vendedor de servicio estuvo disponible para programarme una cita.
- a. Conseguí concertar una cita con el vendedor de servicio cuando la solicité.
 - b. Conseguí concertar una cita con el vendedor de servicio en un horario inadecuado.
- II. Obtuve la reparación de la pieza cuando la necesitaba
- a. No había en existencia de material para fabricar dicha pieza.
 - b. El material requerido para mi pieza estaba en existencia.

2 Capacidad de reacción del servicio.

- III. Esperé durante un corto tiempo antes de que me atendieran.
- a. La atención a mi solicitud de servicio fue atendida con más de 3 horas de retraso.
 - b. Esperé un corto período de tiempo antes de que atendieran mi solicitud de servicio.
 - c. Estuve demasiado tiempo esperando.
 - d. La atención a mi solicitud de servicio fue inmediata.
- IV. El departamento de servicio técnico me ayudó inmediatamente cuando necesité de ellos.
- a. El técnico estaba anuente a ayudarme cuando fue necesario.
 - b. El asesor de servicio siempre estuvo en comunicación hasta que mi problema fue resuelto.

3. Profesionalidad en el servicio.

- V. El técnico se comportó de una manera profesional
- a. El técnico fue amable cuando me atendió.
 - b. La atención del técnico fue muy agradable.
 - c. El técnico presto atención a lo que yo le decía.
- VI. La Capacidad del Técnico para atender mis problemas fue adecuada.
- a. La persona que me atendió no solucionó mis dudas.
 - b. La falla de mi equipo fue determinada rápidamente.
 - c. El presupuesto de reparación no llega en el tiempo ofrecido.

4. Puntualidad del servicio.

- VII. El personal de servicio terminó su trabajo en el marco temporal establecido.
- a. El tiempo de reparación fue mayor al previsto.
 - b. El tiempo de reparación no me fue proporcionado con exactitud.
- VIII. El servicio no cumplió con mis plazos de tiempo.
- a. El trabajo realizado fue en el tiempo establecido.
 - b. El trabajo realizado no fue en el tiempo establecido.

5. Satisfacción general con el servicio.

- IX. La calidad del trato del personal de servicio es alta.
- a. Fui tratado con eficiencia en cada uno de mis requerimientos de servicio.
 - b. La cordialidad del personal fue vista en todo momento.
 - c. El técnico fue descortés al atenderme.
- X. Estoy satisfecho con el servicio recibido.
- a. El trabajo realizado llenó mis expectativas.
 - b. El trabajo realizado cumplió con los requerimientos para que funcionara mi equipo.

Nivel I Categoría de necesidades, en números arábigos.
Nivel II Artículos de satisfacción, en números romanos.
Nivel III Incidentes críticos, con letras minúsculas.

Nivel I Categoría de necesidades
1. Disponibilidad del servicio
2. Capacidad de reacción del servicio
3. Profesionalidad en el servicio
4. Puntualidad en el servicio
5. Satisfacción general del servicio

Fecha: _____

Fuente: elaboración propia, con base al programa Photoshop.

Apéndice 1. Encuesta 2 para estudio expectativas del cliente.



ENCUESTA PARA EL ESTUDIO DE ESPECTATIVAS DEL CLIENTE

1. El asesor técnico estuvo disponible, para programarme una cita.
1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA
2. Había material disponible cuando lo necesitaba.
1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA
3. Esperé un corto período de tiempo antes de que me atendieran.
1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA
4. Mi solicitud de servicio fue atendida de inmediato.
1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA
5. El técnico se comportó de una manera profesional.
1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA
6. La capacidad del técnico para atender mis problemas fue adecuada.
1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA
7. El personal de servicio terminó su trabajo en el marco temporal establecido.
1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA
8. El servicio no cumplió mis plazos de tiempo.
1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA
9. La calidad del trato del personal de servicio es alta.
1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA
10. Estoy satisfecho con el servicio recibido.
1.- NA 2.- D 3.-N 4.-A 5.- MA

ESCALA DE RESPUESTA.

No estoy de acuerdo con este enunciado

NA

Estoy desacuerdo con este enunciado

D

No estoy de acuerdo, ni tampoco en desacuerdo con este enunciado

N

Estoy de acuerdo con este enunciado

A

Estoy muy de acuerdo con este enunciado

MA

Fecha: _____

Fuente: elaboración propia, con base al programa Photoshop.