

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA “INDOAMÉRICA”

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**ANÁLISIS DEL PROCESO MANUAL DE RANURADO DE CHAVETEROS
EN POLEAS Y PIÑONES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD
EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA**

**Informe de investigación presentada como requisito previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Yucaylla Cutiopala Rubén Patricio

TUTOR:

Ing. Pedro Roberto Suárez Surí MSC.

QUITO – ECUADOR

2016

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de DIRECTOR del Proyecto: “ANÁLISIS DEL PROCESO MANUAL DE RANURADO DE CHAVETEROS EN POLEAS Y PIÑONES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA” presentada por el ciudadano: Yucaylla Cutiopala Rubén Patricio estudiante del programa de Ingeniería Industrial de la “Universidad Tecnológica Indoamérica”, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la revisión y evaluación respectiva por parte del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, Junio del 2016.

Ing. Pedro Roberto Suárez Surí MSc.

4123100000

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

El abajo firmante, declara que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente proyecto, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales, de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, Junio del 2016

Autor:

Rubén Patricio Yuquilla Cutiopala

CI. 060401578-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Proyecto de aprobación de acuerdo con el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

Quito.....

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

F.....

PRESIDENTE

F.....

1.- VOCAL

F.....

2.- VOCAL

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento especial va dirigido a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora, en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mis padres Juan y Segunda.

Gracias Dios por darme todo lo que tengo, por darme la ayuda en todo momento y no dejarme caer.

A los docentes que con sus conocimientos y su experiencia, contribuyeron en mi formación universitaria, a mi director de tesis

Rubén Patricio

DEDICATORIA

La realización de este trabajo le dedico a Dios y a mis padres por todo el apoyo que me brindaron durante cada etapa de mi vida a mis hermanas por creer siempre en mí y por darme la confianza y el apoyo moral para cumplir este sueño.

A mi amada esposa Alexandra por la unión, el amor que me entrega día a día por hacer sentir que siempre está conmigo en todos los momentos de mi vida.

Rubén Patricio

ÍNDICE GENERAL

A. PRELIMINAR

Portada.....	i
Aprobación del tutor.....	ii
Declaración de autenticidad.....	iii
Aprobación del tribunal de grado.....	iv
Agradecimiento.....	v
Dedicatoria.....	vi
Índice general.....	vii
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras.....	xii
Índice de anexos.....	xiv
Resumen ejecutivo.....	xv
Executive summary.....	xvi
Introducción.....	1

B. CAPÍTULO I

Planteamiento del problema.....	4
Contextualización.....	4
Macro.....	4
Meso.....	8
Micro.....	12
Árbol de problemas.....	16
Análisis crítico.....	17
Prognosis.....	19
Formulación del problema.....	20
Delimitación de la investigación.....	20
Justificación.....	20
Objetivos.....	22
Objetivo general.....	22
Objetivos específicos.....	22

C. CAPÍTULO II

Marco teórico.....	23
Tipos de chaveteros.....	37
Tecnología.....	40
Calidad.....	41
Tipos de máquinas.....	42
Tiempo de producción.....	45
Ingeniería de producción.....	45
Producción.....	46
Productividad.....	46
Eficiencia.....	48
Tiempo de producción.....	49
Eficacia.....	49
Capacidad de producción.....	50
Hipótesis.....	51
Señalamiento de variables.....	51
Variable independiente.....	51

D. CAPÍTULO III

Metodología.....	52
Tipo de investigación.....	53
Exploratorio.....	53
Explicativo.....	53
Operacionalización de las variables.....	54
Variable independiente.....	54
Variable dependiente.....	54
Variable independiente: proceso manual de ranurado de chaveteros.....	55
Variable dependiente: productividad.....	56
Recolección de la información.....	57

E. CAPÍTULO IV

Análisis e interpretación de resultados.....	58
Conclusiones y recomendaciones.....	69

F. CAPÍTULO V

La propuesta.....	71
Tema: “Diseño de una máquina ranuradora de chaveteros para piñones y poleas de elevadores de carga.”.....	71
Diseño de la máquina ranuradora.....	74
Restricción 1.....	74
Restricción 2.....	74
Sistemas que constituyen la ranuradora.....	77
Diseño de prismas soporte.....	84
Cálculo del momento torsor debido a la carga cortante.....	87
Cálculo del diámetro del eje de la leva.....	87
Cálculo de la biela.....	91
Cálculo de la estructura soporte.....	94
Diagramas de cortante.....	96
Diagrama de momento flector.....	97
Selección del perfil para la estructura.....	99
Anexos.....	114
Bibliografía.....	131
Planos.....	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Dirección de inteligencia comercial pro ecuador.....	6
TablaN° 2. Producción Ecuatoriana de Exportación del Sector Metalmecánica.....	10
Tabla N° 3. Matriz de Operacionalización de la Variable Independiente.....	55
Tabla N° 4. Matriz de Operacionalización de la Variable dependiente.....	56
Tabla N° 5. Tiempo total de ranurado de piñones.....	58
Tabla N° 6. Estadísticos del tiempo total del proceso de ranurado en poleas..	59
Tabla N° 7. Análisis de varianza del variable tiempo de las operaciones para producir un chavetero en un piñón con el factor día de la semana.....	60
Tabla N° 8. Comparaciones múltiples.....	61
TablaN° 9. Prueba ANOVA con el factor sesión de trabajo.....	62
TablaN° 10. Estimación por intervalo de la proporción de ranurados de piñones con calidad.....	63
TablaN° 11. Análisis de varianza del variable tiempo de las operaciones para producir un chavetero en una polea con el factor día de la semana.....	64
Tabla N° 12. Diferencias significativas entre el tiempo de calibración según los días de la semana.....	64
Tabla N° 13. Prueba de análisis de varianza de los tiempos de ranurado en poleas con el factor sesión de trabajo.....	66
TablaN° 14. Estimación por intervalo de la proporción de ranurados de piñones con.calidad.....	67
Tabla N° 15. Datos de Producción.....	68
Tabla N° 16. Características técnicas de ranuradoras de venta en el mercado..	76
TablaN° 17. Sistemas y Elementos de la máquina.....	77
Tabla N° 18. Velocidades de corte recomendadas (m/min).....	79
TablaN° 19. Elección del número de dobles carreras según longitud de carrera.....	79
TablaN° 20 Selección del Ks según el material.....	82
TablaN° 21. Parámetros y factores de incidencias para la selección de alternativas.....	102
TablaN° 22. Selección del tipo de transmisiónde movimiento.....	103
Tabla N° 23. Inercias de los rodillos del sistema.....	107
Tabla N° 24. Cálculo de potencia.....	108

Tabla N° 25. Detalle de costo	110
Tabla N° 26. Amortización	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Evolución de las Exportaciones del sector metalmecánico. Evolución de las Exportaciones del sector metalmecánico.....	10
Figura N° 2. Exportaciones del sector metalmecánico.....	11
Figura N° 3. Situación de la Industria metalmecánica por provincias.....	12
Figura N° 4. Máquina Ranuradora.....	14
Figura N° 5. Red de categorías.....	27
Figura N° 6. Constelación de Ideas de la Variable Independiente.....	28
Figura N° 7. Constelación de Ideas de la Variable Dependiente.....	29
Figura N° 8. Proceso.....	32
Figura N° 9. Análisis de Proceso.....	33
Figura N° 10. Funcionamiento de Ranurado.....	34
Figura N° 11. Máquina Mortajadora.....	35
Figura N° 12. Ranurado de Chaveteros.....	36
Figura N° 13. Chavetero Prismática.....	38
Figura N° 14. Chavetero con cabeza.....	38
Figura N° 15. Chaveta semicircular.....	39
Figura N° 16. Chaveta para fuerza.....	39
Figura N° 17. Partes de una máquina ranuradora.....	42
Figura N° 18. Brochadora Hidráulica BM25 NARGESA.....	43
Figura N° 19. Operaciones Principales de mortajado.....	44
Figura N° 20. Factor de trabajo.....	61
Figura N° 21. Análisis de la relación entre los tiempos y el día de la semana.....	65
Figura N° 22. Relación entre el tiempo de calibración y sesión de trabajo.....	66
Figura N° 23. Máquina Ranuradora de la empresa FLORES.....	73
Figura N° 24. Engranajes y Porta-ejes antes del ranurado.....	75
Figura N° 25. Partes de la ranuradora.....	77
Figura N° 26. Movimiento de corte horizontal.....	78
Figura N° 27. Movimiento de corte en el mortajado vertical.....	78
Figura N° 28. Longitud de la carrera.....	79
Figura N° 29. Acoples con chaveta.....	81
Figura N° 30. Comportamiento de la fuerza de corte respecto al área.....	82
Figura N° 31. Comportamiento de la fuerza de corte respecto al área.....	85
Figura N° 32. Comportamiento de la fuerza de corte respecto al área.....	86

Figura N° 33. Distancias para el cálculo del diámetro del eje de la excéntrica.	88
Figura N° 34. Excéntrica y localización de la distancia del eje al punto máximo de aplicación de la fuerza.	89
Figura N° 35. Dimensiones de los extremos de la biela.	92
Figura N° 36. Valores aproximados del factor K.	93
Figura N° 37. Forma de la estructura soporte.	94
Figura N° 38. Gráfico de las reacciones.	95
Figura N° 39. Valores de las reacciones.	96
Figura N° 40. Gráfico de cortante.	96
Figura N° 41. Gráfico de momento flector.	98
Figura N° 42. Elementos de transmisión de movimiento.	101
Figura N° 43. Análisis de la inversión.	112

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1. Base de datos para el proceso de ranurado de piñones.....	115
Anexo N° 2. Base de datos para el proceso de ranurado de poleas.....	116
Anexo N° 3. Propiedades mecánicas y físicas del acero ASTM A36.....	117
Anexo N° 4. Propiedades mecánicas y físicas del aluminio.....	118
Anexo N° 5. Tabla de dimensiones de chavetas normalizadas.....	119
Anexo N° 6. Propiedades mecánicas y físicas de la FUNDICIÓN (ASTM A 536).....	120
Anexo N° 7. Propiedades mecánicas y físicas del acero AISI 4340.....	121
Anexo N° 8. Tabla de Esfuerzos específicos de corte para el ranurado.....	122
Anexo N° 9. Propiedades de Inercia de planos rectangulares.....	123
Anexo N° 10. Propiedades de Inercia de prisma rectangulares.....	124
Anexo N° 11. Propiedades de Inercia de varios elementos.....	125
Anexo N° 12. Tabla de factores de servicio según tipo de motor y tipo de carga.....	126
Anexo N° 13. Catálogo de motores eléctricos y sus características marca Weg.....	127
Anexo N° 14. Coeficientes de fricción.....	128
Anexo N° 15. Valores de factor de diseño o seguridad recomendados.....	129
Anexo N° 16. Valores de S_x para el perfil L.....	130

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema: “ANÁLISIS DEL PROCESO MANUAL DE RANURADO DE CHAVETEROS EN POLEAS Y PIÑONES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA”

Autor:

Yucaylla Cutiopala Rubén Patricio

Tutor:

Ing. Pedro Roberto Suárez Surí MSc.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación aborda el problema del efecto sobre la productividad del trabajo del proceso manual de ranurado de piñones y poleas que se realizan en la empresa metalmecánica “FLORES”. La cual constituye una necesidad de la empresa, pues actualmente su nivel competitivo está afectado por dificultades en la calidad técnica de la producción, la baja rapidez en la prestación del servicio y por la no respuesta a la demanda de clientes de este servicio. Con el objetivo de la mejora del proceso productivo, se realizó un análisis del proceso de ranurado manual en la empresa para detectar las causas que afectan a la calidad de producción de los chaveteros. Como resultado de la investigación no se detectaron problemas organizacionales significativos, resultando la causa fundamental el atraso tecnológico de la maquinaria, en consecuencia se produce y ejecuta una innovación en la maquinaria que semiautomatiza el proceso de ranurado, solución que mejora considerablemente la calidad de la producción y la productividad del trabajo.

DESCRIPTORES: Empresa de ingeniería, proceso productivo, análisis estadístico, capacitación del personal, herramientas de investigación y las leyes, regulaciones ecuatorianas.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Theme: "PROCESS ANALYSIS MANUAL GROOVING KEYWAYS
PULLEYS AND PINION, AND ITS IMPACT ON THE PRODUCTIVITY OF
A COMPANY METALWORKING"**

Author:

Yucaylla Cutiopala Rubén Patricio

Tutor:

Ing. Pedro Roberto Suárez Surí MSc.

EXECUTIVE SUMMARY

The present information approach the productivity problem at the manual job of the grooving of keyways pulleys and pinion, that done a company metalworking "FLORES". This is a necessity of the company; nowadays the company level is affected by technical quality of the production, slow provision of service and not answers at demand of the service. With the object the improvement of the production process, has been done analysis of manual process for detect the effect that affect production quality of keyways. With the result of the investigation, did not detected organization problems, the fundamental cause is technological backwardness in consequence of this, has produced and executes innovation in the machines semi-automatic of the keyways, this solution, improves the production and the productivity in the work.

Descriptors: Engineering company, productive process, statistic analysis, staff training, research tools and Ecuadorian laws and regulations.

INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Investigación tiene como tema: “ANÁLISIS DEL PROCESO MANUAL DE RANURADO DE CHAVETEROS EN POLEAS Y PIÑONES Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD” en una empresa metalmecánica.

La empresa metalmecánica FLORES aporta servicios al sector de la metalmecánica, uno de los servicios es la realización de chaveteros de poleas y piñones, los cuales producto del régimen de trabajo al que están sometidos hay que reponerlos después de un tiempo de uso determinado.

El incremento de la actividad de la construcción en la provincia implica un aumento de la demanda de esta producción, estos elementos unido a dificultades que se presentan en la calidad de la producción tales como: una proporción considerable de piezas que se producen que no son aptos para el mercado, con su correspondiente afectación de la rentabilidad de la empresa; demora considerable en la producción de un chavetero.

Se ocasiona la pérdida de oportunidades al no tener capacidad de respuestas para todas las solicitudes del servicio hace necesario mejorar el proceso productivo de la empresa. Se conoce que la maquinaria que se utiliza en la empresa no está modernizada, pero la empresa no puede emprender la modernización de sus maquinarias por los altos precios de estos equipamientos en los diferentes mercados del mundo.

Por lo que se hace necesario realizar un estudio del proceso productivo tanto del aspecto organizativo y cumplimiento de normas, como de la calidad de la producción para detectar las causas que generan la deficiencia existente y poder proponer la solución más adecuada, técnica y económicamente, para poner a la empresa, en este reglón productivo, a nivel de la competencia regional.

En el Capítulo I. El problema, se expone la línea de investigación, la contextualización del problema nivel, macro, meso, micro, árbol del problema, análisis crítico, prognosis, formulación del problema, delimitación de la investigación, justificación y objetivos.

En el Capítulo II. Marco teórico, fundamentaciones, red de categorías, constelación de variables, independiente y dependiente, conceptualización de variables, hipótesis, señalamiento de variables.

En el Capítulo III. Metodología, Comparación de variables independiente y dependiente, población, diseño de muestreo, recolección de la información y técnicas de procesamiento utilizando la estadística.

En el Capítulo IV. Análisis e interpretación de los resultados, donde se explican los cuadros y gráficos los resultados estadísticos.

En el Capítulo V. Propuesta a implementarse.

Finalmente, contiene cálculos se adjuntan la Anexos, Bibliografía y los planos respectivos de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

El proceso productivo de ranurado de poleas y piñones el cual se realiza la fabricación de ranurados de cada uno de las piezas presenta deficiencias que afecta la productividad del trabajo tales como altos tiempos para la elaboración de ranurado y fallas en el ranurado, que pueden estar asociados a deficiencias de la maquinaria, a la disminución en la capacidad del trabajador por fatiga producida debido a la intensidad y esfuerzo que realiza el trabajador durante los labores de trabajo, por lo cual se necesita realizar un análisis del proceso productivo que permita establecer las causas de los problemas existentes y diseñar y fundamentar una propuesta para la solución de los problemas.

Líneas de investigación

Según las políticas y la línea de investigación UTI (2011) relacionan con.

La línea de investigación de este estudio es: Empresarial y Productividad. - Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento o empresarial de la región, así como su entorno jurídico-empresarial; es decir, de repotenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresan al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región, se enmarcará en la productividad de este tipo de empresas, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hacen que estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados. En este ámbito es de interés estudiar aspectos como exportaciones, diversificación de la producción y afines

(Línea de Investigación de la producción , 2011).

Este proyecto de investigación se encuentra enfocado en la línea de metalmecánica, en el que se medirá la productividad del proceso de elaboración de chaveteros, poleas y piñones; luego de culminar con la identificación de los problemas en procesos se pueda proponer y efectuar mejoras y correctivos en la producción.

Planteamiento del problema

Contextualización

Macro

El sector Metalmecánico está conformado por una gran diversidad de industrias. Abarca desde la fabricación de los elementos menores hasta la de material que demanda una base tecnológica sofisticada.

Como puede intuirse por su alcance y difusión, la industria metalmecánica constituye un eslabón fundamental en el entramado productivo de una nación. No solo por su contenido tecnológico y valor agregado sino también por su articulación con distintos sectores industriales.

El sector metalmecánico incluye a todas las empresas manufactureras que se dedican a la fabricación, reparación, ensamblaje y transformación de metales y es sin duda uno de los sectores fundamentales para la economía de los países industrializados y motor de desarrollo indispensable para los países emergentes, por su capacidad de transformar las materias primas en instrumentos industriales. (Castany Valeri, 2008, pág. 5)

El sector metalmecánico se encuentra en pleno proceso de desarrollo. Se dedica a la fabricación de diversos productos, que van desde herramientas muy sencillas o artefactos para el hogar hasta la fabricación de maquinarias de distintas calidades y magnitudes. Su materia prima básico es el acero.

Para la industria metalmecánica la maquinaria que se emplea en cualquier tipo de producción es imprescindible, ya que de esto depende la producción y productividad de la misma.

La industria metalmecánica se enfrenta a grandes desafíos a nivel mundial, en un entorno caracterizado por la presión de los costos y los altos requerimientos para la fabricación eficiente y ecológica, la producción del futuro se tendría que basar asimismo en la rentabilidad. Por ello, los grandes empresarios invierten en máquinas-herramienta. Según las expectativas de los economistas, la demanda de máquinas-herramienta seguirá creciendo en el periodo 2013 (HANOVER, 2013)

El sector metalmecánico en el mundo presenta un gran potencial integrador, mientras que en el Ecuador el sector es de gran importancia, considerando que la mayoría de partes y piezas producidas se caracterizan por un alto valor agregado.

El sector de la metalmecánica del Ecuador, lastimosamente, no posee un gran desarrollo, por el contrario, dicho sector tiene un carácter todavía más artesanal que industrial. Generalmente, los productos elaborados dentro de esta rama van destinados a proyectos de Gobierno, tales como petroleros, telecomunicaciones, mineros e hidroeléctricos y de empresas privadas.

Investigaciones realizadas según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre el crecimiento de la metalmecánica destacan que para el año 2014 tendrá un porcentaje de un 3.7%, mientras el periodo 2011 tuvo un 4.3%, aclarado que esta reducción se basa en el incertidumbre y volatilidad de los mercados financieros (Ministerio de Comercio Exterior, 2007)

Según la investigación realizada por Comisión Económica para América Latina y el Caribe indica que durante la mitad del 2011 el crecimiento de la industria metalmecánica mejora con respecto al 2010 favoreciendo a la economía de los países, sin embargo, a finales del año la incertidumbre provoca la desaceleración en su crecimiento.

Las competencias empresariales en el sector metalmecánico en los últimos tiempos, han hecho que la evolución de las empresas sean más dinámicas, lo cual está acompañada del cambio tecnológico y de la automatización de las actividades, en correspondencia de los requerimientos y la satisfacción del cliente.

La metalmecánica a nivel mundial ha presentado una tasa de crecimiento de 1.00% en los periodos 2007-2010 Tasa de Crecimiento Promedio Anual (TCPA). Por ello el incremento de las importaciones de este sector se debe al aumento de esta tasa, ya que

este sector constituye un eje de desarrollo industrial de un país, porque este incluye producción de bienes hasta los servicios intermedios, el cual contiene maquinarias, vehículos, materiales de transporte, etc. (Ministerio de Comercio Exterior, 2007)

Por los procesos de globalización es necesario establecer los niveles de competitividad de los países, Ecuador no se queda atrás, está evaluando e implementando estrategias que ayuden a mejorar el nivel de competencia exterior, el sector metalmecánico es uno de los sectores que está impulsando Proecuador, a través de estudios que ayuden a identificar posibilidades internacionales para exportación, de ahí la necesidad de estudiar la cadena productiva del sector metalmecánico.

Tabla N° 1 Dirección de Inteligencia Comercial PRO ECUADOR. Dirección de Inteligencia Comercial PRO ECUADOR

Principales Importadores Mundiales del Sector Metalmecánica						
Capítulo 72 al 85						
Valores en Miles USD						
Importadores	2007	2008	2009	2010	TCPA 2007-2010	Participación 2010
Estados Unidos de América	630,801,583	641,217,581	500,197,105	616,760,406	-0,75%	12.19 %
China	458,670,869	484,826,347	453,897,672	589,498,978	8,72%	11.65%
Alemania	347,327,310	371,411,511	292,265,266	352,179,285	0,46%	6.96%
Hong Kong (China)	209,842,324	218,504,507	200,706,450	258,188,454	7,16%	5.10%
Francia	187,695,787	200,447,661	147,562,338	167,015,498	-3,82%	3.30%
Japón	167,293,396	177,710,645	132,632,603	175,217,302	1,55%	3.46%
Reino Unido	184,083,607	177,630,927	130,480,360	149,798,522	-6,64%	2.96%
República de Corea	142,768,181	161,792,073	123,721,642	157,906,551	3,42%	3.12%
Singapur	139,614,047	149,093,036	116,543,506	145,827,322	1,46%	2.88%
Italia	149,763,685	155,503,514	100,946,060	130,953,377	-4,38%	2.59%
Países Bajos (Holanda)	140,375,525	145,863,866	108,271,223	129,672,632	-2,61%	2.56%
México	127,086,226	137,133,482	110,117,880	142,654,280	3,93%	2.82%
Canadá	124,310,008	130,506,075	100,287,842	123,186,402	-0,30%	2.43%
Demás Países	1,902,132,968	2,169,773,159	1,606,579,460	1,921,129,177	0,33%	37.97%
Total General	4,911,765,516	5,321,414,384	4,124,209,407	5,056,988,186	1,00%	100.00%

Fuente: Proecuador, “Revista Análisis del Sector Metalmecánico”, Quito, Ecuador, 2013, pag.: 9.

Elaborador por: El investigador

Según datos del Centro de Comercio Internacional, los principales mercados importadores a nivel mundial del sector metalmecánica y sus derivados en el período 2007-2010 fueron Estados Unidos que presentó una participación del 12.1%, seguido de China con 11.65%, Alemania 6,96%, entre otros países. Los mercados indicados tienen una alta participación en el comercio mundial de los

productos metalmecánico debido al gran desarrollo industrial que poseen sus economías.

Las importaciones dentro del sector metalmecánico es un factor fundamental para su productividad, al igual que es un factor económico de importancia para un país, ya que además interviene dentro de su desarrollo. Varios son los países que viven de este sector económico aprovechando al máximo su recurso.

El sector metalmecánico se caracteriza por tener un ritmo innovador, tanto en los productos elaborados como en los métodos de gestión. En el período 2007-2010 las cifras mundiales de este sector tuvieron una tasa de crecimiento promedio anual de 0.68%; lo cual se provee que siga aumentando gracias al moderado crecimiento de las economías avanzadas y de los mercados emergentes. Estados Unidos, Japón, China, Alemania y España, se consideran como los países más desarrollados en el sector metalmecánico, teniendo diversas sucursales o filiales de multinacionales en varias naciones para la importación de sus equipos además la oportunidad de poner en marcha tecnología de vanguardia, aportando mayor desarrollo de la industria (Ministerio de Comercio Exterior, 2007).

Los mercados de los países indicados tienen una alta participación en el comercio mundial de los productos metalmecánicos debido al gran desarrollo industrial que posee sus economías, esto ocasiona que este sector se desarrolle al ser uno de los prioritarios para el crecimiento de muchos sectores en un mismo país.

Es así que, en la mayoría de los países de la región, ha mejorado ampliamente la percepción de los empresarios que se encuentran en esta actividad.

El sector metalmecánico al tener una relación directa con los grandes proyectos que desarrollan los gobiernos, espera la puesta en marcha de políticas integrales y a largo plazo que favorezcan la expansión del sector productivo. Es así, que en la mayoría de los países de la región, ha mejorado ampliamente la percepción de los empresarios que se encuentran en esta actividad. Las expectativas de este sector para el año 2011, se concentraron en recuperar el mercado perdido por la crisis, consolidar las tasas de crecimiento, así como aprovechar las oportunidades que se presentan en el mercado internacional. (s.d, 2000)

En el sector de la metalmecánica, se vuelve prioritaria la inversión que se realice para garantizar el crecimiento de la industria, razón por la cual muchas empresas, desarrollaron proyectos de mejora en el 2011 con la finalidad de ser más competitivos, modernizar la tecnología, reponer equipos, así como a agrandar las plantas de producción.

El sector metalmecánico posee una estrecha relación con los gobiernos, permitiendo que los proyectos de desarrollo se pongan en marcha al igual que sus políticas integrales y a largo plazo, el cual favorece al crecimiento productivo. Por lo que los empresario que se encuentran dentro de esta línea de productividad, solicitan soluciones sobre problemas como; estabilidad, la tasa de cambio, el interés, impuestos, créditos e incluso la infraestructura, de tal manera que se pueda cumplir con las condiciones que favorezcan a ambos lados del mercado. (Enatin S.A., 2014)

El sector metalmecánico al tener una relación directa con los grandes proyectos que desarrollan los gobiernos, espera la puesta en marcha de políticas integrales y a largo plazo que favorezcan la expansión del sector productivo. En este sentido, los empresarios requieren que se pueda solucionar los problemas relacionados con tasa de cambio, tasas de interés, impuestos, crédito e infraestructura, para así generar las condiciones que permitan mejorar la competitividad de la industria.

Además, este sector metalmecánico integra varios sectores de producción por lo que la industria requiere una gran medida de parte y piezas metálicas, estos son productos básicos que permiten cubrir al área de construcción, materiales y equipos eléctricos, también infiere dentro del sector textil y confección, maderero, imprenta e incluso en el ámbito alimenticio.

Meso

Según el análisis sectorial realizado por Pro Ecuador considera al mercado metalmecánico como un proceso donde se diseña y fabrica estructuras metálicas. El sector metalmecánico con miras de crecimiento y mejoramiento de calidad, implementa como herramienta productiva la innovación, que ayuda elevar el nivel competitivo de esta industria que anhela en un futuro a llegar a ser parte de las principales actividades económicas con mayor ingreso al país.(Pro-Ecuador, 2007)

El desarrollo de un país depende de cada una de los sectores económicos que se encuentren vigentes, por lo que la metalmecánica es una rama de producción de importancia para que un país pueda auto-desarrollarse, ya que permite que ese país pueda desenvolverse solo y sin depender de otro.

El sector de la metalmecánica ha logrado un crecimiento moderado durante los últimos cinco años. Según la Cámara de la Pequeña Industria de Pichincha, el crecimiento económico en el período 2007 - 2011 es de entre el 2% y el 3%. La falta de credibilidad y apoyo hacia este negocio son los causantes de las bajas, pese a ello hoy en día este sector ha tenido un cambio favorable ya que el gobierno gestiona el apoyo hacia este sector por lo que el crecimiento de este es evidente.

El crecimiento del sector de la construcción en nuestro país ha sido un gran impulso para el sector metalmecánico, el cual provee de estructuras metálicas, techos de aluminio, varillas, etc. También ha influenciado el crecimiento del sector automotriz, particularmente de la producción nacional de equipos automotores. Sin embargo se podrían producir más partes y piezas para armar buses por ejemplo, si no tuvieran la competencia de unidades provenientes del extranjero con ventajas de tipo arancelarias.

La empresa “FABRITEC” engineering, especializada en ingeniería electromecánica orientada al diseño, fabricación, reconstrucción y mantenimiento de equipos y maquinaria para la industria bajo normas internacionales que tiene a su haber 30 años de actividad profesional, con tecnología de punta, y el objetivo de servir con eficiencia, calidad, cumplimiento y garantía. Por ello muchos de sus clientes se encuentran completamente satisfechos ya que se ofrece un servicio personalizado.

Para el Banco central del Ecuador el incremento de la exportación del sector metalmecánica varía entre el año 2007 al 2011, puesto que el gobierno actual ha gestionado actividades que permitieron que se reactive el sector.

Tabla N° 2- Producción Ecuatoriana de Exportación del Sector Metalmecánica

Valor en Toneladas				
2007	2008	2009	2010	2011
242,567	211,857	163,747	112,564	107,87

Fuente: Proecuador, “Revista Análisis del Sector Metalmecánico”, Quito, Ecuador, 2013, pag.: 6.

Elaborado por: El investigador

Las exportaciones del sector metalmecánico en toneladas presentan una tendencia moderada decreciente entre los años 2007, 2008, 2009, 2010 para el año 2011 sus valores tuvieron crecimiento llegando a exportar 107,870 toneladas.

El crecimiento económico de la región depende de la producción y de ello las exportaciones, siendo no inmune al entorno de incertidumbre que impere a escala global, la probabilidad no menor de una crisis profunda afectaría de manera significativa a la economía mundial en su conjunto e impactaría a nuestra región, sobre todo a través del canal real sobre las exportaciones, precios, inversión extranjera, remesas y turismo, y el financiero sobre mayor volatilidad, posibles salidas de capital y dificultades de acceso al crédito.

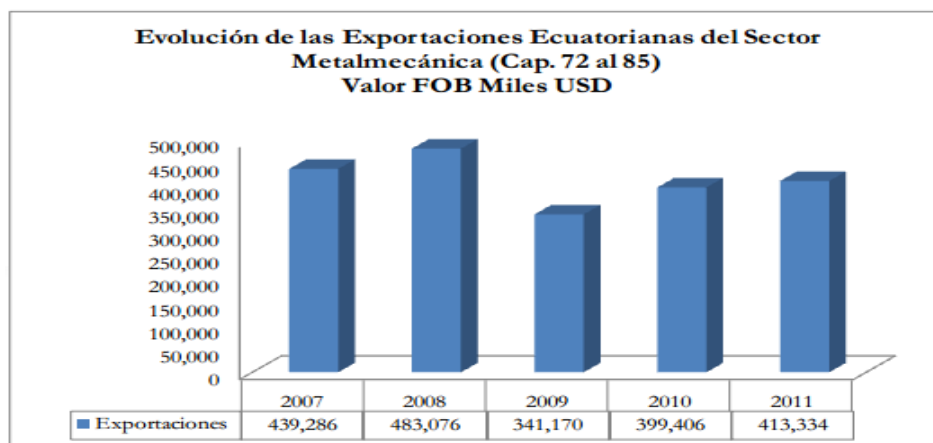


Figura N° 1. Evolución de las Exportaciones del sector metalmecánico. Evolución de las Exportaciones del sector metalmecánico

Fuente: Proecuador, “Revista Análisis del Sector Metalmecánico”, Quito, Ecuador, 2013, pag.: 10.

Elaborado por: El investigador

Según la figura N° 1 el valor exportado en el 2007 fue de USD 439,286 mientras que en el 2009 obtuvo un decrecimiento llegando a USD 341,170 seguido de los años 2010,2011 que se obtuvo un notable crecimiento y llegó alcanzar USD 413,334.

Al analizar las exportaciones del sector metalmecánica por grupo de productos, en este caso por capítulos arancelarios, se observa que en período 2007-2011 el capítulo que alcanzó una mayor Tasa de Crecimiento.

Países como: Colombia, Vietnam, Perú, Venezuela, Chile y Corea del Sur, son los principales sectores de exportación para Ecuador, con una mayor participación acumulada en el período 2008 a junio 2011 como se puede ver en la figura N° 2.



Figura Nª 2. Exportaciones del sector metalmecánico.

Fuente: Proecuador, “Revista Análisis del Sector Metalmecánico”, Quito, Ecuador, 2013, pag.: 10.

Elaborador por: El investigador

Como se puede ver en la figura N° 2 los principales mercados a los que se destinaron los productos del sector metalmecánica de Ecuador con mayor participación acumulada en el período 2008 a junio 2011 fueron: Colombia con el

17%; seguido de Vietnam con el 13%; Perú con el 13%; Venezuela y China con el 7%; Corea del Sur con el 6%, que juntos han representado más del 60% de las exportaciones, entre otros mercados.

Micro

La industria metalmecánica constituye un pilar fundamental en la cadena productiva del país, por su alto valor agregado, componentes tecnológicos y su articulación con diversos sectores industriales.

Puesto que el sector metalmecánico está considerado dentro de los ejes productivos que inyecta ingresos económicos al país además de ofrecer nuevas fuentes de empleo por lo que es considerado de importancia para su desarrollo. Se han establecido plazas de este segmento de mercado, estas se encuentran ubicadas en un gran porcentaje en la provincia de Pichincha, Tungurahua, en el Guayas, Azuay y Loja, la mismas que ofrecen una variedad amplia de productos y servicios relacionados al sector. (PRO-ECUADOR, 2007).

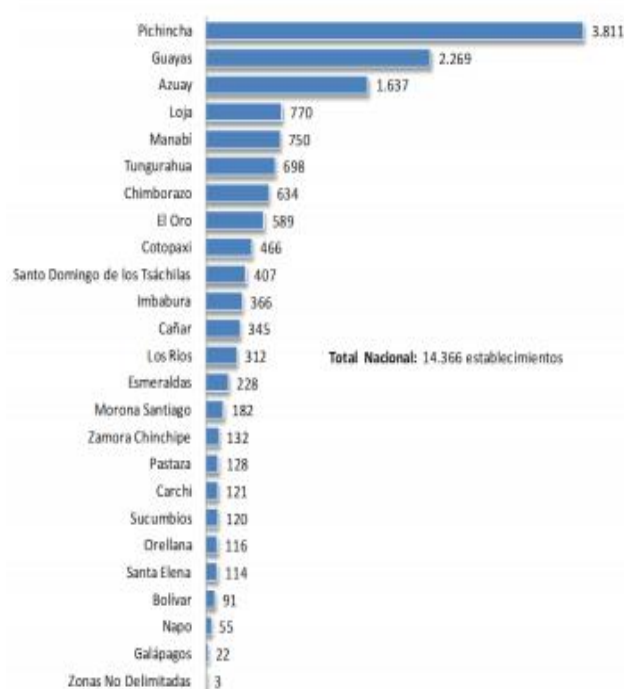


Figura N^a 3.Situación de la Industria metalmecánica por provincias

Fuente: Proecuador, “Revista Análisis del Sector Metalmecánico”, Quito, Ecuador, 2013, pag.: 12.

Elaborador por: El investigador

La provincia de pichincha por ser la capital, presenta un mayor crecimiento de la industria metalmecánico. Datos adquiridos de la

revista info-ecuador, permiten determinar que la provincia de Pichincha posee un 27% de la actividad metalmecánica en relación a las demás provincias del país. En segundo lugar, se encuentra Guayas con un porcentaje del 16%, en un porcentaje bajo se encuentra la provincia de Tungurahua con 4.9%.

(Dávila, 2012)

Se debe considerar, que, según la Cámara de la Pequeña Industria informa que existen alrededor de 380 empresas metalmecánica en su mayoría al norte de las ciudades de las cuales las 110 son medianas empresas y las 270 son pequeñas empresas. La empresa metalmecánica “FLORES”, se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha en la zona industrial de Calderón, se dedica a la elaboración y prestación de servicios técnicos para las industrias. Dentro de la zona existen varias empresas del sector metalmecánico, por ello éstos son sus principales competidores. Los servicios que ofrece son equipos para la construcción, encofrados, andamiaje y maquinaria liviana para la construcción, respondiendo a las necesidades del mercado la empresa abre su campo de producción y empieza a realizar el ranurado de chavetas en piñones y poleas.

La empresa tiene más de 38 años en el mercado con una misión en mente de satisfacer las necesidades de los clientes mediante un servicio de excelencia y personalizado ofreciendo soluciones innovadoras, eficientes y rentables, basándose en un equipo humano preparado y comprometido que contribuye al desarrollo de su gente y del país. Una de sus importantes líneas de gestión es la de servicios de elaboración de ranurados de chaveteros en piñones y poleas para el sector industrial.

La empresa se encuentra posicionada en el mercado de la metalmecánica, con la visión de mostrar liderazgo en las soluciones integrales de acuerdo a las necesidades de cada cliente. El posicionamiento de la empresa metalmecánica “FLORES” en el mercado es estable, por ello dentro de sus objetivos se encuentra, el de abastecer al mercado de herramientas que permitan que la producción progrese.

En la actualidad la industria metalmecánica presenta a nivel empresarial gran importancia, es de tal manera que los empresarios invierten en estos equipos-herramienta. Muchos de los productos que se elaboran se caracterizan por poseer un gran valor agregado.

En cualquier proceso productivo la calidad del bien es esencial por lo tanto es necesario tener las herramientas adecuadas para poder conseguir un acabado lo más cercano posible a la perfección, lo que obliga al cumplimiento de estándares de trabajo que deben ser de conocimiento del personal de campo en estas labores, así como inspecciones visuales que permitan identificar la efectividad del trabajo.



Figura N^o 4 Máquina Ranuradora

Fuente: Catalogo de la Mortajadora-IMH, pag.: 25

Elaborador por: El investigador

El principal problema de esta máquina es no realizar chavetas con medidas específicas requeridas para cada elemento, esto es por no contar con un diseño en los componentes del sistema de corte, por lo cual provoca que la cuchilla vibre fuera del eje y se salte sin realizar el corte del material, dañando piezas, rompiendo herramientas de corte y desalineamientos en los chaveteros.

La base para ofrecer productos innovadores, más allá de utilizar la tecnología de punta y las maquinarias necesarias, es capacitar al personal. El talento humano debe ser protagonista al crear y diseñar nuevos productos. Es necesario romper con paradigmas y comenzar a inferir en la capacidad del personal de ser creativos al momento de producir un producto, ya que en la actualidad el mercado es tan competitivo que demanda que las industrias implementen el mejoramiento continuo y brindando un trabajo ágil oportuno y garantizado.

La tecnología hoy en día es el motor básico de crecimiento, el conjunto de conocimientos que permite utilizar nuevos diseños para crear bienes y/o servicios

que facilitan la obtención del producto o servicio final a mejorar costos en tiempos de producción, satisfaciendo las necesidades esenciales a nuestros clientes

Árbol de problemas

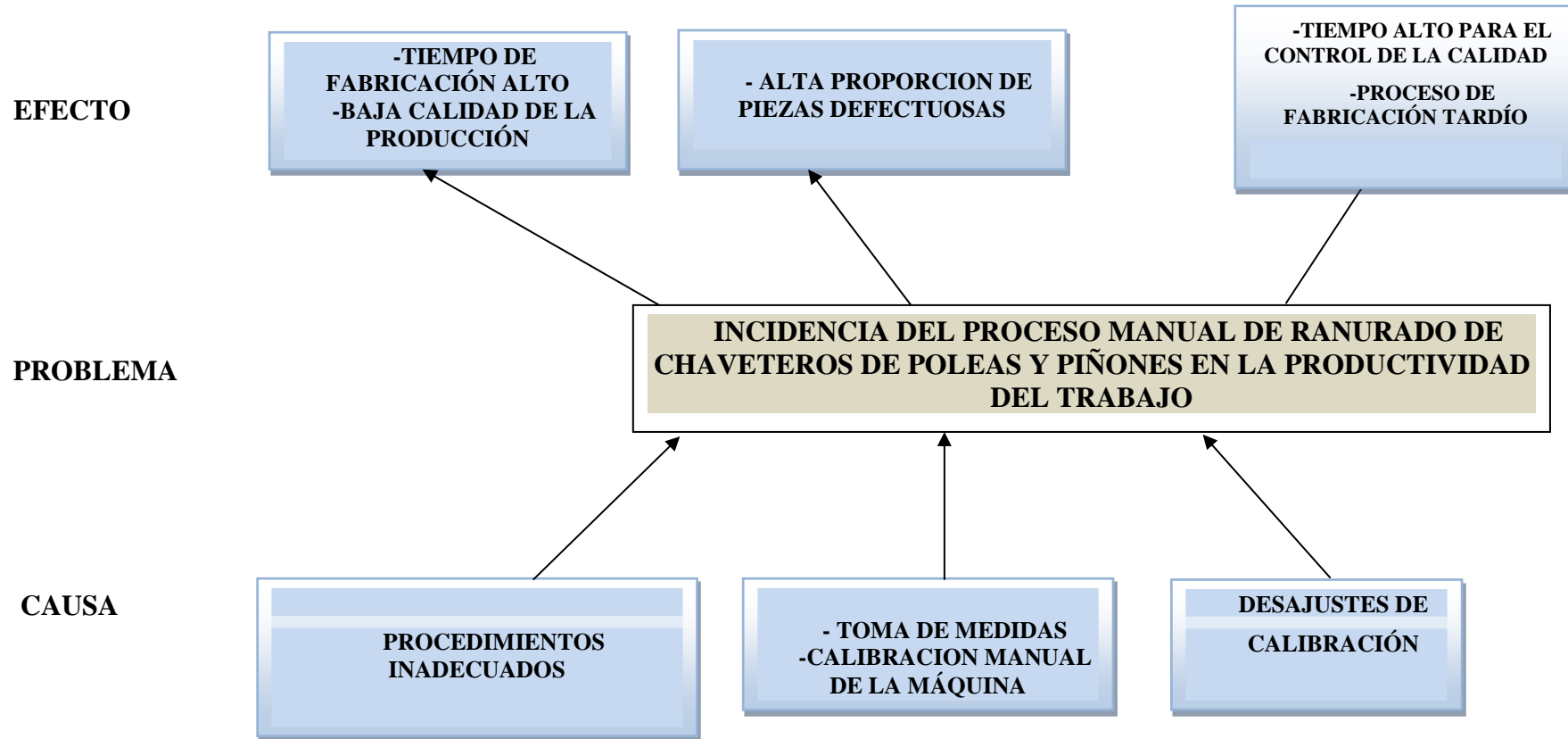


Figura N° 1 Relación Causa – Efecto (Árbol de problemas).

Causas: Se refieren a la Variable Independiente. -procesos manuales de ranurado de chaveteros poleas piñones.

Efectos: Se refieren a la Variable Dependiente. - Su incidencia en la productividad.

Elaborado por: El investigador

Análisis crítico

Mediante el árbol de problemas expuesto, se puede emitir una crítica confrontando las causas y efectos de dicho árbol de problemas las mismas que se detallan a continuación. Permitiendo determinar cuáles son los principales problemas que generan retrasos a la producción de la empresa y de esta forma poder establecer soluciones que permitan mejorar el sistema.

El problema principal en la máquina artesanal es conocer cuál es el proceso que se ejecuta durante la elaboración de ranuras de las chavetas, su proceso productivo sigue el siguiente procedimiento:

1. Colocar la pieza en la entenalla de la máquina.
2. Centrar la pieza respecto al eje de corte.
3. Colocar la herramienta de corte en el porta piezas (se ajusta de manera manual)
4. Se procede a encerar la pieza y la cuchilla de corte.
5. Ranurar la pieza, desbastando un (1) milímetro cada vez la chaveta para evitar se rompa la cuchilla.
6. Después de varias pasadas se procede a medir nuevamente el avance, ancho y el largo del chavetero y comprobar sus dimensiones.
7. En caso de no tener las medidas correctas, se realiza la corrección antes de finalizar el chavetero.
8. El desmontaje, la pieza es retirada para luego realizar la última verificación según los estándares de calidad de la empresa.

Una de las causas que afectan al proceso manual de ranurado de chaveteros de poleas y piñones es el desajuste de calibración, procedimientos inadecuado, este se da por el error de la máquina que tiene la empresa tiene muchos defectos al ranurar la pieza. Una cadena de proceso es necesaria para que cualquier actividad se pueda culminar de la mejor manera, por ello es necesario el cumplimiento de todas las etapas dentro del proceso de ranurado. Se ha visto que durante el proceso de ranurado varios empleados que se encargan de realizar el ranurado, no ejecutan cierto paso los cuales, aunque parezcan insignificantes son necesario que permiten tener una verificación del terminado de la

pieza. Ya que si la pieza no tiene las especificaciones requeridas se procede a realizar un nuevo proceso, lo cual ocasiona una pérdida de tiempo.

La segunda causa de la problemática es el proceso manual de calibración, como su nombre lo indica es un proceso que necesita ser realizado de manera manual por lo que no siempre va a ser preciso, para que el proceso de ranurado empiece la toma de las medidas del avance, ancho y largo de la pieza que se vaya a ranurar, por esto la calibración dentro el proceso es importante ya que si no se tiene claras las medidas la perforación no será la adecuada.

El proceso se tarda ya que se deberá iniciar el proceso nuevamente. Pero si se habla de calibración no solo se refiere a la calibración de la pieza sino también a la calibración de la máquina, refiriéndose al ciclo de trabajo de la máquina. Aquí es donde se establece el tiempo de producción de la máquina, ya que si se excede el tiempo de producción puede sobrecalentarse.

La tercera causa se detecta al momento de realizar la calibración ya que el operador de la máquina verifica la pieza que se está ranurando no tenga inconvenientes al momento de subir y al bajar la cuchilla, esto ocasiona que la máquina que tiene la metalmecánica Flores tiene muchos años de uso y que la mayoría de sus partes tienen demasiados problemas, una de ellas es al momento de ranurar el canal de la ranura sales defectuosos por lo que la cuchilla vibra fuera del canal de la ranura y las piezas salen fueran de las especificaciones.

PROGNOSIS

Después de haber analizado las causas de la problemática que posee la máquina, está claro que el principal problema dentro de la producción es el proceso manual de calibración de las piezas, en su mayoría ocasionando pérdida de tiempo, ya que por ser manual existe mayor riesgo de errores, dando como resultado una producción lenta y productos de baja calidad. Sobre todo, el efecto que causa dentro del proceso global es la pérdida de tiempo por el reproceso que se debe realizar, además varias de las piezas no terminan con la medida que se requiere por lo que existe un porcentaje de productos defectuosos.

Otro de los efectos que se produce en el proceso es el tiempo de fabricación alto ya que se reactiva el ciclo de producción, cuando existe algún tipo de problema en la pieza, la máquina se detiene para poder recalibrar, afectando al tiempo de producción diaria. Además, con ello se obtiene alta preparación de piezas defectuosas, un gran porcentaje de las piezas no pueden ser modificadas para que alcancen las medidas requeridas, por lo tanto, las piezas son defectuosas y llegan a ser desechadas.

Estos efectos conllevan hacia el tiempo alto para el control de calidad, ya que la demora en la recalibración y el tiempo estimado de producción, son los factores los cuales los trabajadores están regidos, por lo tanto la presión que el obrero o trabajador se encuentra es grande, por lo que él solo trata de sacar el número de piezas estimadas dentro de la producción diaria. Esta afectación hace que varios de los obreros solo ejecuten la calibración y no realicen las medidas de las piezas que se estima dentro del proceso de ranurado, por lo que al momento de tomar las medidas cuando la pieza está terminada, la pieza queda desechada por no cumplir con lo requerido dentro del estándar de calidad.

De continuar estas deficiencias en el proceso la empresa se mantendrá en una baja rentabilidad, pierde oportunidades en el mercado y los clientes emigran a otras empresas al tiempo que deja de ser competitiva con la posibilidad de salir del mercado por lo que se hace necesario resolver estas insuficiencias de la empresa.

Formulación del Problema

¿Cómo perfeccionar el proceso de ranurado de chaveteros en poleas y piñones de manera que aumente la productividad en el trabajo?

Delimitación de la Investigación

Campo: Ing. Industrial

Área: Producción

Aspecto: Análisis del proceso manual de ranurado de chaveros en poleas y piñones y su incidencia en la productividad

Delimitación Temporal: 02/07/2015- 21/04/2016

Delimitación Espacial: La empresa metalmecánica Flores

Justificación

La importancia de la presente investigación se da por la necesidad de la empresa de incrementar su producción en volumen y calidad para lograr la satisfacción del cliente y posesionarse en el mercado, debido que la maquinaria que posee la empresa no está modernizada, produce una proporción considerable de piezas que no son aptas para el mercado, con su correspondiente afectación de la rentabilidad de la empresa; demora considerada en la producción de un chavetero, afectando directamente a la capacidad de respuesta a la demanda actual, es necesario reajustar el proceso y perfeccionarlo para elevar la productividad.

La competencia del día a día ha obligado a las organizaciones a desarrollar nuevas estrategias, para mejorar los procesos deficientes, y poder cumplir con los objetivos propuestos, justificando entonces la realización, análisis y estudio para la implementación de la máquina semiautomática con el firme propósito de plantear alternativas que corrijan los problemas que se han venido generando dentro de la elaboración de chavetas.

El interés de este tema de investigación es lograr mejoras del proceso que se llevan a cabo en la elaboración de chaveteros, creando una producción más eficiente, optimizar los recursos y además disminuir las posibles desventajas que acarrea el método manual en el proceso de elaboración de esta pieza, y por medio de esto, la industria pueda ser más competitiva ofreciendo eficiencia y calidad en su producción.

Es factible ya que para la organización es de suma importancia el mejoramiento de la máquina, con ello la productividad se incrementa, de tal forma que la empresa apoya esta investigación para que sus procesos sean mejorados o rectificadas si es necesario, el apoyo de la organización dentro de esta investigación es importante por lo que permitirá poseer la información pertinente identificando la causa y los efectos del problema principal de la máquina, al igual que permite tener los recursos necesarios para la investigación.

Los beneficios. Este estudio sin duda ayudará directamente al área de producción además que permitirá que el producto terminado pueda ser de calidad, y poder exceder los estándares establecidos por la industria. De tal forma que los dueños de la empresa puedan disminuir las pérdidas y utilizar mejor los recursos obteniendo una rentabilidad económica ideal.

Utilidad teórica y práctica. El análisis de este problema permite aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera de Ingeniería Industrial y constituye una guía para realizar análisis semejantes en otros procesos productivos, permite además poder detectar las causas del problema y plantear la solución, y de esta manera poder aplicar un planteamiento teórico y práctico para perfeccionar el proceso productivo y elevar la productividad.

Tecnológica. Existen recursos en el mercado que posibilitan el mejoramiento de las máquinas empleadas en este proceso y la empresa tiene acceso a ellos. Además, existe la preparación adecuada del personal que permite aplicar los métodos de la ingeniería industrial para el análisis y perfección de procesos.

Económica. La empresa metalmecánica se encuentra posicionada en el mercado por varios años, por ello para la empresa presta este servicio de ranurado permite cubrir un segmento del mercado, el objetivo es lograr mejorar este servicio y con ello cubrir las necesidades de producción de la empresa. La gran acogida de este servicio cubre la expectativa de aprobación por los clientes, por ello es factible económicamente ya que por un lado la aprobación del servicio existe y por el financiamiento de la inversión en las mejoras también son cubiertas.

Administrativa, uno de los objetivos globales que cada empresa posee, es el crecimiento de tal manera que su empresa pueda cubrir cada segmento de un mercado

determinado. De esta manera la empresa se encuentra en pleno conocimiento de las necesidades de crecimiento, por lo que se ha planteado dentro de la parte administrativa de la empresa ampliar sus horizontes, por ello están enteramente de acuerdo con la aplicación de mejoras en el proceso de ranurado de chaveteros, y cuenta con los recursos humanos que permiten concretar el empeño de mejorar el proceso productivo.

Objetivos

Objetivo General

Analizar y perfeccionar el proceso manual de ranurado de chaveteros en poleas y piñones en la empresa Flores y establecer su incidencia en la productividad del trabajo.

Objetivos Específicos

- Establecer los problemas del proceso de ranurado manual de chaveteros que afectan la productividad del trabajo.
- Determinar el tiempo de producción de un chavetero en el proceso de ranurado manual.
- Determinar el tiempo ocupado en el reproceso por chavetero de baja calidad.
- Calcular la productividad de la empresa en el proceso actual.
- Establecer la relación entre fatiga y tiempo para la producción de chaveteros.
- Establecer la relación entre la fatiga y la calidad de producción.
- Sugerir el diseño una nueva máquina para mejorar el proceso de producción de chaveteros.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes Investigativos

El problema de la calidad de los ranurados se presenta con frecuencia en la industria por lo que ha sido abordado en diferentes estudios.

Marco Agustín Jara Verdugo en el estudio realizado en la Universidad Politécnica Salesiana en Julio del 2012 facultad de Ingeniería Industrial se encontró el tema de “Propuesta de estudio para mejorar los procesos productivos en la sección metalmecánica, fabrica Indugob” cuyo objetivo es proponer un estudio para mejorar los procesos productivos, en la sección de la metalmecánica.

El problema radica en el desconocimiento del proceso de producción, este es el factor fundamental dentro de la producción de una empresa, la falta de cumplimiento de las normas dentro de varias empresas del sector metalmecánico, afectan a su productividad ya que no toman en cuenta que es necesario llevar a cabo un estudio sobre los procesos de producción de su empresa, por lo que algunos empresarios solo se enfocan hacia los ingresos económicos.

Una de las conclusiones establecida en esta investigación es la importancia de definir los problemas que afectan directamente al proceso productivo, por esta razón, es relevante dedicar el tiempo a la fase de análisis de Mapeo de Flujo de valor, ya que, esta filosofía indica o permite visualizar como fluye el proceso, permitiendo elaborar estrategia de mejoras, focalizándose en lo más importante, para la mente de la empresa(Jara Verduga, 2012)

Leopoldo Vicente Galarza Ortiz en su estudio realizado en la Universidad de Guayaquil, en el año 2011, se encuentra la tesis titulada “Mejora del proceso de producción y adaptación de equipos en máquina laminadora ”, en la cual su objetivo

principal es mejorar la productividad, el proceso y la eficiencia de la laminadora de tubería “Tubera 0” mediante la aplicación de técnicas y herramientas de Ingeniería Industrial para la elaboración de la propuesta adecuada, que permita hacer un uso adecuado de los recursos técnicos y humanos de la empresa.

La aplicación de técnicas y herramientas durante el proceso de producción permitirá que el ciclo sea óptimo y con ello se mejora la productividad de la empresa. Una de sus conclusiones que determinó fue que la máquina tiene exceso de paradas por motivos de reprocesos de los productos a causa de los defectos de corte, ocasionando retrasos en la entrega de los pedidos en el área de despachos. (Galarza Ortiz, 2010)

Mario Jonathan Acero Caballero, Fabián Horacio Días Palencia en estudio realizado en la Universidad Industrial de Santander Bucaramanga en el año 2012 en la facultad de Ingeniería Mecánica Diseño y construcción de una máquina bruñidora vertical hidráulica semiautomática para industrias Lavcol Ltda. Cuyo objetivo es diseñar y construir una bancada móvil inferior con libertad de movimiento horizontal unidireccional, encargada de sostener y asegurará los bloques y las camisas de los cilindros en una posición óptima de centrado respecto a la herramienta de corte.

“Una de las conclusiones establecidas fue el diseño y construcción un sistema auto entrante unidireccional de las camisas respecto a las herramientas accionando mediante un actuador hidráulico y posicionando por medio de un final de carrera”(Acero Caballero M.J, 2012)

Fundamentaciones

Fundamentación Legal

“Partiendo de la Constitución podemos indicar en el Capítulo Sexto lo referente a Trabajo y Producción, en la Sección Tercera: Formas de Trabajo y su Retribución, ART. 326, numeral 5 y 6”. (Ministerio del Trabajo , 2007)

Art. 326 numeral (5,6), Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, higiene y bienestar y el numeral 6, señala que toda persona rehabilitada después de un accidente tendrá derecho a reintegrarse a sus labores después de un Accidente de Trabajo (Ministerio del Ambiente, 2008).

La aplicación del art. 326 dentro de una empresa permiten que el trabajo y la productividad global se lleve por buen camino, ya que esto afirma que exista normas de trabajo permitiendo que tanto el trabajador y el empleador posean respaldo y seguridad en sus labores.

Fundamentación Técnica

La normativa de carácter internacional ISO 9001, relaciona entre sus presupuestos:
ISO 9001

Permite a cualquier organización cumplir y responder a las exigencias de clientes que, cada vez más, requieren proveedores certificados. Antes, la calidad era la mejor opción para diferenciarse de la competencia. Hoy resulta ser una exigencia estratégica para toda empresa que quiera ser reconocida en el mercado, y un factor del que depende la supervivencia de cualquier organización. (ISO 9001, 2008)

Por su parte, según el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) se establece que:

Art. 66.- Normas Técnicas: De comprobarse técnicamente una defectuosa calidad de bienes y servicios, el INEN no permitirá su comercialización; para esta comprobación técnica actuará en coordinación con los diferentes organismos especializados públicos o privados, quienes prestarán obligatoriamente sus servicios y colaboración.

Dentro de los criterios técnicos del INEN están Planifica, organiza, dirige, controla y evalúa los parámetros de la calidad, inocuidad y seguridad de los productos y servicios que se comercializan en el país, a través del desarrollo de documentos normativos necesarios acorde con el avance tecnológico, de tal forma que estos documentos se constituyan en el punto de referencia técnico-legal que garantice orden en las actividades a desarrollarse. Con el objetivo de proteger la vida y la salud humana, animal y vegetal, con ello tener el cuidado adecuado al medio ambiente y cumplir con la protección del consumidor siguiendo los lineamientos establecidos en el Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio – OTC de la OMC referente a la reglamentación técnica. (INEN, 2014)

Red de categorías

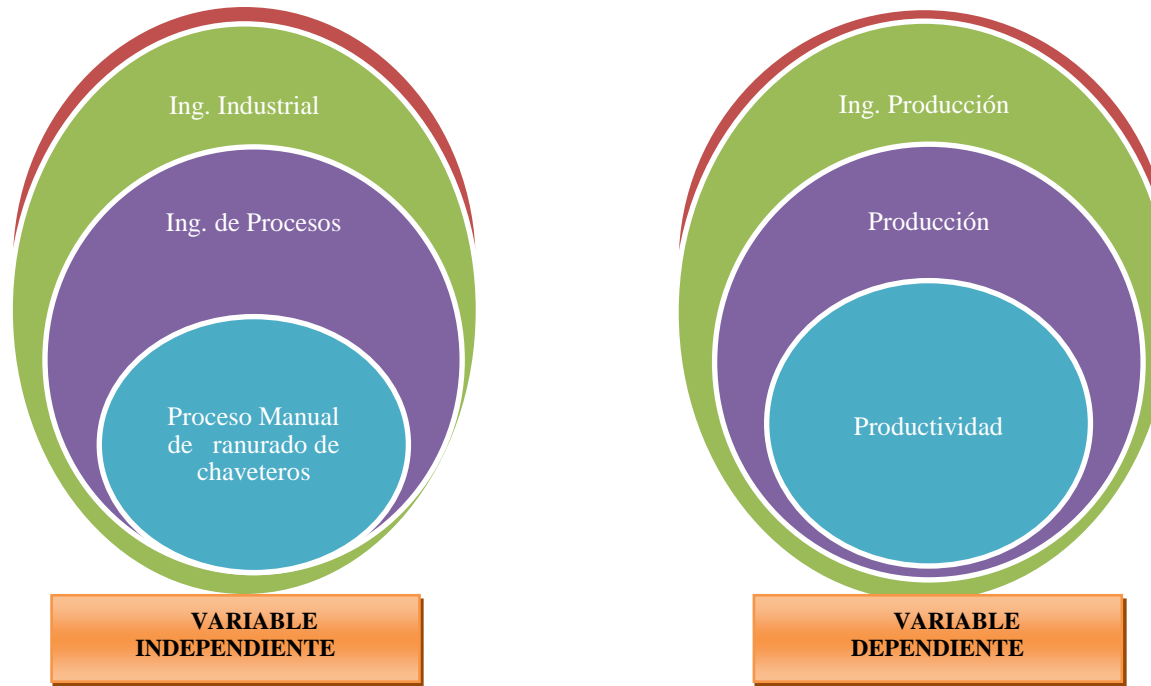


Figura N^a 5 Red de categorías

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Constelación de Ideas de la Variable Independiente



Figura Nª 6 Constelación de Ideas de la Variable Independiente

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Constelación de Ideas de la Variable Dependiente

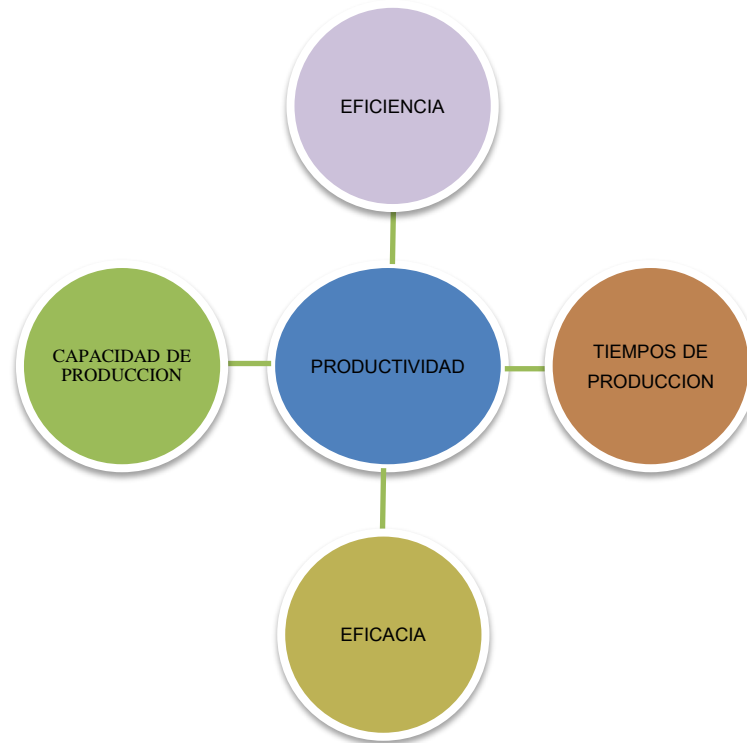


Figura N^a 7 Constelación de Ideas de la Variable Dependiente.

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

La Ingeniería Industrial

La Ingeniería Industrial se la puede definir como parte de la ingeniería que debe ser aplicada a todos los factores, incluyendo el factor humano, afectando a la producción y distribución de bienes y servicios, para la aplicación de este parámetro, el ingeniero industrial debe adquirir los conocimientos básicos analítico-matemático, sin esto, el ingeniero industrial estaría falto de la cuantificación suficiente para resolver los problemas de hoy en día. Formación técnica básica es el necesario fundamento, pero la ingeniería industrial está ampliamente sazonada de factores humanos (no sólo de los que describe la literatura sino también de los que se desprenden de los materiales y perspectivas presentados en los cursos de ingeniería industrial). El ingeniero industrial es un producto de la confluencia de esas dos corrientes del saber (Vaughn, 2000, pág. 26)

La ingeniería industrial es una rama de la ingeniería que se ocupa del desarrollo, mejora, implantación y evaluación de sistemas integrados de personal, dinero, conocimientos, información, equipamiento, energía, materiales y procesos. También trata con el diseño de nuevos prototipos para ahorrar dinero y hacerlos mejores. La ingeniería industrial está construida sobre los principios y métodos del análisis y síntesis de la ingeniería y el diseño para especificar, predecir y evaluar los resultados obtenidos de tales sistemas.

Es de esta manera que la Ingeniería Industrial mediante el análisis de proceso puede mejorar la productividad, realizar cambios necesarios para hacer más competitiva y productiva a la empresa, a través de la utilización de herramientas, habilidades y destrezas que permitan desarrollarse en cualquier campo.

El objeto de estudio de la Ingeniería Industrial es el mejoramiento continuo de sistemas productivos de bienes y servicios conformado por: recursos humanos, tecnológicos, financieros, económicos, materiales y de información; con el fin de incrementar la productividad y competitividad de las

organizaciones. La Ingeniería Industrial es quizás la rama de la ingeniería ligada más estrechamente al desarrollo socio-económico de un país, por lo menos visto desde el interior de las organizaciones ya sean públicas o privadas. (Universidad tecnológica Indoamérica, 2011, pág. 55)

Se ha establecido varias definiciones y conceptos de la Ingeniería Industrial por lo cual se lo definirá así: La ingeniería industrial es la que se encarga de medir y diseñar procesos productivos es decir aquellos con la capacidad de ser adoptados a la velocidad del mercado, igualmente se refiere a la optimización de recursos para producir bienes o servicios que satisfagan las necesidades del consumidor, en otras palabras, su función es producir productivamente con altos estándares de calidad.

Ingeniería de Procesos

La gestión de procesos con base en la visión sistémica apoya el aumento de la productividad y el control de gestión para mejorar en las variables clave, por ejemplo, tiempo, calidad y costo. Aporta conceptos y técnicas, tales como integralidad, compensadores de complejidad, teoría del caos y mejoramiento continuo, destinados a concebir formas novedosas de cómo hacer los procesos. Ayuda a identificar, medir, describir y relacionar los procesos, luego abre un abanico de posibilidades de acción sobre ellos: describir, mejorar, comparar o rediseñar, entre otras. Considera vital la administración del cambio, la responsabilidad social, el análisis de riesgos y un enfoque integrador entre estrategia, personas, procesos estructura y tecnología.(Aivanhov Omraam Mikael, 1986, pág. 45)

Ingeniería de procesos se define como al conjunto de actividades encadenados lógicamente que toman un insumo y agrega un valor con sentidos específicos para un cliente o un grupo de interés. Y de ahí se define la Ingeniería de Procesos; conjunto de actividades enlazadas entre sí, partiendo de uno o más inputs (entradas) los transforma generando un output (resultado).(MIP, 2013)

El Ingeniero de Procesos, gracias a su enfoque sistémico y a sus conocimientos de gestión, puede no sólo operar óptimamente los procesos industriales, sino que también está en capacidad de introducirles modificaciones para lograr una mayor eficiencia, calidad, productividad y rentabilidad. Por otro lado, su actitud innovadora le permite desarrollar nuevos productos, procesos y equipos, cuidando de no generar impactos negativos sobre el ambiente.

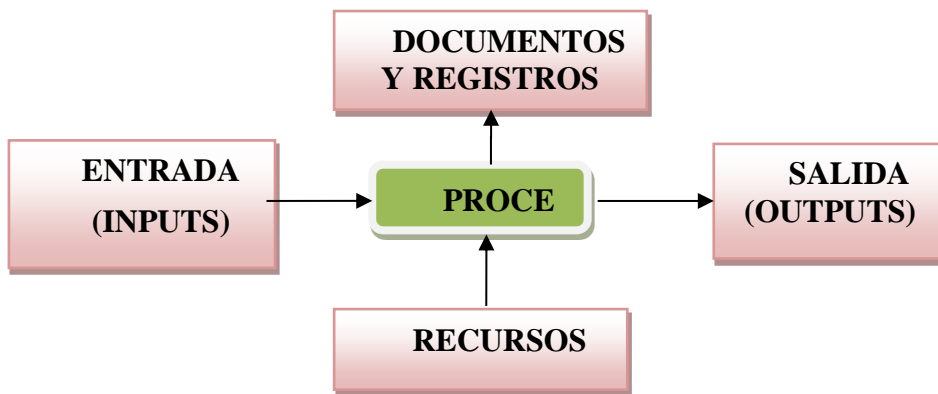


Figura N° 8 Proceso

Fuente: www.hazaconsejerostecnicos.com/ficha-de-procesos-iso-9001

Elaborador por: El investigador

Los procesos que generan la empresa tienen que llegar a realizarse con una secuencia lógica y un tiempo establecido para la transformación de la elaboración de chavetas desde la entrada hasta la salida del componente.

Según la norma ISO 9000:2000 un proceso es “un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”. Con esta definición, se puede deducir que el enfoque basado en los procesos enfatiza cómo los resultados que se desean obtener se pueden alcanzar de manera más eficiente si se consideran las actividades agrupadas entre sí, considerando, a su vez, que dichas actividades deben permitir una transformación de unas entradas en salidas y que en dicha transformación se debe aportar valor, al tiempo que se ejerce un control sobre el conjunto de actividades.(Beltrán Sanz, Jaime, 2004)

“Se forma del latín procesos o procederé, proceso es el conjunto de fases sucesivas de un fenómeno en un lapso de tiempo. Es la marcha hacia un fin determinado”.



Figura N° 9 Análisis de Proceso

Fuente: www.Sistema+de+Control+de+Gestión+con+e&rnd.

Elaborador por: El investigador

El rápido desarrollo de lo que se ha dado en llamar el análisis de procesos, ingeniería de sistemas o investigación de operaciones como un campo esencialmente interdisciplinario, ha puesto en uso una inevitable proliferación de términos y conceptos. Términos tales como modelo, sistema y variable (por mencionar solamente unos pocos) se ha utilizado en notaciones muy diferentes. Análisis de procesos trata sobre la aplicación de métodos científicos, a la identificación de problemas, así también como el desarrollo de ordenamientos de soluciones. En una forma más concreta, esto quiere decir (1) especificación temática del problema para la situación física dada, (2) análisis detallado para obtener modelos matemáticos, y (3) síntesis y presentación de resultados para asegurar la total comprensión. El proceso presenta una serie real de operaciones o tratamiento de materiales, tal como es contratado por el modelo que representa la descripción matemática del proceso real. (Himmelblau, 1999).

Proceso es el conjunto de actividades o tareas, mutuamente relacionadas entre sí que admite elementos de entrada durante su desarrollo ya sea al inicio o a lo largo del mismo, los cuales se administran, regulan o auto regulan bajo modelos de gestión particulares para obtener elementos de salida o resultados esperados. Las entradas al proceso pueden ser iniciales o intermedias. Asimismo, los resultados o salidas a lo largo del proceso pueden ser intermedios o finales.

Dentro del proceso, hay un tratamiento de entradas de diversos tipos en cada actividad o tarea agregándoles valor, de tal manera que se cumplan los requerimientos o necesidades del cliente interno o externo.

Los procesos dentro de la cadena de valor de la producción de cualquier tipo de bien o servicio son muy importantes ya que de ello depende la calidad del servicio o del producto. Pero no solo depende de las maquinarias o equipamiento para la productividad sino también depende del factor humano y su organización. En todo proceso productivo, la transformación de bienes y servicios no solo se utiliza la tecnología y recursos humanos, por lo que existen tres factores importantes que son:

- Factor Productivo: la materia que se va utilizará para la producción
- Tecnologías: combinación de recursos, medio humano y material
- Producto Final: bienes y servicios definidos para producir otros bienes

Proceso Manual de Ranurado de Chaveteros

El proceso de ranurado se lo considera como el rascado paso a paso, creando un movimiento de cuchilla rascadora en dirección vertical que se ajusta con un movimiento en dirección horizontal. El progreso de cada recorrido se realiza tras cada paso, por medio de una cuña de avance que desplaza la cuchilla entre la barra guía de cuchilla y la barra de cuchilla paso por paso. (Seilbahnen, Doppelmayr, 2001).

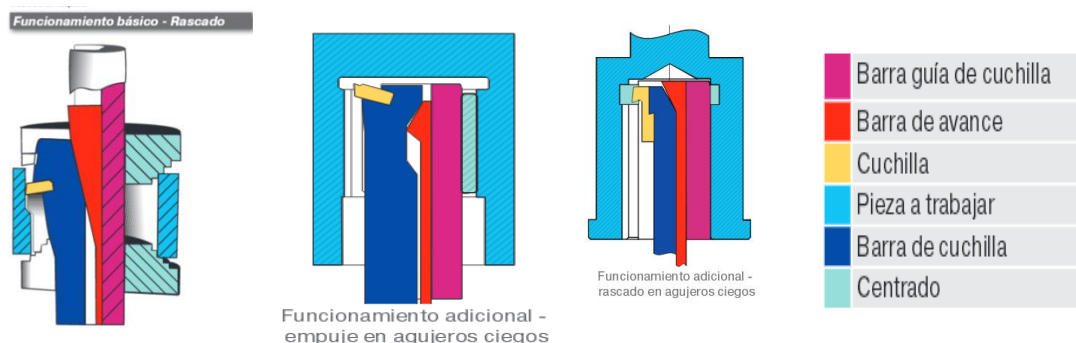


Figura Nª 10 Funcionamiento de Ranurado

Fuente: [www. funcionamiento+de+los+ajugeros&biw](http://www.funcionamiento+de+los+ajugeros&biw)

Elaborado por: El investigador

“La variedad de ranuradoras depende de la calidad de sus equipos, pero en su mayoría se encuentran equipadas de un sistema de mando hidráulico de doble columna, la posición centralizada de la herramienta y del carro de herramienta crea un progreso de fuerzas lineal dentro del sistema de herramienta y máquina”(LEISTRITZ, 2004)

Los tiempos empleados dentro de este proceso de producción son de suma importancia para el desarrollar del trabajo, los estándares de tiempos de ranurado de chaveteras dependerán en gran manera del tipo de equipo o máquina utilizada para el efecto, de la destreza del personal que opera el equipo y de la capacidad de la máquina. Dentro del tiempo de ranurado se debe tomar en cuenta el tiempo que se utiliza en mano de obra y el tiempo de ranurado en sí de la chaveta.

El tiempo de mano de obra ranurado manual de chavetas dependerá del esfuerzo humano que necesita la máquina para poder realizar los cortes. La máquina mortajadora es la que se encarga del proceso de ranurado de la pieza.

El mecanismo de una máquina mortajadora es realizar ranuras en cubos de poleas, volantes etc. Además esta máquina también puede contornear piezas (tallar engranajes, etc.), esta posee un movimiento alternativo por lo que tiene poco rendimiento ya que no se puede utilizar altas velocidades de corte, ya que las fuerzas de inercia se oponen.(Tipos de Mortajadoras, 2015).

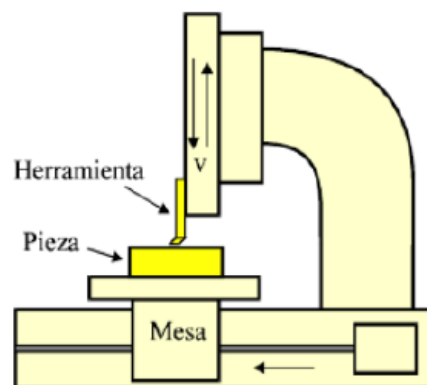


Figura N^a 11. Máquina Mortajadora.

Fuente: Mecánica de Taller Pg 27

Elaborado por: El investigador

Existen tipos de máquinas mortajadoras como la ordinaria, punzadora y transportable, las cuales se diferencian por el uso del tamaño de la pieza ya que unas sirven para piezas de grandes tamaños como otras sirven para piezas pequeñas. Estas se caracterizan por tener un cabecera fija (llamada vertical) y orientable (llamada inclinada). La mesa puede presentarse de forma cuadrada o circular, además el movimiento de dos ejes perpendiculares del plato de la mesa, esta puede girar por el accionamiento de un husillo. (Tipos de Mortajadoras, 2015).

La ranuradora que se emplea en la empresa posee una mesa fija (vertical) circular por lo que al momento del ranurado la pieza no puede ser introducida por completo, el operario es el que se encarga de mover la pieza para poder realizar el corte, evitando que el trabajo sea continuo.

Es necesario mejorar el funcionamiento de la máquina por lo tanto debe existir una serie de procesos establecidos dentro del área de trabajo, permitiendo evitar que se genere reproceso, el mismo que implica gastos económicos para la empresa.

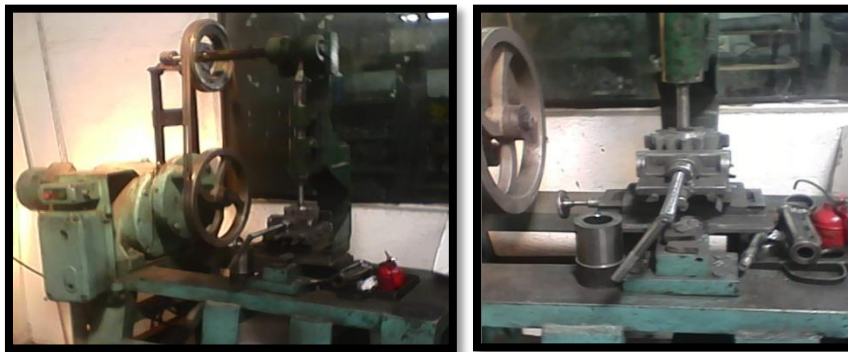


Figura N^a 12. Ranurado de Chaveteros

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Como resultado de una máquina ranuradora se obtiene una chaveta o pieza, la pieza obtenida tiene como función transmitir potencia a un eje a un elemento giratorio como una rueda, volante, maquinaria de trabajo etc.

Pero esta posee ciertas desventajas que influyen en la producción como:

- Debilitamiento del eje y el cubo por la fijación del chavetero.

- Debilitamiento especialmente en el casco del eje hueco (por el efecto de concentración de esfuerzo en las esquinas del chavetero).
- Baja transmisión de potencia.

Ventajas

- Reducción de costos
- Facilidad de montaje y desmontaje

Tipos de chaveteros

El tamaño y forma de la chaveta es en función al eje tanto si es cuadrada o rectangular, por lo tanto, existen chavetas que depende de la relación dimensional entre eje, cubo y chaveta de esto se puede distinguir los siguientes tipos;

- Libre: si la chaveta tiene amplitud en el eje
- Normal: si se encuentra montada con el apriete en el eje
- Forzada; si se encuentra montada con el apriete en el eje y en el cubo.

“Para el ajuste de la chaveta se lo realiza de la cara lateral del contacto con el diámetro”(Castany Valeri, Javier, 2008).

Chavetas sin Interferencia

Chaveta prismática

Estas son las más comunes en el mercado, por lo que son las más utilizadas, se caracteriza por que en el montaje se apoya en el fondo del chavetero del eje y pose una amplitud en el chavetero del cubo.

“Los materiales que se utilizan para la fabricación de este chavetero es acero resistente ($s_u > 600$ MPa). Tipos de chavetas prismáticas, aquí se puede diferenciar que los extremos están achatados”. (Castany Valeri, Javier, 2008)

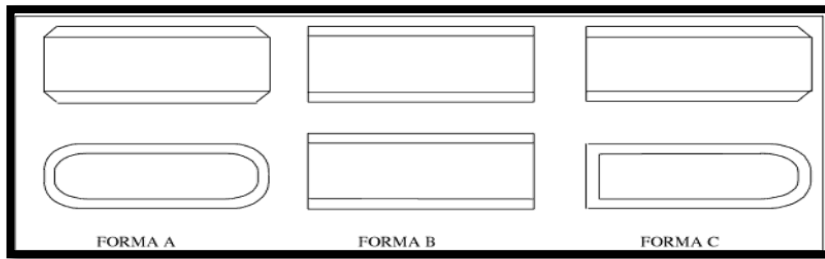


Figura Nª 13Chavetero Prismática

Fuente: www.vc.ehu.es/Dtecnico/tema16_01.htm

Elaborado por: El investigador.

Chavetas fijadas por tornillos

“Este tipo de chaveta se usa cuando la anchura del eje supera los 10 mm, ya que esta pieza está sujeta al eje, permite ser guía para las piezas que pueden tener desplazamiento relativo en dirección axial. En el siguiente grafico se puede observar que la cabeza del tornillo se queda oculta”.(Castany Valeri, Javier, 2008)

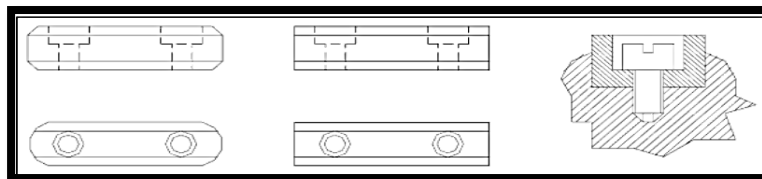


Figura Nª 14 Chavetero con cabeza.

Fuente: Chavetas paralelas fijadas por tornillo DIN 6885 forma A Dibujo de la medida 2D

Elaborado por: El investigador.

Chavetas semicirculares

La forma de esta chaveta permite ser ventajosa para su fabricación y para el montaje y desmontaje, el mismo que se realiza con un simple golpe, además son muy estables para ir más profundas en el eje, pero esto con lleva a una desventaja el debilitar al eje más que las otras, por ello este tipo de chaveta no se recomienda en ejes huecos. (Castany Valeri, Javier, 2008)

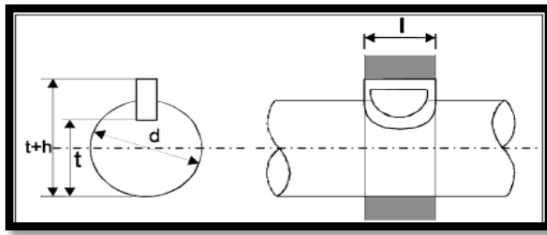


Figura N^a 15 Chaveta semicircular

Fuente: www.Chavetas+y+lenguetas+%7C+Elementos+tr&rnd

Elaborado por: El investigador.

Chaveta forzada

“Esta se caracteriza por generar una interferencia al momento del montaje comprimiendo a los ejes y el cubo generando una fricción entre los dos, absorbiendo la mayor parte par torsión que debe ser transmitido”. (Castany Valeri, Javier, 2008)

Los tipos son, sin cabeza(a), con cabeza (b) y tangencial (c)

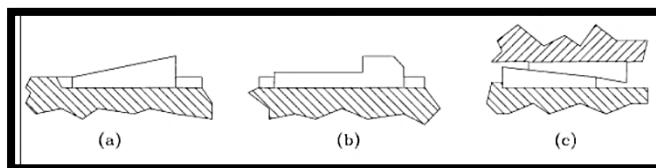


Figura N^a 16 Chaveta para fuerza

Fuente: www.chaveta.plana.eus

Elaborado por: Investigador

La empresa se enfoca en producir el chavetero prismático. Dada las condiciones del mercado que este posee, además por su costo de elaboración. La pieza no posee ninguna clase de adición como el chavetero de tuerca, por su cabeza puede tener problemas.

Tecnología

La tecnología se puede definir como un conjunto de conocimientos propios de un arte industrial, que permite la creación de artefactos o procesos para producirlos. Cada tecnología tiene un lenguaje propio, exclusivo y técnico, de forma que los elementos que la componen queden perfectamente definidos, de acuerdo con el léxico adaptado para la tecnología específica. En algunas ocasiones se ha definido, erróneamente, la tecnología como la aplicación de la ciencia a la solución de los problemas prácticos, de manera que si la ciencia experimenta cambios discontinuos, la tecnología también presenta discontinuidad. Sin embargo, muchas tecnología no han aparecido de esta manera si no de una forma evolutiva y con continuidad(Snachez, Jose Carrera, 2001).

La tecnología es un factor fundamental dentro de la productividad ya que gracias a ello se puede optimizar la producción y a su vez poder alcanzar una competitividad global. En el caso particular del sector metalmecánico, el uso de tecnología se suscribe a la Revolución Industrial, donde aparece la mecanización de algunos procesos, la tecnificación en los procesos, mortajado de chaveteros, atentando contra la calidad, el rendimiento y la eficiencia de los procesos productivos.

De esta forma permite que la producción se mejore y pueda ser procesada a más velocidad evitando gastos de tiempo y recursos. Se puede afirmar que las tecnologías utilizadas, alineadas con un conocimiento y estrategia de negocio adecuada, aumentan la eficiencia y la productividad en las organizaciones. De esta manera las utilizaciones de nuevas tecnologías deben ser establecidas bajo estudios cuantitativos y cualitativos para con ello poder evitar desperdicio de recursos económicos y humanos generando inclusive resultados contrarios a los esperados.

Calidad

Satisfacer plenamente las necesidades del cliente." Cumplir las expectativas del cliente y algunas más." Despertar nuevas necesidades del cliente." Lograr productos y servicios con cero defectos." Hacer bien las cosas desde la primera vez." Diseñar, producir y entregar un producto de satisfacción total." Producir un artículo o un servicio de acuerdo a las normas establecidas." Dar respuesta inmediata a las solicitudes de los clientes. (Avilar, 2004).

El departamento de productividad se establece metas para cumplir y el de calidad se plantea metas para alcanzar la calidad en la producción. Pero el objetivo de la dos es producir un bien o servicio que permita satisfacer las necesidades del mercado, con el mínimo desperdicio de materia y pérdida de tiempo. Por lo que el trabajo conjunto entre estas dos áreas es importante dentro de la empresa.

La calidad dentro de la productividad es la cara de presentación de la empresa ya que si existe un producto de calidad fuerte la empresa podrá ser reconocida con facilidad y además diferenciada por el resto.

La calidad en la productividad se define como: la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades. Por tanto, debe definirse en el contexto que se esté considerando, por ejemplo, la calidad del servicio eléctrico, la calidad de un producto determinado y de calidad de nuestra propia vida, etc. según la norma ISO 9000.

Es por ello que la calidad es un factor importante ya que permanecen en la mente el consumidor. Si no existe una calidad óptima el productos o servicio ofertado no podrá mantenerse en el mercado y de tal manera no podrá competir en con la competencia existente. Al momento de incrementar la productividad con calidad la empresa podrá introducir al mercado su producto a precios competitivos. Esto le representará un incremento de sus cuotas de mercado. Es por ello que la relación entre productividad y proceso son muy estrechas.

Tipos de Máquinas

“La ranuradora puede realizar varias operaciones como, acabado de superficies planas, que puede ser externas como internas. Esta máquina posee un trabajo casi igual al de una Cepilladora”.(Maquina de Ranurado , 2004).

Una máquina ranuradora se considera como una máquina de cepillado de trabajo pesado, en ella la herramienta de corte se mueve de manera vertical y la corredora se coloca en un soporte independiente, su mesa de trabajo puede moverse transversal o longitudinalmente o puede girar.

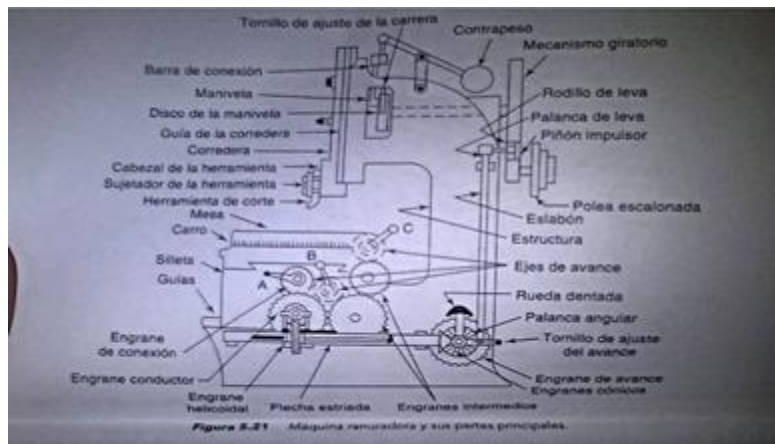


Figura Nª 17 Partes de una máquina ranuradora

Fuente: www.tecnologia-tecnica.com.ar

Elaborador por: El investigador

Ranuradora o Brochadora Hidráulica BM25 NARGESA

Está fabricada en un monobloque de acero soldado y mecanizado. Es una máquina para realizar entallas o chaveteros en todo tipo de piezas: Piñones dentados, poleas, engranajes etc.



Figura Nª 18. Brochadora Hidráulica BM25 NARGESA

Fuente: Brochadora-entalladora-nargesa

Elaborado por: El investigador

VERSATILIDAD: Se utiliza para fabricar pequeñas y grandes piezas. Brochados de todas formas y diferentes tolerancias. Chaveteros de 2mm hasta 25mm o 1" pulgada.

FIABILIDAD: Por su modo de uso el chavetero siempre se realiza con la tolerancia requerida.

FÁCIL USO: Cualquier persona puede hacer un chavetero sin necesidad de ser un operario experto.

Mandrinadora: esta máquina se encarga de agrandar y acabar diámetro de agujero en la pieza, además posee una herramienta de rotación continua.

“Cepilladora: se diferencia por ser una máquina que sirve para realizar superficies está formada por un árbol porta-cuchillas situados entre dos mesas, el problema de esta máquina es la acción de retroceso, ya que la acción es manual, por ello existen varios accidentes laborales con este tipo de máquina”(Máquina Cepilladora, 2015)

“Brochadora: es una máquina entalladora vertical para chaveteros o entalles en cualquier tipo de piezas, piñones, poleas. Posee una herramienta que permite dar la forma a la pieza, pero es necesario dar dos o tres pasada para que el ranurado se imprima”. (Guillermo, 2015)

El funcionamiento de esta clase de máquinas permite identificar cada una de sus ventajas, por lo que al comparar estas máquinas con la maquina ranurado de chaveteros, se puede denotar que se puede aplicar un sistema

semiautomático que permita que la producción sea continua y precisa, así se evitará cualquier tipo de defecto en el chavetero obtenido.

Las máquinas y herramientas dentro de cualquier actividad industrial, son primordiales para la productividad de la empresa ya que son los recursos necesarios para que la fabricación de cualquier bien o servicio sea de buena calidad, ya que por medio de estos se transforma la materia prima que da como resultado final el producto deseado, el mismo que se genera en un tiempo óptimo y la carga de producción sea alta.

La producción es transformar la materia prima en un producto que será utilizado por los clientes, el producto final será transformado en los diferentes procesos que la empresa posee.

Dentro de los procesos de manuales de ranurado de chavetas se debe considerar que las máquinas o herramientas son factores importantes para el movimiento de alimentación que se da a la pieza por una mesa fija, la cual se halla montada sobre una serie de carros deslizantes uno sobre otro, que poseen desplazamientos ortogonales manuales o automáticos para obtener una producción de calidad.

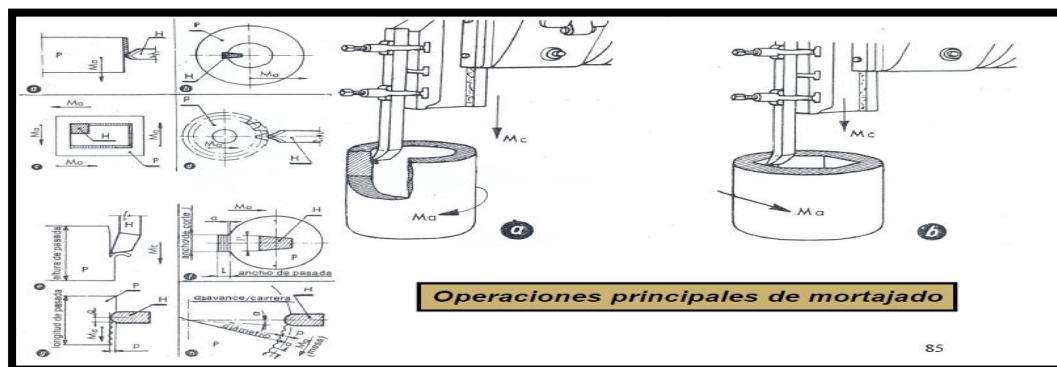


Figura N^a 19. Operaciones Principales de mortajado

Fuente: Davis Ensayo e inspección de materiales

Elaborado por: El investigador

Las máquinas y herramientas que trabajan con arranque de viruta exigen un profundo conocimiento de las modernas teorías de arranque de virutas. Estos fundamentos expuestos en forma simplificada y útil para la práctica se exponen en los distintos procedimientos de trabajo (fresado, taladrado, cepillado, mortajado, rectificado), de tal modo que se trata de primer lugar de las máquinas, después de las herramientas y los dispositivos de sujeción y finalmente de trabajo y de los cálculos correspondientes.

Tiempo de producción

“Son los tiempo que se necesita para disponer adecuadamente los recursos que van a efectuar la operación”.(Gestión , 2015)

Para la empresa metalmecánica definir el tiempo de producción será un reto, debido a que se debe identificar todo el tiempo empleado y requerido para la transformación y entrega del producto manteniendo estándares de calidad con el menor número de empleados y nivelando las reparaciones de las máquinas para que estén puestas a punto para ser utilizadas en la producción.

Ingeniería de Producción

La ingeniería de la producción tiene un mercado carácter multidisciplinario y proporciona una visión de conjunto sobre los procesos. Estas características le confieren una especial capacidad para contribuir a la gerencia de los procesos de cambio y mejoramiento continuo. Dando respuestas de interrogantes fundamentales como: ¿porque cambiar?: ¿hacia dónde cambiar? y ¿cómo producir el cambio? (Garcia, 2001)

Para la producción de procesos es necesario que sean ejecutados en el momento adecuado con el recurso humano mejor calificado e idóneo para mantener un manejo adecuado y racional de los recursos. Toda empresa que produce bienes o servicios debe tomar en cuenta que la ingeniería de proceso permite que mejore la producción con el fin de alcanzar ventajas competitivas

y de esta forma poderse diferenciar de la competencia. La empresa metalmecánicas en general aplican este tipo de Ingeniería ya que si los procesos no son los adecuado o preciso la producción saldría defectuosa, por lo que es de suma importancia que la aplicación de esta ingeniería en la empresa metalmecánica permita que los proceso de productividad mejoren y se optimicen.

Producción

El término “producción” tal como se emplea aquí es la actividad de utilizar los procesos, máquinas y herramientas y de realizar las correspondientes operaciones mentales y manuales con el fin de obtener unos productos a partir de los materiales y componentes básicos. La producción es una parte de la actividad, más amplia, de fabricación que incluye también la planificación de la fabricación. Lo que distingue a la producción de lo que no es producción (es decir, la planificación de la fabricación el mantenimiento de la maquina etc.) es que las operaciones de producción modifican directamente el carácter del producto, por ejemplo su composición y su forma (Gryna, 2000)

El área de producción es fundamental dentro de una organización de tal manera que se debe tomar en cuenta que para alcanzar el éxito se debe considerar que el método de trabajo debe ser el adecuado para cada proceso y de acuerdo a cada puesto de trabajo sea mejorado

Productividad

La administración de la productividad, como se le conoce en general, ofrece un sistema para coordinar las diversas actividades de mejoramiento que tiene lugar en una empresa, de manera que puedan contribuir con las metas y objetivos que tienen todos los directivos para la empresa, la administración de la productividad es introducir, desarrollar y expandir un programa en donde se desarrolle y establezca su sistema propio y original. (s,d, 2004)

Para poder determinar cómo calcular la productividad de la empresa, primero se debe entender que la productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de

recursos utilizados. La productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento y eficiencia. Alcanzar estos conceptos debe ser la máxima de las empresas. Es el reflejo de la eficiencia del trabajo que ha venido realizando la empresa.

La productividad permite programar los recursos materiales y humanos dentro del proceso de producción y de esta manera evitando que falten recursos y tiempo que puede influenciar en costos de producción.

La administración de la productividad para la empresa metalmeccánica es una innovación para lograr mejoramiento funcional, esto permitirá buscar una variedad de metas administrativas, permitiendo resolver problemas específicos e identificar una técnica de control dirigida a lograr el mejoramiento estructural de la empresa en donde están inmersos también los empleados para alcanzar las metas y actividades necesarias para lograr el éxito en el mercado. Para lograr establecer una productividad alta se debe tomar en cuenta dos elementos claves dentro del proceso la eficiencia y la eficacia.

“La productividad consiste en el cociente resultante de dividir la producción (resultados obtenidos) entre los recursos o insumos utilizados. Mientras mayor sea la producción y menores los recursos utilizados en ella, mayor será la productividad”.(Arturo, Kennedy, 2015).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{recursos empleados}} \quad \text{chavetero/hora}$$

El cálculo de la productividad se da de la siguiente manera;

Sacar la taza de router, el rendimiento y la eficiencia del router de fabricación

- El router de fabricación (máquina usada por tiempo requerido)
- El tiempo requerido o taza de ruoter (producción estándar, rendimiento de la máquina)

- El rendimiento inicial (es el porcentaje de unidades vendida por la máquina)
- El grado de eficiencia refleja la tasa de producción de la máquina (medida tomada por el personal encargado, este establece cuantas chaveteros son elaborados al día)
- La fórmula para el cálculo de la producción seria;

(Tasa de router x tasa de rendimiento) x (tasa de eficiencia) x (horas por turno).

Para poder tener claro el cálculo se va emplear de la siguiente manera en una máquina que produce 100 unidades x hora en su estado estándar. Se obtiene un rendimiento del 95% y una eficiencia del 90%. Para calcular cuántas unidades se obtiene en un turno de ocho horas se aplica la siguiente fórmula:

(Tasa de producción estándar por hora) x (tasa de rendimiento) x (tasa de eficiencia) x (8 horas por turno)

La capacidad de producción = $100 \times 0,95 \times 0,90 \times 8 = 684$ unidades por turno.

Esto permite determinar lo siguiente, a pesar que la línea estándar de producción es de 800 unidades por turno de ocho horas, y puesto que la línea de trabajo está configurado para funcionar de manera lenta (estándar) y además que no se puede vender un 5% de las unidades producidas, la capacidad real por turno de trabajo es de 684 unidades.(EHOW en Español, 2015)

Eficiencia

“Eficiencia significa utilización correcta de los recursos (medios de producción) disponibles. Puede definirse mediante la ecuación $E=P/R$, donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados”. (Mcgrawn, Idalberto,, 2004, pág. 52)

Ser eficiente es conseguir un objetivo propuesto optimizando el tiempo verificando siempre los resultados por lo tanto, se puede decir que una empresa, organización, producto o persona es "eficiente" cuando es capaz de

obtener resultados deseados mediante la óptima utilización de los recursos disponibles.

Tiempo de Producción

Los parámetros de funcionamiento como velocidad de giro, presión, temperatura capacidad de tiempo, deben contar con los valores proporcionados por el fabricante en los registros de pruebas, manuales a pruebas del mar. Si el resultado no es satisfactorio habrá que abrir o desmontar el elemento para su inspección interna. Otros criterios para abrir o desmontar las fugas, rudo y las vibraciones anormales durante el funcionamiento de las maquinas. (Avilar, 2004)

Para la operación de mortajadora, se utilizan herramientas que se diferencian de los que se usan en cepilladoras y limadoras en la posición del filo de corte respecto al eje de la cavidad a mecanizar.

Este filo debe ser orientado en el sentido del movimiento de corte y del espacio libre dentro del cual debe actuar, y dado que la herramienta está sometida al esfuerzo de compresión de punta, las mismas deben ser de longitud mayor para poder trabajar dentro de aberturas interiores.

El filo cortante trabaja en sentido completamente distinto al torneado y al cepillado, y dado que en la carrera de retorno la herramienta roza inevitablemente sobre la pieza, para retardar su desgaste, se aumentan los ángulos de incidencia y de despojo, reduciendo también la fragilidad de la punta.

Eficacia

“Está relacionada con el logro de los objetivos/resultados propuestos, es decir con la realización de actividades que permitan alcanzar las metas establecidas. La eficacia es la medida en que alcanzamos el objetivo o resultado”.(Oliveria Da Silva, 2002).

Es de hecho entonces que tanto una empresa, organización, producto o persona, se puede considerar eficaz, si puede hacer lo necesario para cumplir con los objetivos deseados o planteados.

La eficacia es un grado de consecución de un objetivo es decir cuántos resultados esperados se alcanzaron, en otras palabras se canaliza todos los esfuerzos a lograr los objetivos sin dar importancia a los medios utilizados para cumplir las metas deseadas por medio de la optimización de los recursos que posea.

La eficiencia y la eficacia en si tienen el mismo objetivo que es de llegar a un mismo fin pero la diferencia es que la eficiencia se llega al final a pasos grande y la eficacias permite hace una serie de pasos para poder alcanzar el objetivo solo que esta permite reforzar a la eficacia. Por ello que la empresa metalmecánica debe implementar este tipo de proceso que le permitirá reconocer paso estándares que permitan que la producción se optime y de esta forma evitar la pérdida de recursos.

Capacidad de producción

“La demanda real, la demanda futura, y la localización de la organización están íntimamente ligadas a la capacidad de producción ya sea en las empresas manufactureras como en las empresas de servicios. Conjuntamente dependiendo de la utilización de la capacidad de producción con la que se cuenta se incidirá la calidad de los productos y en la calidad de los servicios prestados”. (Adam, 2001).

Por lo tanto, si se tiene claro cómo utilizar la capacidad de producción con la que se cuenta, la misma que se basa en satisfacer las necesidades de los clientes. Se podrá establecer en el mercado productos y servicios de calidad, de costos accesibles que llenen las expectativas del consumidor.

El objetivo de la producción es por medio de operaciones físicas se pueda ejecutar para transformar las materias primas en productos o para la realización de un servicio, por lo tanto la Ingeniería de la Producción se enfoca en la utilización económica de los recursos materiales y humanos con el fin de transformar la materia prima en bienes o servicios de calidad y al menor costo posible, en la actualidad conceptos como la productividad son parámetros medibles y de gran impacto en las organizaciones.

La producción es entonces el estudio táctico que permita gestionar un valor agregado a la producción y el costo incorporado como consecuencia de la transformación de recursos y materia prima en productos finales o terminados.

Hipótesis

La perfección de los procesos de producción de chaveteros podrá lograr el incremento de la productividad del trabajo.

Señalamiento de Variables

Variable Independiente:

Proceso manual de ranurado de chaveteros.

Variable Dependiente:

Productividad en la empresa metalmecánica.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

El trabajo sobre “Análisis del proceso manual de ranurado de chaveteros en poleas y piñones y su incidencia en la productividad en una empresa metalmecánica” utilizando los conocimientos científicos adquiridos en ingeniería industrial, como técnicas para elaboración de máquina y procedimientos que faciliten la propuesta, de analizar y diseñar permitiendo mejorar el proceso, son algunas de las herramientas que permitirán que esta investigación tengan factibilidad. Por ello dentro de esta investigación se establecerán algunos métodos de investigación como.

Enfoque de la investigación: cuantitativa se precisan la variable que caracterizan el proceso, se realizan mediciones a partir de muestras aleatorias y se emplean técnicas estadísticas para el análisis en resultados.

Investigación de Campo

Para el desarrollo de la investigación se acudió a una Metalmecánica al área de ensambles, lugar donde se observó directamente el proceso de producción y se recogió una gran cantidad de datos que servirán para el análisis respectivo de la medición de la productividad, para lo cual se utilizó un formato para anotar los datos de los indicadores del proceso, que fueron tomados aleatoriamente.

Investigación documental-bibliográfica

Para la presente investigación se utilizaron fuentes bibliográficas como información obtenidas en documentos, libros, revistas, folletos, páginas web

y otras aplicaciones que nos ayudan ampliar y profundizar en los diferentes enfoques y teorías conceptualizadas sobre lo investigado.

Tipo de investigación

Exploratorio

En esta fase se realiza la investigación exploratoria para realizar cuáles eran los problemas básicos que existen en el área de ensambles, facilitando dar una solución lógica al mismo, el por qué no se logra la productividad deseada en el área de ranurado de chaveteros, y plantear posibles soluciones.

Explicativo

Esta clase de investigación permite explicar el porqué del problema en el proceso manual de ranurado de chaveteros, así como definir las causas y razones del problema a investigar.

Correlacional

La investigación permita establecer la existencia de relación entre los indicadores y variables que caracterizan el problema que se investiga.

Población

La población en que se enmarca el análisis del proceso está constituida por todos los chaveteros que se realizarán en piñones y poleas durante el periodo de una semana de labores. En la empresa metalmecánica “FLORES”. Siendo el chavetero de una polea y de un piñón las unidades de observación.

La muestra se seleccionó mediante un muestreo aleatorio estratificado según las variables día de la semana y sesión de trabajo, por ser estos posibles factores que pueden influir en la calidad de la producción por el efecto potencial del agotamiento y la fatiga que se pueden originar después de largas jornadas de trabajo.

Para iniciar la investigación se seleccionó una muestra piloto de 30 unidades de observación de cada una de los dos tipos unidades de observación. Para verificar si el tamaño muestral es suficiente para cumplimentar el requisito de obtener estimaciones del tiempo para la

fabricación de chaveteros con un 95 % de confiabilidad y un error máximo de 0,25 minutos se procedió con una estimación por intervalos de la media del tiempo total en chaveteros de piñones y poleas con un 95 % de confiabilidad y se realiza una estimación del error máximo logrado en la estimación de la media total del tiempo.

En el análisis de los resultados se utilizó el paquete estadístico SPSS 150 para la aplicación de las técnicas de análisis exploratorio de datos, estadística descriptiva, estimación por intervalos, análisis de varianza de un factor y análisis de asociación entre variables con la prueba chi-cuadrada de independencia.

Operacionalización de las Variables

Para proceder con la operacionalización de las variables, es necesario tener en cuenta cual constituye la variable independiente y cuál es la variable dependiente en el presente estudio.

Variable Independiente: **Proceso manual de ranurado de chavetero**

Variable dependiente: **Productividad**

Para analizar esta variable independiente se establece un estudio en su conceptualización, dimensiones, indicadores, ítems y técnicas instrumentales, la misma que permitirán detallar las causas que llevan al problema de investigación. Para la dimensión se establece el análisis de los procesos y el tiempo de producción de una chaveta, los indicadores que se toman son: tiempo de calibración, tiempo de ranurado y control de la calidad, tiempo por unidades producidas.

Variable Independiente: **Proceso manual de ranurado de chaveteros**

Tabla N° 3. Matriz de Operacionalización de la Variable Independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas/Instrumentos
El proceso de ranurado manual consiste en remover el material de una superficie, arrancar viruta para conseguir ranuras longitudinales.	Calidad de la producción	-Cantidad de unidades defectuosas -Unidades producidas -Unidades defectuosas	¿Es eficiente el proceso de ranurado de chavetas?	observación
	Tiempo de producción	-Tiempo de ranurado - Control de calidad -Tiempo de calibración -Tiempo de desmontaje	¿Cuál es el tiempo utilizado en la fabricación de chavetas?	observación fichas Técnicas cronómetro

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Variable dependiente: Productividad

Tabla N° 4. Matriz de Operacionalización de la Variable dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas/Instrumentos
<p align="center">PRODUCTIVIDAD</p> <p>Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de fabricación de bienes o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. La productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes o servicios.</p>	<p align="center">Productividad</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Valor de la producción - Valor de los recursos empleados 	<p align="center">¿Cuáles son los resultados de la producción?</p>	<p align="center">Cronómetro Ficha de observación Revisión de documentos</p>

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Los indicadores que se tomaron para la operación de la variable dependiente son; dimensión que establece el tiempo de producción con el indicador de la productividad, con unos ítems básico que se determina al volumen de la producción y la técnica es el cálculo de la productividad en base a los resultados obtenidos en la variable independiente.

Recolección de la información

Para la recolección de información se acudió al lugar de trabajo en la empresa metalmecánica lugar donde se fabrican y elaboran chaveteros, el método empleado en el proceso es manual. Para la medición de tiempos se usa un cronómetro el mismo que permite medir el tiempo desde cuando el operador procede a ubicar la pieza metálica en la máquina y empiezan a calibrar para el proceso de ranurado, donde se da la forma a la ranura o garganta en la pieza, hasta el almacenaje. Observar tabla 5-6

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El análisis de los resultados se realizó en base a los datos obtenidos en las mediciones del proceso productivo, registrados en una base de datos con las observaciones de los indicadores medidos empleando el paquete estadístico SPSS y Excel.

En el caso de la media del tiempo de ranurado en la muestra de los piñones, en base al resultado que se muestra en la Tabla N° 5 se obtuvo que el error máximo de la estimación $d = \text{límite superior} - \text{media muestral} = 15,83 \text{ min} - 15,69 \text{ min} = 0,14 \text{ min} < 0,25 \text{ min}$ como se había establecido en el diseño muestral, por lo cual la muestra piloto es suficiente para lograr la exactitud y confiabilidad planteada para la extensión del tiempo de ranurado en los piñones.

Tabla N° 5. Tiempo total de ranurado de piñones

			Estadístico	Error típ.
Tiempo total de ranurado.	Media		15,6913	,06884
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	15,5505	
		Límite superior	15,8321	
	Media recortada al 5%		15,6583	
	Varianza		,142	
	Desv. típ.		,37704	

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

De igual modo se procedió con la variable tiempo para producir un chavetero en una polea. Los resultados se muestran en la Tabla N° 6 de donde se obtiene que el error máximo de la estimación $d = \text{límite superior} - \text{media muestral} = 14,18 \text{ min} -$

14,04 min =0,14 min <0,25 min como se había establecido en el diseño muestral, por lo cual la muestra piloto es suficiente para lograr la exactitud y confiabilidad planteada en las estimaciones que se realicen sobre las variables cuantitativas que caracterizan al proceso de ranurado.

Tabla N° 6. Estadísticos del tiempo total del proceso de ranurado en poleas

			Estadístico	Error típ.
Tiempo total de Ranurado en poleas	Media		14,0427	,06998
	Intervalo de confianza Para la media al 95%	Límite inferior	13,8995	
		Límite superior	14,1858	
	Media recortada al 5%		14,0102	
	Mediana		13,8750	
	Varianza		,147	
	Desv.típ.		,38328	

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

A continuación se exponen los resultados del análisis estadístico del comportamiento del proceso de producción de ranurados en piñones y poleas en cuanto al comportamiento del variable tiempo total y por operaciones y con respecto al sistema de relaciones entre estos indicadores y los factores que pueden incidir en su comportamiento y en la calidad de la producción.

Con el objetivo de verificar si los factores día de la semana y sesión de trabajo inciden significativamente en el tiempo de producción de chaveteros con la consiguiente afectación de la productividad se aplicó un análisis de varianza sobre el tiempo de cada una de las operaciones de la fabricación de un chavetero, tanto en la producción de ranurado en piñones como en poleas. Para la verificación de la relación entre la calidad de la producción y la fatiga se utilizó la estadística descriptiva y la prueba Chi-cuadrado de independencia.

Resultados del análisis en el ranurado de piñones:

Para analizar la relación entre el día de la semana y el tiempo de fabricación se aplicó un análisis de varianza sobre cada uno de los indicadores y el factor día.

Como se puede ver en la tabla N° 7 el día de la semana incide en el tiempo de calibración y en el tiempo de ranurado con niveles de significación de 0,015 y 0,008 respectivamente.

Tabla N° 7 Análisis de varianza del variable tiempo de las operaciones para producir un chavetero en un piñón con el factor día de la semana.

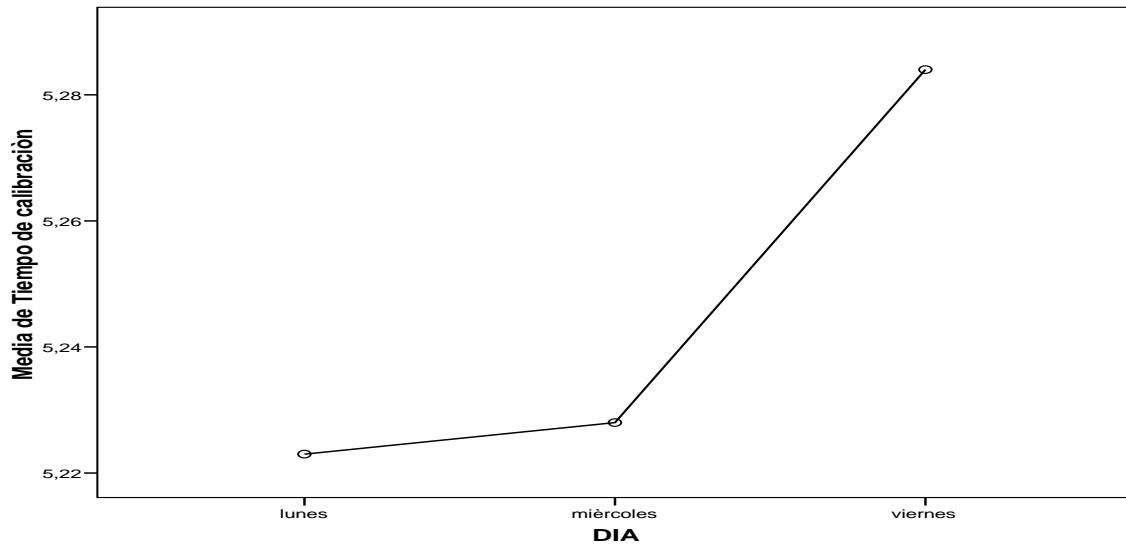
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo de calibración	Inter-grupos	,023	2	,011	4,931	,015
	Intra-grupos	,063	27	,002		
	Total	,086	29			
Tiempo de ranurado	Inter-grupos	,006	2	,003	5,783	,008
	Intra-grupos	,015	27	,001		
	Total	,021	29			
Tiempo de desmontaje	Inter-grupos	,001	2	,000	1,711	,200
	Intra-grupos	,004	27	,000		
	Total	,005	29			
Tiempo de control calidad	Inter-grupos	,067	2	,033	,220	,804
	Intra-grupos	4,100	27	,152		
	Total	4,167	29			
Tiempo total de ranurado.	Inter-grupos	,198	2	,099	,681	,514
	Intra-grupos	3,925	27	,145		
	Total	4,123	29			

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

En la Tabla N°8 se aprecia que la influencia más pronunciada se manifiesta los viernes con un aumento del tiempo de calibración, con respecto al lunes en una magnitud de 0,06 min aproximadamente, observar la figura N° 20 que sin llegar a ser en cuanto al tiempo, por si solo un factor de peso en el volumen de producción, unido a otros elementos puede incidir significativamente en la productividad del trabajo. La diferencia que se observa en el tiempo de ranurado en el día viernes sobre los demás los días es muy pequeña. Todo parece indicar que el agotamiento afecta con mayor fuerza la actividad de calibración que la de ranurado. Aunque no fue objeto de esta investigación pudiera ser conveniente un análisis de los indicadores del estado higiénico ambiental en el que se realiza el proceso.

Tabla N° 8. Comparaciones múltiples



Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Variable dependiente	(I) DIA	(J) DIA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Tiempo de calibración	lunes	miércoles	-,00500	,02157	,971
		viernes	-,06100*	,02157	,023
	miércoles	lunes	,00500	,02157	,971
		viernes	-,05600*	,02157	,039
	viernes	lunes	,06100*	,02157	,023
		miércoles	,05600*	,02157	,039
Tiempo de ranurado	lunes	miércoles	,00700	,01056	,787
		viernes	-,02700*	,01056	,042
	miércoles	lunes	-,00700	,01056	,787
		viernes	-,03400*	,01056	,009
	viernes	lunes	,02700*	,01056	,042
		miércoles	,03400*	,01056	,009

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Figura N° 20. Factor de trabajo

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Según la prueba ANOVA, ver Tabla N° 9, el factor sesión de trabajo solo incide significativamente (con una significación estadística $0,032 < 0,05$) sobre el tiempo de calibración, de acuerdo a este resultado y el anterior todo indica que la actividad de tiempo de calibración se afecta con más intensidad que las demás actividades del proceso, por el efecto de la fatiga o agotamiento.

Tabla N° 9. Prueba ANOVA con el factor sesión de trabajo

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo de calibración	Inter-grupos	,013	1	,013	5,108	,032
	Intra-grupos	,073	28	,003		
	Total	,086	29			
Tiempo de ranurado	Inter-grupos	,002	1	,002	3,569	,069
	Intra-grupos	,019	28	,001		
	Total	,021	29			
Tiempo de desmontaje	Inter-grupos	,000	1	,000	2,090	,159
	Intra-grupos	,004	28	,000		
	Total	,005	29			
Tiempo de control calidad	Inter-grupos	,033	1	,033	,226	,638
	Intra-grupos	4,133	28	,148		
	Total	4,167	29			
Tiempo total de ranurado.	Inter-grupos	,133	1	,133	,936	,342
	Intra-grupos	3,989	28	,142		
	Total	4,123	29			

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

El cumplimiento de la norma de calidad en los ranurados de piñones se expresa en una proporción entre el 69 % y 97 % con una confiabilidad del 95 %, (Ver Tabla 10) lo cual muestra una gran insuficiencia pues la no calidad abarca entre el 3 % y el 31 % de los ranurados, mostrando un valor medio de ranurados inservibles del 17 %.

La calidad mostrada de esta producción no muestra una relación significativa con el día de la semana, pues de 5 ranurados de no calidad en la muestra 2 corresponden a un lunes, uno a un miércoles y 2 a un viernes; lo mismo ocurre con la relación con la sesión de trabajo, que según la prueba Chi-Cuadrado de

independencia no se verifica relación significativa (Significación bilateral: $0,50 > 0,05$).

Tabla N° 10. Estimación por intervalo de la proporción de ranurados de piñones con calidad.

			Estadístico	Error típ.
Cumplimiento de normas	proporción		,83	,069
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,69	
		Límite superior	,97	

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

La no calidad de estas piezas está asociada en todos los casos con dimensiones de la piezas producidas fuera del rango de las normas técnicas establecidas, en cuanto a profundidad y anchura del ranurado, lo cual es resultado de un deficiente calibrado ocasionado por los procedimientos inadecuados.

Resultados del análisis estadístico del proceso de ranurado en poleas.

El proceso productivo de los ranurados en poleas muestra un comportamiento semejante al de los piñones.

Como se puede ver en la Tabla N° 11 el día de la semana incide en el tiempo de calibración con un nivel de significación estadística de 0,000. Lo cual significa que esta relación es la manifestación del agotamiento pues en la relación se manifiesta que el viernes el aumento del tiempo llega a mostrar una diferencia de aproximadamente 0,06 minutos; Ver Tabla N° 12 y Figura N° 22 lo cual es una magnitud relativamente pequeña, pero cuando se une con otros efectos puede significar una influencia considerable en la productividad de la empresa.

Tabla N° 11. Análisis de varianza del variable tiempo de las operaciones para producir un chavetero en una polea con el factor día de la semana.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIEMPO DE CALIBRACION	Inter-grupos	,017	2	,009	12,017	,000
	Intra-grupos	,019	27	,001		
	Total	,036	29			
TIEMPO DE RANURADO	Inter-grupos	,016	2	,008	1,130	,338
	Intra-grupos	,195	27	,007		
	Total	,212	29			
TIEMPO DE DESMONTAJE	Inter-grupos	,000	2	,000	1,148	,332
	Intra-grupos	,003	27	,000		
	Total	,003	29			
TIEMPO DE CONTROL DE CALIDAD	Inter-grupos	,267	2	,133	,923	,409
	Intra-grupos	3,900	27	,144		
	Total	4,167	29			
Tiempo total de ranurado en poleas	Inter-grupos	,570	2	,285	2,084	,144
	Intra-grupos	3,691	27	,137		
	Total	4,260	29			

Elaborado por: El investigador

Fuente: Propia

Como se puede ver en la tabla N° 11 la única variable que muestra diferencia significativa respecto al día de la semana es el tiempo de calibración con una significación estadística de 0,000.

Tabla N° 12. Diferencias significativas entre el tiempo de calibración según los días de la semana

Variable dependiente	(I) DIA	(J) DIA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
TIEMPO DE CALIBRACION	lunes	miércoles	-,04300*	,01196	,004
		viernes	-,05600*	,01196	,000
	miércoles	lunes	,04300*	,01196	,004
		viernes	-,01300	,01196	,530
	viernes	lunes	,05600*	,01196	,000
		miércoles	,01300	,01196	,530

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Elaborado por: El investigador

Fuente: Propia

En la tabla N° 12 se observa que el tiempo de calibración se diferencia significativamente los lunes de los miércoles y de los viernes se observan

diferencias entre los miércoles y los viernes no se observan diferencias entre los miércoles y los viernes.

Todo parece indicar que el agotamiento afecta con mayor fuerza la actividad de calibración que la de ranurado. Aunque no fue objeto de esta investigación pudiera ser conveniente un análisis de los indicadores del estado higiénico ambiental en el que se realiza el proceso.

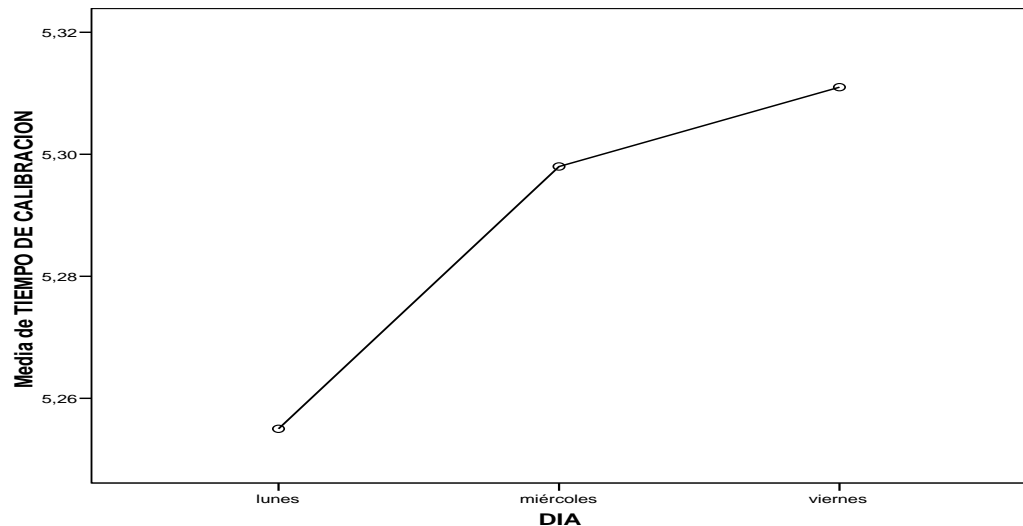


Figura Nª 21. Análisis de la relación entre los tiempos y el día de la semana

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

En la Tabla N° 13 del análisis de varianza se aprecia que la única variable que muestra una relación significativa con la sesión de trabajo es el tiempo de calibración, con una significación estadística de $0,007 < 0,05$, mostrando que la actividad de calibración es sensible a la sesión del trabajo lo cual puede ser la expresión de la relación entre la complejidad de la operación y el cansancio del trabajador. El efecto de esta relación se aprecia en la figura N° 22 en una magnitud aproximada de 0,025 minutos.

Tabla N° 13. Prueba de análisis de varianza de los tiempos de ranurado en poleas con el factor sesión de trabajo.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIEMPO DE CALIBRACION	Inter-grupos	,004	1	,004	8,442	,007
	Intra-grupos	,012	28	,000		
	Total	,016	29			
TIEMPO DE RANURADO	Inter-grupos	,009	1	,009	1,245	,274
	Intra-grupos	,203	28	,007		
	Total	,212	29			
TIEMPO DE DESMONTAJE	Inter-grupos	,000	1	,000	1,110	,301
	Intra-grupos	,003	28	,000		
	Total	,003	29			
TIEMPO DE CONTROL DE CALIDAD	Inter-grupos	,033	1	,033	,226	,638
	Intra-grupos	4,133	28	,148		
	Total	4,167	29			
Tiempo total de ranurado en poleas	Inter-grupos	,001	1	,001	,009	,926
	Intra-grupos	4,259	28	,152		
	Total	4,260	29			

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Propia

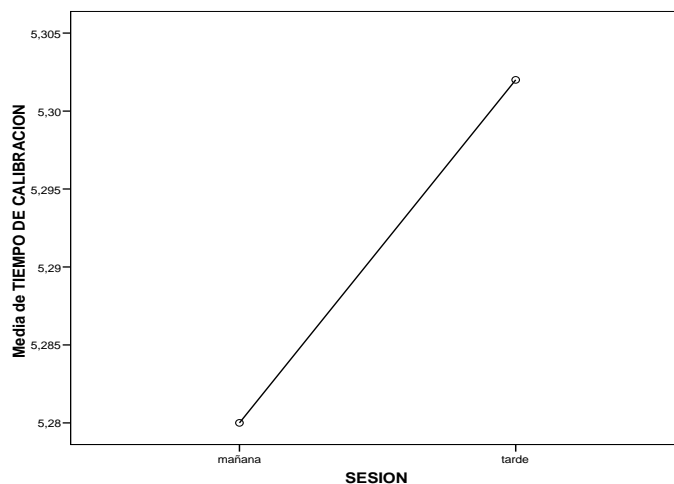


Figura N° 22. Relación entre el tiempo de calibración y sesión de trabajo

Elaborado por: El investigador

Fuente: Propia

El cumplimiento de la norma de calidad en los ranurados de poleas se expresa en una proporción entre el 69 % y 97 % con una confiabilidad del 95 %, (Ver TablaN° 14) lo cual muestra una gran insuficiencia pues la no calidad abarca entre el 3 % y el 31 % de los ranurados, mostrando un valor medio de ranurados inservibles del 17 %.

Tabla N° 14. Estimación por intervalo de la proporción de ranurados de piñones con calidad.

		Estadístico	Error típ.
Cumplimiento de normas de calidad.	Proporción de ranurados de calidad en poleas	,83	,069
	Intervalo de confianza para la media al 95%		
	Límite inferior	,69	
	Límite superior	,97	

Elaborado por: El investigador

Fuente: Propia

La calidad mostrada de esta producción muestra una relación a nivel descriptivo con el día de la semana, pues de 5 ranurados sin calidad 3 ocurren un viernes y los dos restantes se reparten entre lunes y miércoles a pesar de esta evidencia descriptiva la prueba Chi-cuadrado de independencia no muestra la existencia de relación significativa a nivel poblacional (Significación bilateral del estadístico exacto de Fisher $0,574 > 0,05$); lo mismo ocurre con la relación con la sesión de trabajo, que según la prueba Chi-Cuadrado de independencia no se verifica relación significativa (Significación bilateral: $0,50 > 0,05$).

La no calidad de estas piezas está asociada en todos los casos con dimensiones de la piezas producidas fuera del rango de las normas técnicas establecidas, en cuanto a profundidad y anchura del ranurado, lo cual es resultado de un deficiente calibrado ocasionado por la mala manipulación del operador que según se ha observado en su comportamiento en turnos y día final de la semana se puede adjudicar al agotamiento del trabajador asociando a la complejidad y vigilancia continua de la calibración puesto que esta varía constantemente junto al contenido de shompoo en la tolva.

CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD

Para realizar el cálculo de la productividad se utiliza la siguiente fórmula.

$$Pr\ oductividad = \frac{Pr\ oducción}{horas\ de\ rabajo}$$

Por lo tanto para poder establecer el cálculo se debe tener en cuenta lo siguiente;

Tabla N° 15. Datos de Producción

Datos de producción				
Tipo de pieza	Total producción al día	Tiempo de ranurado (min)	Precio en \$ unitario	Tiempo de trabajo minutos
piñón	20	15,69	20	313,8
polea	12	14,04	17	168,48

Elaborado por: El investigador

Fuente: Propia

Se obtiene:

La medición de la productividad se basa en el tiempo de una jornada de trabajo diaria, por lo tanto una jornada de trabajo consta de 480 minutos (8h).

Esto permite determinar los minutos gastados en un ranurado de piñones si se considera lo siguiente; 20 Piñones x 15,69 minutos = 314 minutos de ranurado para piñones. Para poder conocer cuántas poleas se elabora en el tiempo restante se establece que, 480 minutos – 314 minutos = 166 minutos restantes de la hora de jornada diaria, tomando este dato se puede obtener el total de poleas elaborados, de tal forma que; $166/14,04 = 11,8$ poleas (12). El total de producción de la máquina es de 32 piezas diarias.

Como el precio de estas piezas no es el mismo para calcular la productividad, se expresa la producción en su valor, según el valor de número piezas producidas.

Con estos datos se puede determinar el valor de la producción en dólares;

Teniendo en cuenta que el ranurado de la polea tiene un precio en el mercado de 17 \$ y el ranurado de un piñón tiene un precio de 20 \$ cada uno.

Se obtiene;

$$20 \text{ piñones} \times 20 \$ = 400$$

$$12 \text{ poleas} \times 17 \$ = 204$$

El ranurado de piñones y poleas por jornada se obtiene \$ 604 dólares que equivale a una productividad de \$ 75,5 dólares por hora.

La semiautomatización del proceso puede disminuir considerablemente el tiempo para la elaboración de los ranurados por la disminución de tiempo de calibración de la máquina lo cual implica el aumento en la producción de los ranurados con el correspondiente aumento de la productividad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Después de haber realizado el análisis de los resultados se puede concluir lo siguiente:

- El proceso se sale de control en cuanto a las dimensiones ancho y profundidad del ranurado tanto en piñones como en poleas existiendo alrededor de un 17 % de la producción con problemas de calidad.
- Se estableció el tiempo del proceso del ranurado en poleas y piñones siendo estos de 14,04mim y 15,69mim respectivamente.
- Según los tiempos medios calculados en una jornada de 8 horas se pueden producir aproximadamente 20 ranurados en piñones y 12ranurados en poleas, de los cuales aproximadamente 5,4 no tienen la calidad adecuada, lo cual significa una pérdida considerable por desperdicio de materia prima y por disminución de la productividad.
- La causa principal de los ranurados sin calidad esta ocasionado por la complejidad de la calibración manual que se realiza en el proceso y su sensibilidad al efecto de la fatiga.
- La operación en el ranurado que más se afecta es la calibración, producto de la complejidad que esta tiene en el proceso manual que se analiza siendo muy sensible a los efectos de la fatiga.
- La mejora del proceso puede lograrse mediante la solución de los problemas existentes mediante el diseño de una nueva máquina para el proceso de ranurado.
- El indicador de productividad del trabajo alcanza la cifra de 32 ranurados por jornada de 8 horas diarias lo cual significa un valor de \$ 75,5 por hora,

el cual es susceptible de mejor si se disminuye el tiempo de ranurado mediante la semiautomatización de la máquina.

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de las condiciones medio ambientales existentes en el área de trabajo que pueden potenciar el efecto de la fatiga en el proceso de la producción.
- Diseñar una máquina con el objetivo de disminuir los tiempos del proceso y la cantidad de ranurados defectuosas.

CAPÍTULO V

LA PROPUESTA

TEMA: “Diseño de una máquina ranuradora de chaveteros para piñones y poleas de elevadores de carga.”

Datos Informativos

Empresa: Empresa Metalmecánica “FLORES”.

Beneficiarios: Aumento de producción en la empresa y reducción de costos de las piezas de repuesto para las máquinas elevadoras de carga.

País: Ecuador

Provincia: Pichincha

Ubicación: Parroquia Carapungo

Tiempo estimado para la ejecución: 6 meses

Equipo Técnico responsable: Rubén Patricio Yucaylla Cutiopala

Tipo de Inversión: La construcción de la máquina ranuradora será financiada en su totalidad por la Empresa “FLORES” y su valor dependerá del nivel de diseño de la máquina.

Costo: 3000

Objetivo General

Diseñar una máquina ranuradora para chaveteros en piñones y poleas en la empresa Metalmecánica Flores.

Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros de diseño de los partes y componentes para una maquina ranuradora.
- Seleccionar los materiales y equipos necesarios correctos para el diseño de la máquina ranuradora.
- Realizar los planos de los componentes necesarios para la elaboración de la máquina ranuradora.

Justificación

En la actualidad la calidad de la producción y la satisfacción del cliente en un ambiente de competencia; imponen a las empresas la necesidad de mejorar los procesos productivos mediante la implementación e innovación de maquinaria que permitan cumplir con las expectativas de producción pero sobre todo satisfacción con los clientes.

En vista de la elevada demanda de repuestos de piñones y poleas que presentan los clientes, la empresa FLORES se ve en la imperiosa necesidad de mejorar el proceso de ranurado, en la Figura N° 24 se observa la máquina que se utiliza para realizar dicho proceso, construida hace 20 años de manera artesanal y sin ningún tipo de diseño de ingeniería, desarrollada en base a la observación de máquinas similares de su tiempo, y no cumple con los parámetros de calidad que la empresa da al resto de sus productos.

El principal problema de la máquina es no realizar chaveteros con las medidas específicas requeridas para cada elemento, esto es por no constar con un diseño en los componentes del sistema de corte, lo cual provoca que la cuchilla vibre fuera del eje y se salte sin realizar el corte del material, dañando piezas, rompiendo herramientas de corte y desalineamientos en los chaveteros.

Limitaciones

Una limitación importante para el proyecto es el costo de la fabricación de la máquina, es así que todos los elementos deben ser sencillos, de fabricación sencilla, y de fácil búsqueda en el mercado local.



Figura Nª 23. Máquina Ranuradora de la empresa FLORES

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

DISEÑO DE LA MÁQUINA RANURADORA

Restricciones de diseño

El objetivo de este proyecto consiste en diseñar una máquina ranuradora capaz de realizar chaveteros y de formas diversas en varios elementos de máquinas o repuestos, que son parte del stock de venta de la empresa y su producción en mayor volumen y calidad de las mismas dependen en gran medida del cumplimiento de estos parámetros.

Restricción 1

El diseño de una máquina ranuradora como solución a la necesidad de mejorar los chaveteros que se realizan en las poleas y piñones se especifican parámetros a cumplir como la carrera máxima vertical de 100 mm de la herramienta de corte para lograr cubrir los diferentes espesores de las piezas y un área transversal de 25 mm^2 con forma cuadrada o rectangular de los chaveteros.

Restricción 2

Para el diseño de la estructura de la máquina se utilizará elementos metálicos de espesores varios, los cuales se modificarán de acuerdo con el diseño y cálculo.

Restricción 3

Para algunos elementos se empleará el criterio de diseño y algunas suposiciones serán de carácter geométrico, si al no existir dichos elementos calculados se utilizará los más cercanos en dimensiones a los existentes en el mercado, por ejemplo ejes de transmisión, resortes, pernos, etc.

ESPECIFICACIONES DE MATERIA PRIMA UTILIZADA

Los elementos a ranurar en la empresa generalmente son engranajes para máquinas de construcción como elevadores de carga o poleas que a su vez son piezas de otros sistemas de movimiento como compresores o transportadores pero la mayoría por no mencionar su totalidad son elementos de fundición de hierro o de aluminio. Los mismos vienen en varios diámetros longitudes, dependiendo de la necesidad y su uso; pero para un correcto funcionamiento emplean elementos de sujeción y ajuste como son las chavetas, y su objetivo es garantizar el movimiento armónico de los elementos en la transmisión de potencia, traslado de piezas o movimientos repetitivos y sometidos a esfuerzos elevados.

La máquina se diseña conforme los siguientes criterios:

- El material a ranurar especialmente su resistencia al corte
- Las dimensiones de la ranura o chavetero

Como se puede ver en la Figura N° 25 se ven los elementos antes de realizar los chaveteros, las especificaciones técnicas de los materiales que se usan se pueden ver en los Anexos 3 y 4.



Figura Nª 24. Engranajes y Porta-ejes antes del ranurado

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

DETALLES DE DIMENSIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

La empresa Flores tiene el espacio físico determinado para la máquina ranuradora y que permita seguir el proceso de fabricación de los repuestos para los elevadores de carga. Las dimensiones máximas por motivo de espacio son largo, ancho y altura de 1,20x 0,80x1, 90 (m), respectivamente.

Tabla N° 16. Características técnicas de ranuradoras de venta en el mercado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	Standard	Opcional
Carrera Longitudinal	125 mm	Máximo
Velocidad de corte	70	m/min
Tamaño de mesa	800x240 mm	
Recorrido Transversal de la mesa	200 mm	
Recorrido Longitudinal de la mesa	± 400 mm	

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

UNIDADES PARA EL DISEÑO DE MÁQUINA

Se establecen los parámetros para el diseño de la ranuradora, y se presenta el diseño de los elementos y subsistemas que conforman la máquina, como se ve en la Figura N° 26.

1	Bastidor
2	Motor
3	Transmisión de Movimiento
4	Sistema de ranurado
5	Sistema de mesas



Figura N° 25. Partes de la ranuradora.
Fuente: Propia
Elaborado por: El Investigador

SISTEMAS QUE CONSTITUYEN LA RANURADORA

Tabla N° 17. Sistemas y Elementos de la máquina

ELEMENTOS Y SISTEMAS PARA EL DISEÑO		
SISTEMA	ELEMENTOS DEL SISTEMA	DATOS PRINCIPALES PARA EL DISEÑO O SELECCIÓN
TRANSMISIÓN DE POTENCIA	MOTOR	CARGAS
	REDUCTOR DE VELOCIDAD	POTENCIA A TRANSMITIR
	CHUMACERAS	RELACION DE VELOCIDAD
	BOCINES	
EJES DE MOVIMIENTO	EJE PRINCIPAL	TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO HORIZONTAL A VERTICAL
	ACOPLES DE AJUSTE	CARGAS DE TORSION Y FLEXION
	RODILLOS DE APRIETE	DIAMETROS DE TUBOS
SISTEMA DE CORTE	CUCHILLAS	
	PORTACUCHILLAS	TIPOS DE CUCHILLAS
	PERNOS DE AJUSTES	ESFUERZOS Y CARGAS
	RESORTES	
ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA	BASTIDOR	
	MESAS DE APOYO	
	SOPORTES DE MOTOR	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA
	REGULADORES DE POSICIÓN	
	PERNOS DE AJUSTES	

Fuente: Propia
Elaborado por: El investigador

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CORTE DEL RANURADO

El movimiento de corte en las mortajadoras es un movimiento rectilíneo y es realizado por la herramienta. En el mortajado horizontal transcurre horizontalmente de uno a otro lado, y en el mortajado vertical de arriba a abajo.

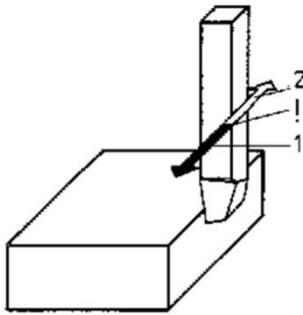


Figura N° 26. Movimiento de corte horizontal

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

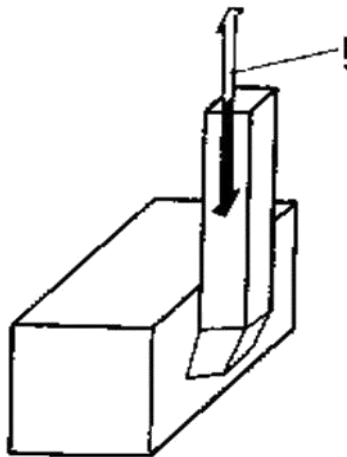


Figura N° 27. Movimiento de corte en el mortajado vertical

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

El movimiento de avance durante el mortajado es un movimiento rectilíneo. Este es realizado por la pieza y transcurre transversal a la dirección del movimiento de corte. Establecidos los tipos de movimientos que realiza la máquina se puede determinar de manera más concisa la fuerza de corte.

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE CORTE

Primero se debe ajustar el desplazamiento de la longitud de la carrera de la herramienta de corte y con ello el tiempo de trabajo en [m] y [m/s] respectivamente.

Siendo la Longitud de la carrera la distancia a recorrer más las distancias antes y después del avance de corte

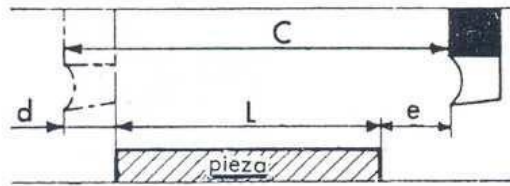


Figura N° 28. Longitud de la carrera

Fuente:(Equipo TécnicoEdebe, 1994, pág. 141)

Elaborado por: El investigador

Para esta máquina, la carrera máxima será de 100 mm; porque en la empresa se realiza ranuras con esta longitud tope.

$$C = L + d + e \quad (1)$$

$$C = 100 + 5 + 5$$

$$C = 110 \text{ mm} = 0,11 \text{ m}$$

$$va = \frac{\text{Longitud de carrera (m)}}{\text{tiempo invertido en la carrera de trabajo (min)}} \quad (2)$$

Tabla N° 18. Velocidades de corte recomendadas (m/min)

Material a trabajar	Resistencia a la rotura Kz Kg/mm ²	Velocidad v de corte
Fundición	12-22	1,2
Fundición maleable	22-28	2
Acero dulce	35-65	4
Acero duro	65-90	3-3,5
Acero muy duro	90-120	2,5
Bronce, latón, cobre	28-50	3

Fuente:(Equipo TécnicoEdebe, 1994, pág. 143)

Elaborado por: El Investigador

Tabla N° 19. Elección del número de dobles carreras según longitud de carrera

Dobles carrera por minuto	Longitud de carrera en mm			
	100	200	300	400
	vm en min			
28	5,3	10,2	14,2	18,2
52	9,8	19	26,2	33,6
80	15,2	4,29	41	52

Fuente: (Equipo TécnicoEdebe, 1994, pág. 143)

Elaborado por: El Investigador

Se escoge una velocidad media de 1,2 m/min de la Tabla N° 18 para una herramienta de acero rápido, que es la herramienta de uso frecuente en la empresa por su bajo costo y se calcula el tiempo de carrera.

$$t = \frac{\text{Longitud de carrera (m)}}{v \text{ (m/s)}} \quad (3)$$

$$t = \frac{0,11 \text{ (m)}}{1,2 \text{ (m/min)}}$$

$$t = 0,092 \text{ min}$$

Generalmente el tiempo de trabajo viene dado por el recorrido realizado por la herramienta desde su punto de inicio y su regreso es por ello que se duplica el tiempo lo mismo que la carrera.

CÁLCULO DE LA DOBLE CARRERA

El número de doble carreras a establecer por minuto se rige por la velocidad de corte admisible y por la longitud de la carrera.

Se puede obtener mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{v \text{ (min)}}{2 * L} \quad (4)$$

Dónde.

n = Dobles carreras [1/min]

v = Velocidad de corte [m/min]

L = Longitud de carrera [m]

$$n = \frac{1,2 \text{ (m/min)}}{2 * 0,11 \text{ m}}$$

n = 5,45 dobles carreras/min

FUERZA DE CORTE DEL RANURADO

Este valor es muy importante calcular porque indica la potencia necesaria a instalar en la máquina. Depende del área de la chaveta que se en la Figura N° 30.

ACOPLE DE PIEZAS
CON CHAVETA

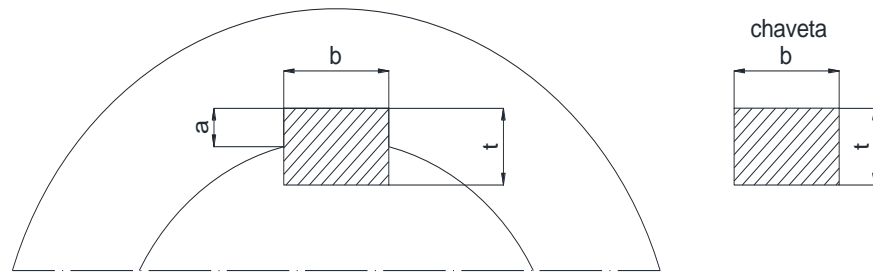


Figura N° 29. Acoples con chaveta

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Como el ranurado es la mitad del ancho de la chaveta y además se realiza en 2 o 3 pasadas se determina el área de la viruta de corte por cada 0.5 mm y por el alto máximo de la chaveta para este cálculo es 8 mm máximo.

$$\text{Área (ranura)} = a \times b \text{ (mm)} \quad (5)$$

$$\text{Área} = 8 \times 0,5 = 4\text{mm}^2$$

Definida la sección normal a la velocidad de corte se utiliza para el cálculo de la fuerza corte de materiales durante el mecanizado. Se establece una relación directa entre la fuerza requerida para el corte y la sección de viruta. Esta constante de proporcionalidad es el esfuerzo específico de corte K_s [Kg/mm²]

$$F_c = K_s \times \text{Area} \quad (6)$$

Dónde:

F_c : Fuerza de corte [Kgf]

K_s : Coeficiente específico de corte [Kg/mm²]

Área: Área o Sección de viruta [mm²]

Como se mencionó en las especificaciones de trabajo de la máquina se realizara chaveteros en piñones y poleas; para determinar la potencia máxima del corte del material se selecciona el material de mayor K_s para obtener la potencia mayor a introducir al sistema. Ver Tabla N° 20

Tabla N° 20. Selección del Ks según el material

	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ANEXO
1	Fundición Su: 414 Mpa = 42,22 Kg/mm ² Elementos que mas utilizan la mortajadora	6
2	Fundición ks=160 Kg/mm ²	8

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

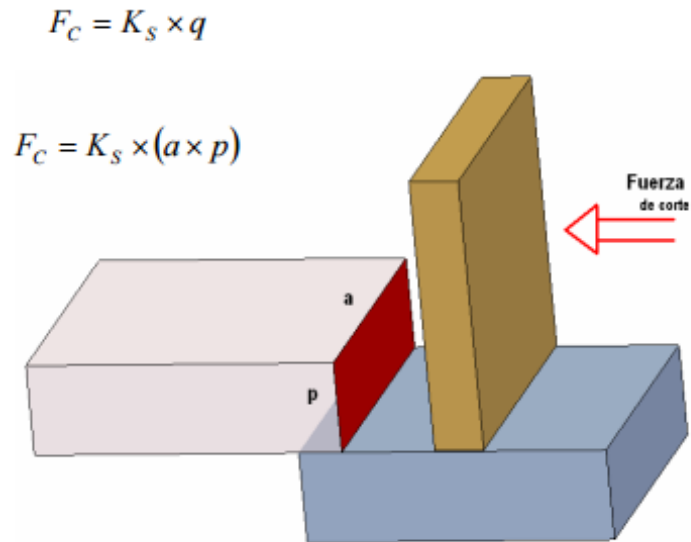


Figura N° 30. Comportamiento de la fuerza de corte respecto al área

Fuente:(Equipo TécnicoEdebe, 1994, pág. 145)

Elaborado Por: El investigador

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CORTE

El área de cálculo para la fuerza de corte es en relación a la chaveta más grande que elabora la empresa. El valor de Ks según el anexo 8 es para una fundición semidura. Reemplazando en la ecuación (6)

$$F_c = 100 \text{ Kgf/mm}^2 \times 4\text{mm}^2$$

$$F_c = 400 \text{ Kgf}$$

$$F_c = 400\text{Kgf} \left(\frac{9,8\text{N}}{1\text{Kgf}} \right) = 3920 \text{ N}$$

POTENCIA DE CORTE DE RANURA

Calculado la fuerza de corte necesaria se procede a encontrar la potencia requerida con la siguiente formula (Valencia Torres , Wiliams, 2008, págs. 5-8)

$$P = \frac{F_c \cdot v_c}{60} \quad (7)$$

Dónde:

P: Potencia [W]

Fc: Fuerza de corte [N]

v_c : Velocidad de corte [m/min]

CÁLCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA

Se reemplaza los valores en la fórmula anterior

$$P = \frac{3920 \text{ N} \cdot 1,2 \text{ m/min}}{60} \quad (8)$$

$$P = 78,4 \text{ W} \times \left(\frac{1 \text{ Hp}}{745,7 \text{ W}} \right) \text{ (Shigley, Edward, 2001, pág. 824)}$$

$$P = 0,105 \text{ Hp}$$

Tomando en cuenta que el rendimiento de estas máquinas es bajo se escoge un valor de $\eta = 0,65$. Porque no existe la transmisión de fuerza al 100 por ciento, existen pérdidas y en las máquinas ranuradoras es cerca del 35% de pérdidas de fuerza. (Bartsch, Walter, 1978, pág. 150)

$$Pr = P/\eta \quad (9)$$

$$Pr = 0,105 / 0,65$$

$$P = 0,162 \text{ Hp}$$

CÁLCULO DEL BRAZO DE CORTE

La mortajadora es una máquina de cepillado vertical; la herramienta se desplaza en ese sentido en un movimiento rectilíneo alternativo, y puede hacerlo también en forma oblicua. La pieza posee el movimiento de avance.

La clásica operación de mortajado se emplea para elaboraciones que son en serie, puesto que la forma en que se desarrolla es muy lenta. Resulta un proceso de trabajo económico, muy apto para mecanizados de superficies que no se pueden mecanizar ni en la limadora ni en la cepilladora (por ejemplo, chaveteros en agujeros interiores).

Diseño de prismas soporte

La fuerza de corte calculada en las páginas 81-82, da como resultado:

$$F_c = 400 \text{ kgf} \left| \frac{9,8 \text{ N}}{\text{kgf}} \right| = 3920 \text{ N}$$

Esta fuerza de corte viene a ser una fuerza de rozamiento que a su vez va a generar una fuerza normal P que al aplicar la fórmula:

$$Fr = Fc = \mu P \quad (7)$$

Tal como se muestra en la figura 32.

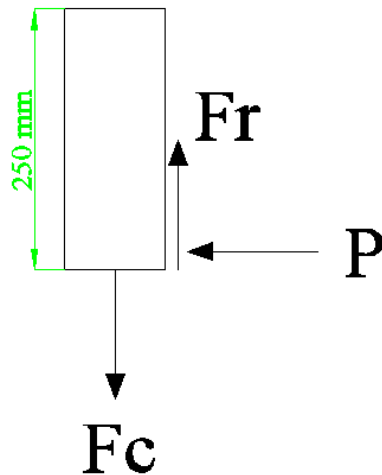


Figura Nª 31. Comportamiento de la fuerza de corte respecto al área

Fuente: Propia

Elaborado Por: El investigador

Que despejando se obtiene una fórmula para calcular la normal P

$$P = \frac{Fc}{\mu} \quad (8)$$

Que reemplazando los valores, de $\mu=0,57$ (según anexo 14), se obtiene un valor de P:

$$P = \frac{3920 \text{ N}}{0.57} \text{ (Fuerza normal N en newtons)}$$

$$P = 6877,2 \text{ N}$$

Para calcular las dimensiones de la placa que soporta la cuchilla, se va aplicar la Teoría de la energía de la distorsión, cuya fórmula es:

$$\sigma' = (\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)^{1/2} \leq \frac{S_y}{n} \quad (9)$$

Donde:

σ' : Esfuerzo de Von Mises

σ_x : Esfuerzo debido al momento flector

τ_{xy} : Esfuerzo debido a la fuerza cortante

S_y : Límite de fluencia del material

n: Factor de seguridad

Para el caso del prisma se ha definido las dimensiones indicadas en la figura 33, luego de hacer varias consideraciones:

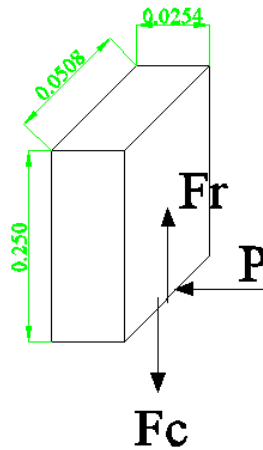


Figura N° 32. Comportamiento de la fuerza de corte respecto al área

Fuente: Propia

Elaborado Por: El investigador

Para calcular los diferentes esfuerzos, se tienen las siguientes fórmulas:

$$\sigma = \frac{M \cdot c}{I} - \frac{P \cdot c}{A} \quad (10)$$

Donde:

$$M = P \cdot d \quad (11)$$

Que es tomada del libro de Budynas, octava edición pág. 995.

$$M = 6877.2N \cdot 0.25m = 1719.3 N$$

$$c = 0,0127 m$$

$$I = 4,1623 \times 10^{-7} m^4$$

Reemplazando:

$$\sigma = \frac{1719,29N \cdot 0.25 m \cdot 0,0127}{2,7748 \times 10^{-7} m^4} - \frac{3920N}{(0.025m)(0.058m)}$$

$$\sigma = 76688512,12 - 3038006,08$$

$$\sigma = 75650506,05 \frac{N}{m^2}$$

Cálculo del momento torsor debido a la carga cortante

Se tiene la fórmula:

$$\tau = \frac{V \cdot Q}{I \cdot t} \quad (12)$$

Donde:

τ : Momento torsor

V : Cortante

Q : Momento del área

I : Momento de inercia

t : ancho de la sección

$$\tau = \frac{(6877.19)(0.0254 * 0.0508)(0.0254)m^3}{(2.7748 \times 10^{-7})(0.0508)}$$

$$\tau = 15989505,66 \frac{N}{m^2}$$

Reemplazando en la ecuación (9)

$$\sigma' = (75650506,05^2 + 3 * 15989505,66^2)^{\frac{1}{2}} \leq \frac{S_y}{n}$$

$$\sigma' = 691705494,2 \leq \frac{345.000.000}{\eta}$$

$$\eta \leq 4,28$$

Que es un valor aceptable.

Cálculo del diámetro del eje de la leva

Para el cálculo del diámetro del eje de la excéntrica, se asume la separación que viene por defecto, pues el ancho de la excéntrica así lo requiere, en la figura 34, se puede ver lo manifestado.

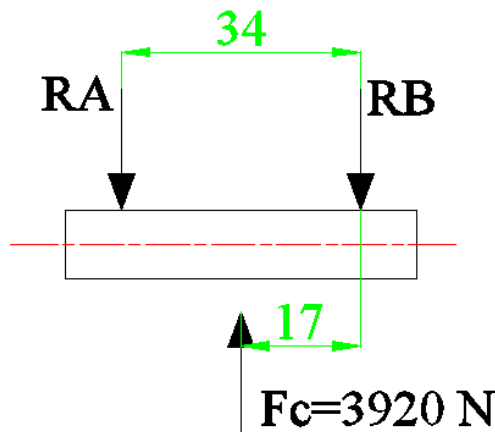


Figura N° 33. Distancias para el cálculo del diámetro del eje de la excéntrica

Fuente: Propia

Elaborado Por: El investigador

$$\Sigma F_x = 0$$

$$RA + RB = 3920N$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$RB * 34 - 3920 * \frac{34}{2} = 0$$

$$RB = \frac{3920}{2}$$

$$RB = 1960 N$$

$$RA = 1960 N$$

$$V = 1960 N$$

Para definir el diámetro del eje se va a aplicar la teoría de la energía de la distorsión para materiales dúctiles, pues como el acero es un material que según Budynas, se deforma un valor mayor a 0,05 (valor adimensional, según Budynas, pág. 29) y el valor de resistencia a la fluencia en compresión es similar al de tracción. Para aplicar esta teoría es necesario calcular los esfuerzos normales y torsionales que se generan en el elemento por lo que se requiere calcularlos como se muestra a continuación:

Para calcular el momento flector se recurre a la fórmula (11), que es tomada del libro de Budynas, octava edición pág. 995.

En este caso, $P=3920 N$ y $d=0.017m$ (que es la mitad de la longitud del eje en mención), reemplazando se tiene:

$$M = 3920N * 0.017m$$

$$M = 66.64 N - m$$

Este valor de M se lo reemplaza en la fórmula del esfuerzo normal en función del momento, que es una fórmula parcial de la ecuación (10):

$$\sigma = M \cdot \frac{c}{I} \quad (13)$$

Reemplazando los valores, se tiene:

$$\sigma_x = 66,64 * \frac{32}{\pi d^3} = \frac{678,78}{d^3}$$

Que es uno de los componentes para aplicar la teoría de la energía de la distorsión y está en función del diámetro. Ahora se procede a definir el momento torsor que es otro de los componentes de la teoría.

Para calcular el momento torsor se parte de una suposición que el eje soporta a una excéntrica, la separación entre el eje de la excéntrica (que es el eje que del cual se quiere encontrar el diámetro) y el punto donde se ejerce la carga, esta distancia es de 53mm como se muestra en la figura 35.

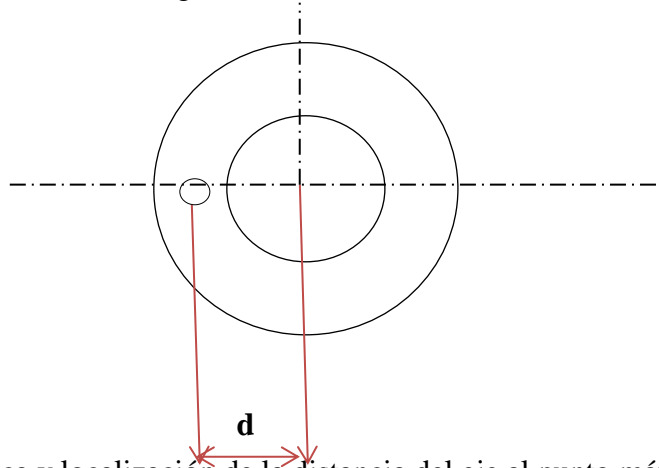


Figura N° 34. Excéntrica y localización de la distancia del eje al punto máximo de aplicación de la fuerza

Fuente: Propia

Elaborado Por: El investigador

La fórmula para calcular el momento torsor debido al torque generado por una fuerza, según Budynas octava edición, pág. 96 es:

$$\tau_{xy} = \frac{T * c}{J} \quad (14)$$

Donde:

T : Es el torque generado por una fuerza

c: Es la mitad del diámetro del eje, es decir es $d/2$

J: Es el momento polar de inercia, y es igual $J = \frac{\pi \cdot d^4}{32}$

Que reemplazando en la ecuación (14), da como ecuación final:

$$\tau_{xy} = \frac{16T}{\pi d^3} \quad (15)$$

El valor del torque se calcula mediante la aplicación de la fuerza de 3920 a una distancia de 0.053m, según lo calculado anteriormente:

$$T = F * d \quad (16)$$

Que reemplazando se obtiene como resultado:

$$T = 3920N * 0.053m = 207.76 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Reemplazando este valor en la ecuación (15), se obtiene como resultado:

$$\tau_{xy} = \frac{16 * 207,76}{\pi d^3} = \frac{1058,11}{d^3}$$

Que es una ecuación en función del diámetro.

Los valores del esfuerzo normal y del esfuerzo torsor se reemplazan en la fórmula (9), se obtiene:

$$\sigma' = \left(\left(\frac{678,78}{d^3} \right)^2 + 3 \left(\frac{1058,11}{d^3} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{S_y}{n}$$

Para definir el valor de S_y , se elige el material Acero 4340 que es un material con buenas características mecánicas, que según el anexo 7, el valor de $S_y = 470 \text{ MPa}$. Reemplazando en la ecuación anterior y considerando un factor de seguridad de 8, pues el eje va a trabajar a choque y según Mott Robert, página 119 .

$$\sigma' = \left(\left(\frac{678,78}{d^3} \right)^2 + 3 \left(\frac{1058,11}{d^3} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{470000000N/m^2}{8}$$

Resolviendo se obtiene un diámetro:

$$d = 27,7 \text{ mm}$$

En el mercado se encuentran ejes de diámetro 30 mm por lo que se selecciona un eje de ese diámetro.

Cálculo de la biela

Para determinar las dimensiones de la biela se realiza un análisis geométrico y de lo cual se determina que la biela va a tener una longitud aproximada de 130mm.

Antes de esto es necesario calcular a tracción para el ancho de los agujeros de la biela en tensión, en la figura 36 se puede ver un esquema de una de las partes de apoyo en el eje ya calculado anteriormente, al consideración en este caso es que se asume un espesor de 10mm por geometría, otro dato conocido es el diámetro de eje sobre el cual va a girar que es de 30mm. Con estos antecedentes se procede a calcular el valor de L que va a soportar a tensión.

Se usa la fórmula siguiente:

$$\sigma = \frac{Fc}{A} \leq \frac{Sy}{n} \quad (17)$$

En este caso el área A se da por la ecuación:

$$A = 2L * 0.01 = 0.02 * L$$

Reemplazando en la ecuación (17), y tomando como material un acero A36 cuya resistencia es de 250 MPa y cómo trabaja a choque se asume un factor de seguridad de 8, según Robert Mott. La respuesta queda:

$$\frac{3920}{0.02 * L} \leq \frac{250000000}{n}$$

Resolviendo la ecuación se tiene un valor de $L=6.272\text{mm}$, que aproximando da un valor de $L=7\text{mm}$.

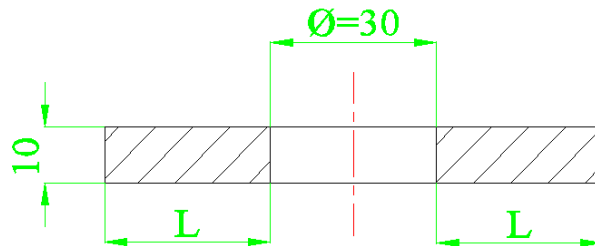


Figura N° 35. Dimensiones de los extremos de la biela

Fuente: Propia

Elaborado Por: El investigador

Para el análisis a compresión se calcula en este caso la estabilidad para ver si la biela resiste cuando el elemento en mención no se deforma, para esto se usa a ecuación:

La fórmula que se va a usar ara este cálculo, según Mac Cormac Jack 2005, pág. 105:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(kL)^2} \quad (18)$$

Dónde

P_{cr} : Carga critica [N]

E : Módulo de Elasticidad, 192 [GPa]

I : Inercia [cm⁴]

L : Longitud de la columna [cm]

K : Factor de esbeltez

Para esto se empleará una columna corta con forma rectangular con los siguientes datos:

Datos del Perfil de la columna:

$b= 42 \text{ mm}$, $h= 130 \text{ mm}$

$$\text{El valor de } I = \frac{b * h^3}{12} = \frac{0,130 * 0,042^3}{12} = 8,0262 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

El valor de $k=1,0$ según la figura 21, es:

TABLE C-C2.2 Approximate Values of Effective Length Factor, <i>K</i>						
Buckled shape of column is shown by dashed line.	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Theoretical <i>K</i> value	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value when ideal conditions are approximated	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
End condition code						

Figura N° 36. Valores aproximados del factor *K*

Fuente: Tomado de (AISC, 1980, p. 114)

Elaborado por: El investigador

Reemplazando en la ecuación (18), se tiene:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 192 * 10^6 \frac{N}{m^2} * 8,0262 * 10^{-7} m^4}{(1 * 0,13m)^2}$$

$$P_{cr} = 28646,75 N$$

Se compara la siguiente relación:

$$P_{cr}(\text{Columna}) \geq P(\text{aplicada})$$

$$28646,75 N \geq 3920 N$$

Por lo tanto el perfil seleccionado SI CUMPLE con el diseño.

De la misma forma, aprovechando este cálculo se puede analizar el elemento de la figura 33, se tiene:

Para esto se empleará una columna corta con forma rectangular con los siguientes datos:

Datos del Perfil de la columna:

$$b = 50,8 \text{ mm} , h = 250 \text{ mm}$$

$$\text{El valor de } I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,0508m \cdot 0,25^3 m^3}{12} = 6,615 \times 10^{-5} m^4$$

Reemplazando en la ecuación (18), se tiene:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 192 * 10^6 \frac{N}{m^2} * 6,615 * 10^{-5} m^4}{(1 * 0,25m)^2}$$

$$P_{cr} = 2005639,33 N$$

Se compara la siguiente relación:

$$P_{cr}(\text{Columna}) \geq P(\text{aplicada})$$

$$2005639,33 N \geq 3920 N$$

Por lo tanto el perfil seleccionado SI CUMPLE con el diseño.

Cálculo de la estructura soporte

El elemento que va a soportar el peso de la máquina, va tener la forma indicada en la figura 38.

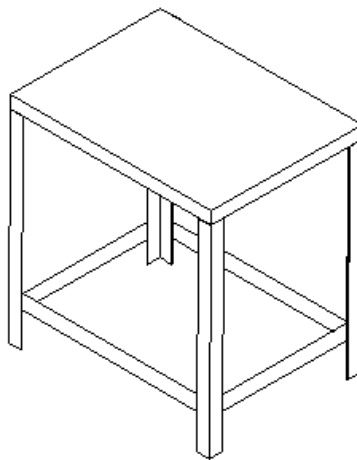


Figura N^a 37. Forma de la estructura soporte.

Fuente: Propia

Elaborado: El investigador

De los datos de los anexos de los planos se saca una sumatoria total de los pesos de cada plano y el peso que va a soportar el peso de 56,50 Kg que transformando a newtons se obtiene 553,7 N, este peso va a dividirse por cuatro, pues según el diagrama de cuerpo libre la división de la carga o peso es como se indica en la figura 39.

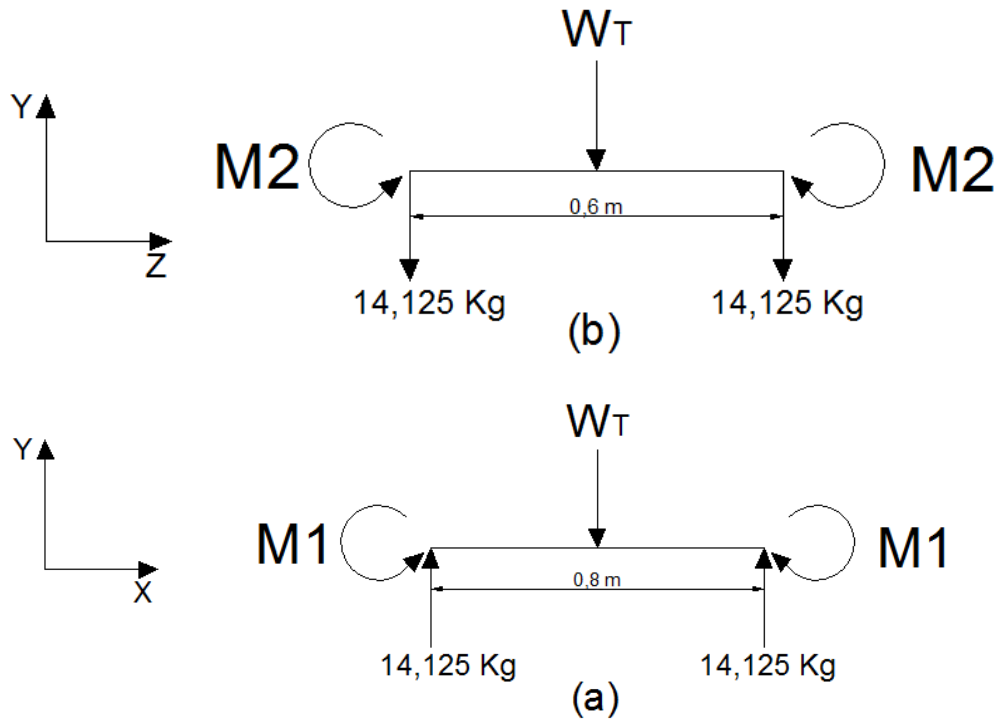


Figura N° 38. Gráfico de las reacciones.

Elaborado: EL investigador

Fuente: Propia

Los valores de cada reacción vienen a ser los 14,125 Kg en cada punto donde van colocadas los soportes de la mesa.

Análisis de las fuerzas en cada soporte

Para este caso se separa el análisis en cada plano, esto en el plano x-y y en el plano z-y. Se toma en cuenta el diagrama de cuerpo libre (a) pues en este caso el largo de la viga tiene más longitud y va a ser la mpas crítica en este caso.

Para el cálculo de las reacciones, se aplica un sumatorio de fuerzas:

$$\sum F_y = 0$$

$$W_T = 14,125 \text{ Kg} + 14,125 \text{ Kg} = 28,25 \text{ Kg}$$

El gráfico en este caso queda como se ve en la figura 40.

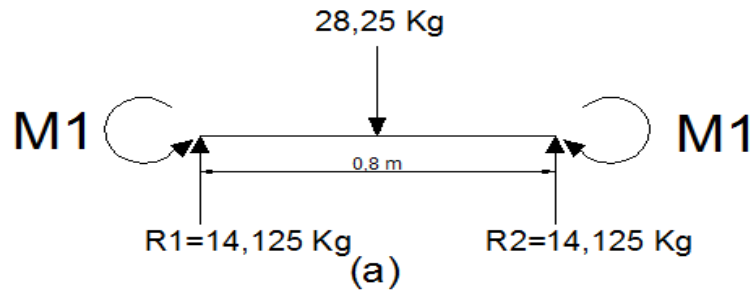


Figura N^a 39. Valores de las reacciones.

Fuente: Propia

Elaborado: El investigador

Diagramas de cortante

Para este propósito se elige el tramo EF que es el que más carga va a soportar y luego se asumirá para los otros tramos por facilidad de construcción y obtención de un solo material.

Para el cálculo de las fuerzas cortantes y su gráfico se utilizan las ecuaciones del libro de Budynas R., pág. 1000, que dice:

$$V_1 = 14,125 \text{ Kg}$$

$$V_2 = -14,125 \text{ Kg}$$

Con estos valores el gráfico de cortante se puede ver en la figura 41.

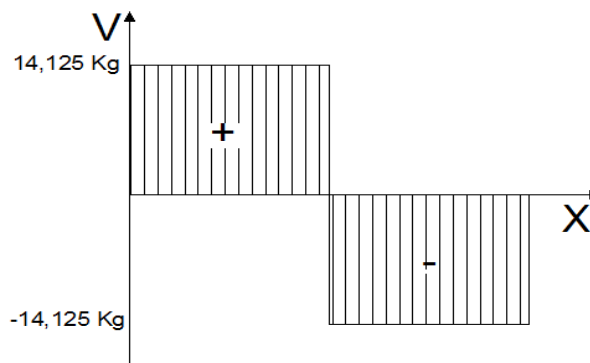


Figura N^o 40. Gráfico de cortante.

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Diagrama de momento flector

Para el cálculo del momento flector se usa las ecuaciones de Budynas R., pág. 1000 pág. 1000, y los resultados para el momento flector son:

$$M_1 = \frac{W_T \cdot a \cdot b^2}{l^2} \quad (19)$$

$$M_2 = \frac{W_T \cdot a^2 \cdot b}{l^2} \quad (20)$$

Para el caso en análisis.

$$a = b = \frac{l}{2} \quad (21)$$

Reemplazando en la ecuación (7) y (8), se tiene:

$$M_1 = M_2 = \frac{W_T \cdot l}{8} \quad (22)$$

Reemplazando los valores, se tiene:

$$M_1 = M_2 = \frac{14,125 \text{Kg} \cdot 0,8 \text{m}}{8} = 2,83 \text{ Kg-m}$$

Estos valores por la dirección de la fuerza W_T y para estar acorde a los signos de los momentos, dichos valores se consideran positivos.

Para calcular el momento en el punto de cambio de la fuerza cortante, la fórmula según Budynas R., pág. 1000, se tiene:

$$M_o = \frac{W_T \cdot b^2}{l^3} [x(3 \cdot a + b) - a \cdot l] \quad (23)$$

Igual que en las anteriores ecuaciones se puede aplicar el concepto de la ecuación (19), que reemplazando se tiene:

$$M_o = \frac{W_T * l}{8} \quad (24)$$

Reemplazando por los valores conocidos, se tiene:

$$M_o = \frac{28,25 \text{ Kg} * 0,8 \text{ m}}{8} = 27,69 \text{ Kg-m}$$

Si se quiere expresar en N-m, el valor transformado da:

$$M = 27,69 \text{ N} - \text{m}$$

Este valor por la dirección de la fuerza W_T y para estar acorde a los signos de los momentos, dicho valor se considera negativo.

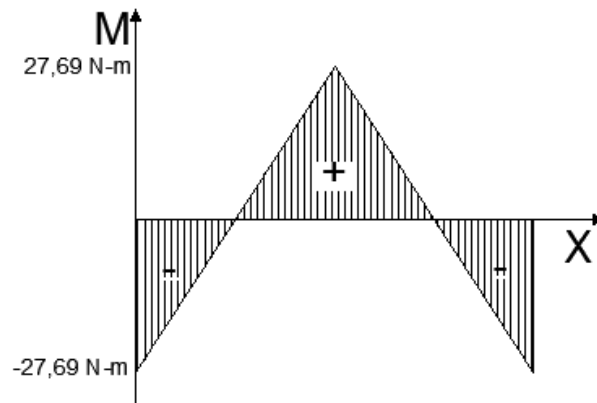


Figura N° 41. Gráfico de momento flector.

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

El gráfico se tiene en la figura 42. Según el gráfico según Budynas R., pág. 1000, pero con las consideraciones descritas anteriores.

Este momento flector se considera el máximo que se puede generar pues la longitud del elemento así lo define.

Selección del perfil para la estructura

El momento flector de 27,69 N-m se considera como el máximo que se puede generar pues la longitud de este elemento así lo determina.

Para dimensionar el perfil con el que se va a construir el soporte se va a hacer según el valor de $S(x)$, cuyo valor se deduce a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{M \cdot c}{I} \leq \frac{S_y}{n} \quad (25)$$

Donde:

M : Momento flector

c : Distancia desde el eje neutro a la cara exterior

I : Momento de inercia del cuerpo

S_y : Límite de fluencia

n : Factor de seguridad

La ecuación (13) se la puede transformar a lo siguiente:

$$\frac{M}{\frac{I}{c}} = \frac{M}{S_x} \leq \frac{S_y}{n} \quad (26)$$

Donde el valor S_x es el valor que se puede encontrar en tablas y cuyas unidades vienen en cm^3 . Con esta indicación se procede a calcular de la siguiente forma:

Despejando de la ecuación (14), se tiene:

$$S_x \geq \frac{M \cdot n}{S_y} \quad (27)$$

Para resolver esta ecuación se hacen las siguientes consideraciones:

- El material a usarse es un A36, por ser el material de mayor existencia en el mercado.
- El valor del factor de seguridad se escoge un valor de 2, pues según el autor Robert Mottt, anexo 14, se toma un valor de $n=2$, pues el trabajo que va a ser la mesa es de tipo estático.
- El valor de $S_y=36000\text{Psi}=24856,4 \text{ N/cm}^2$.

- El valor de M según la figura 42, es $M=27,69 \text{ N-m} = 2769 \text{ N-cm}$

Los valores anteriores se expresan en función de cm porque en tablas los valores de S_x vienen en cm^3 .

Reemplazando en la ecuación (15), se tiene:

$$S_x \geq \frac{2769 \text{ N-cm} * 2}{24856,4 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}} = 0,228 \text{ cm}^3$$

Con este valor se busca un valor cercano en el anexo 16, (página 988 de Budynas) el valor que más se acerca por la parte superior es de un valor de $0,247 \text{ cm}^3$ que corresponde a un perfil L 2x2x1/4. Se hace notar que para otro tipo de perfil que en este caso un perfil UPN del anexo 14, el valor más bajo de S_x es $1,10 \text{ cm}^3$, lo cual dice que es un perfil muy sobredimensionado para lo que se requiere.

Por lo que el tamaño del perfil seleccionado va a cumplir con las características requeridas para el trabajo a flexión.

Ahora es necesario ver si la estructura va a soportar el pandeo, para esto se usa la ecuación (18)

Los valores para este caso son:

E: Módulo de Elasticidad, $19200000 \text{ [N/cm}^2\text{]}$

I: Inercia $=0,348 \text{ [cm}^4\text{]}$

L: Longitud de la columna $=80 \text{ [cm]}$

K: Factor de esbeltez $=1$ (Fig. 36)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 19200000 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} * 0,348 \text{ cm}^4}{(1 * 80 \text{ cm})^2} = 10303,9 \text{ N}$$

Según la figura 39, el valor que soporta cada carga es de $14,125 \text{ Kg}$ que transformado a Newtons se obtiene un valor de $138,43 \text{ N}$. Por lo que el valor de la carga crítica P_{cr} calculada por este concepto (esbeltez) es mucho mayor que la carga P que soporta cada columna de la mesa, esto es:

$P_{cr} \gg P$

$10303,9 \gg 138,43$

De lo que se deduce que el perfil L de 2x2x1/4 soporta la carga vertical.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO

Un mecanismo es un dispositivo que transforma el movimiento producido por un elemento. Los mecanismos de transmisión son aquellos en los que el elemento motriz (o de entrada) y el elemento conducido (o de salida) tienen el mismo tipo de movimiento.

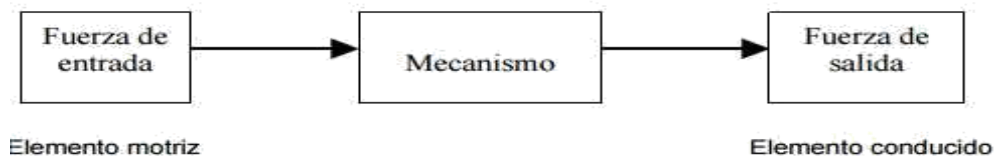


Figura N° 42. Elementos de transmisión de movimiento
Elaborado por: El Investigador

Los mecanismos de transformación son aquellos en los que el elemento motriz y el conducido tienen distinto tipo de movimiento. Estos elementos mecánicos suelen ir montados sobre los ejes de transmisión, que son piezas cilíndricas sobre las cuales se colocan los mecanismos.

Existen dos grupos de mecanismos:

1. Mecanismos de transmisión del movimiento.
2. Mecanismos de transformación del movimiento.

En estos mecanismos se puede distinguir tres tipos de movimiento.

1. Movimiento circular o rotatorio, como el que tiene una rueda.
2. Movimiento lineal, es decir, en línea recta y de forma continua.
3. Movimiento alternativo: Es un movimiento de ida y vuelta, de vaivén.

Tipos:

- a) Palanca: Mecanismo de transmisión lineal.
- b) Sistema de poleas: Mecanismo de transmisión lineal.
- c) Sistema de poleas con correa. Mecanismo de transmisión circular.
- d) Sistema de ruedas de fricción: Mecanismo de transmisión circular.
- e) Sistema de engranajes: Mecanismo de transmisión circular.

SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE LA TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO

Al existir muchos tipos de transmisiones de movimientos, para la máquina se estima viables el empleo de un sistema de leva o un mecanismo biela manivela y un sistema hidráulico, para selección de la mejor alternativa se utilizara parámetros de valoración, factores de incidencia y puntaje.

Valoración, factores de incidencia y puntaje

La calificación es sobre 10 puntos, los cuales son multiplicados por el factor de incidencia de acuerdo a la importancia de los parámetros de evaluación, cuadro que se muestra en la Tabla N° 22.

Se aplicará mayor puntaje a la alternativa de mayor facilidad de aplicación.

Tabla N° 21. Parámetros y factores de incidencias para la selección de alternativas

Parámetros de evaluación	factor de incidencia f/1
costos	0,3
Tamaño y Peso	0,1
Operación y Control	0,1
Mantenimiento	0,2
Funcionalidad	0,1
Fabricación y montaje	0,2
total	1

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Alternativas para la transmisión de movimiento.

- Alternativa 1. Sistema de Leva
- Alternativa 2 Sistema Biela – Manivela
- Alternativa 3 Sistema de Pistón Hidráulico

Tabla N° 22. Selección del tipo de transmisión de movimiento

PARAMETROS	FACTOR DE INCIDENCIA	ALTERNATIVAS					
		1		2		3	
		10	VAL	10	VAL	10	VAL
COSTO	0,3	7	2,1	7	2,1	4	1,2
OPERACIÓN Y CONTROL	0,1	5	0,5	8	0,8	5	0,5
MANTENIMIENTO	0,2	5	1	8	1,6	5	1
FUNCIONALIDAD	0,1	7	0,7	8	0,8	5	0,5
FABRICACION Y MONTAJE	0,2	7	1,4	7	1,4	4	0,8
EVALUACION			5,7		6,7		4
SELECCIÓN				X			

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Del cuadro de selección se escoge la alternativa N° 2 por que ofrece mejores ventajas respecto a las otras.

POTENCIA DEL MOTOR

El motor eléctrico es una máquina que convierte energía eléctrica recibida de la red en energía mecánica en el eje. Se puede operar cualquier tipo de carga, siempre y cuando se tenga la disponibilidad de una red pública o constante.

La potencia requerida del motor, se calcula con el torque necesario para mover las piezas y se necesita conocer los parámetros:

- Inercia de las masas en movimiento.
- Aceleración angular

Inercia de las masas en movimiento

Se utilizará las siguientes ecuaciones para establecer la inercia de los diferentes elementos que integren la máquina.

Inercia de un cilindro macizo

Los elementos giratorios de la máquina tienen forma cilíndrica maciza, se empleará la fórmula de inercia como se muestra a continuación:

$$I = \frac{m \times R^2}{2} \text{ (MOTT, Robert L, 2006, pág. 873)}$$

Dónde:

I = Inercia del cuerpo kgm²

R = Radio m

m = masa del cuerpo Kg

Inercia de un cilindro hueco

Como los rodillos enderezadores son tubos huecos la inercia para este tipo de cilindro está dada por la siguiente ecuación.

$$I = \frac{m}{8} (d_{ext}^2 + d_{int}^2) \quad (28)$$

Dónde:

I = Inercia del cuerpo [kg.m²]

d ext = diámetro externo [m]

d int = diámetro interno [m]

m = masa del cuerpo [Kg]

Volumen de un cilindro macizo

Para determinar el volumen de un cilindro macizo se emplea la siguiente ecuación.

$$V = \pi \times r^2 \times L \quad (29)$$

Dónde:

V = volumen [m³]

r² = radio del cilindro macizo [m²]

L = longitud del cilindro [m]

Volumen de un cilindro hueco

El volumen del cilindro hueco está dado por la Ecuación

$$V = \frac{\pi}{4}(d_{ext}^2 - d_{int}^2) * L \quad (30)$$

Dónde:

V =volumen [m³]

d ext=diámetro externo [m]

d int=diámetro interno [m]

L = Longitud [m]

Masa de un cuerpo

La masa de un cuerpo está definida por la Ecuación

$$m = V \times \rho \quad (31)$$

Dónde:

m=masa del cuerpo [Kg]

V =volumen [m³]

ρ =densidad del material [kg/m³]

La densidad del acero es igual a 7850 kg/m³

Velocidad angular(MOTT, Robert L, 2006, pág. 487)

La velocidad angular se calcula con la ecuación

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (32)$$

Dónde:

ω =velocidad angular [rad/s]

v=velocidad lineal [m/s]

r=radio [m]

Aceleración angular(MOTT, Robert L, 2006, pág. 489)

La aceleración angular se calcula con la siguiente ecuación:

$$\omega = \omega_o + (\alpha \times t) \quad (33)$$

Donde:

ω =velocidad angular final [rad/s]

ω_o =velocidad angular inicial [rad/s]

α =aceleración angular [rad/s²]

t=tiempo (s)

El sistema parte desde el reposo ($\omega_o = 0$), la aceleración angular quedaría de la siguiente forma:

$$\alpha = \frac{\omega}{t}$$

Los motores eléctricos soportan de 3 a 6 arranques por 5 segundos cada hora.

Con este antecedente el tiempo para estabilizar la velocidad de la máquina es 5 segundos.

DETERMINACIÓN DEL TORQUE

“El torque se calcula con la ecuación”:(MOTT, Robert L, 2006, pág. 490)

$$T = I \times \alpha$$

Dónde:

T=Torque [Nm]

I =Inercia del cuerpo [kg.m²]

α =Aceleración angular [rad/s²]

Determinación de la Potencia

La potencia se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P = T \times \omega$$

Dónde:

P=Potencia [Kw]

T=Torque [Nm]

ω =velocidad angular [rad/s]

“Las equivalencias que se esgrimen a continuación se emplean en la transformación de unidades” (Shigley, Edward, 2001, pág. 998)

1 rpm = 0,105(rad/s)

1 Kw = 1000(Nm/s)

1 HP = 0.745 Kw

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD ANGULAR

La velocidad media de corte que se calculó en la potencia necesaria para la fuerza de corte es de 5 m/min que equivale a 0,0833 m/s.

Utilizando las ecuaciones de volumen, masa e inercia y con ayuda de una hoja electrónica de cálculo se obtienen los siguientes resultados.

Tabla N° 23. Inercias de los rodillos del sistema.

ELEMENTO	DENSIDAD Kg/m ³	VOLUMEN m ³	MASA Kg	INERCIA Kg-m ²
EJE DEL MOTOR	7850	0,00012	0,96334	0,0000753
EJE PRINCIPAL 1	7850	0,00032	2,52534	0,0003232
EJE PRINCIPAL 2	7850	0,00008	0,63133	0,0000808
EXCENTRICA 1	7850	0,00017	1,33172	0,0023971
BIELA	7850	0,00010	0,75360	0,0000848
BRAZO DE CORTE	7850	0,00016	1,22656	0,0007666

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR

Empleando las ecuaciones de velocidad y aceleración angular se calcula la potencia requerida para el sistema de la máquina.

Tabla N° 24. Cálculo de potencia

ELEMENTO	VELOCIDAD ANGULAR ω (rad/s)	ACELERACION ANGULAR α (rad/s ²)	TORQUE (Nm)	POTENCIA (W)
EJE DEL MOTOR	6,664	1,332800	0,0001	0,0007
EJE PRINCIPAL 1	5,206	1,041250	0,0003	0,0018
EJE PRINCIPAL 2	5,206	1,041250	0,0001	0,0004
EXCENTRICA 1	1,388	0,277667	0,0007	0,0009
BIELA	5,553	1,110667	0,0001	0,0005
BRAZO DE CORTE	3,332	0,666400	0,0005	0,0017
POTENCIA TOTAL 1:				0,0060
POTENCIA DE CORTE :				250,88
POTENCIA TOTAL :				250,89

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Al sumar los valores de cada sistema, se obtiene la potencia necesaria para accionar todos los elementos móviles de la máquina.

Del Anexo 10 se obtiene el valor de corrección de potencia que para el tipo de máquina que realiza es de 1,5; Carga de choque fuerte.

$$P = 596 \text{ Watts} \times 1,5$$

Se transforma las unidades:

$$1 \text{ HP} = 745 \text{ W}$$

Por lo tanto:

$$P = 894 \text{ W} \left(\frac{1 \text{ HP}}{745 \text{ W}} \right)$$

$$P = 1,20 \text{ HP}$$

Del Anexo 12 se elige un motor eléctrico con rotor de jaula de ardilla, de potencia 1,5 HP ,1680 rpm, 60 Hz.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO

Técnico.- La ejecución del diseño de la máquina ranuradora de chaveteros contribuye a la tecnología moderna que la empresa pretende alcanzar para el

mejoramiento de su productividad, ya que actualmente posee un sistema operativo manual el mismo que genera retozos dentro de la productividad:

Con los avances tecnológicos existente en el mercado, se obtiene innovadores métodos de fabricación a través del diseño de máquinas de ranurado de chaveteros, capaz de mejorar el tiempo de ciclo de trabajo, permite conseguir los siguientes alcances

- Conseguir que el sistema de trabajo de la máquina sea eficiente, con ello controlar la pérdida de material al momento de la fabricación de chavetero
- Garantizar que el tiempo de ciclo de fabricación de la pieza sean favorables para el desarrollo de la productividad de la empresa
- Alcanzar el tiempo necesario para la fabricación de la pieza, en un rango que permita incrementar la producción de la máquina implementada.
- Disminución de tiempo de fabricación y pérdida de material (piezas no ranuradas).
- Mejorar la calidad de ranurado de chavetero y disminución de las piezas defectuosas.

Económico.- El estudio económico-financiero fijara la inversión y el impacto directo en la productividad dentro de la empresa, por el diseño mejorado de una máquina ranuradora de chaveteros, el mismo que permite establecer un análisis de costo-beneficio permitiendo proyectar la recuperación futura de la inversión a largo plazo

Análisis Financiero

La Evaluación Financiera dentro de un proyecto procura demostrar que las inversiones que se va generar sean rentables y no generan algún tipo de riesgo para la empresa.

- El costo total del diseño de una máquina ranuradora de chavetero es de \$ 3,000.00 dólares detallados en la tabla N° 26 con préstamo de dos años detallado en la siguiente tabla de amortización.

Tabla N° 25. Detalle de costo

COSTO TOTAL	
COSTO DE MATERIALES	480
COSTO DE MANO DE OBRA	550
COSTO DE SISTEMA ELECTRICO	1640
COSTOS INPREVISTOS	100
COSTOS DE DISEÑO	230
COSTO TOTAL	3000

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Tabla N° 26. Amortización

TABLA DE AMORTIZACION						
DATOS	VALOR					
Valor de la Deuda	\$ 3.000,00					
Tasa	12%					
Periodos	24					
Cuota	\$ 385,39					
	n	Saldo Inicial	Cuotas	Intereses	Capital	Saldo Final
	1	\$ 3.000,00	\$ 385,39	\$ 360,00	\$ 25,39	\$ 2.974,61
	2	\$ 2.974,61	\$ 385,39	\$ 356,95	\$ 28,44	\$ 2.946,17
	3	\$ 2.946,17	\$ 385,39	\$ 353,54	\$ 31,85	\$ 2.914,32
	4	\$ 2.914,32	\$ 385,39	\$ 349,72	\$ 35,67	\$ 2.878,65
	5	\$ 2.878,65	\$ 385,39	\$ 345,44	\$ 39,95	\$ 2.838,70
	6	\$ 2.838,70	\$ 385,39	\$ 340,64	\$ 44,75	\$ 2.793,95
	7	\$ 2.793,95	\$ 385,39	\$ 335,27	\$ 50,12	\$ 2.743,84
	8	\$ 2.743,84	\$ 385,39	\$ 329,26	\$ 56,13	\$ 2.687,71
	9	\$ 2.687,71	\$ 385,39	\$ 322,52	\$ 62,87	\$ 2.624,84
	10	\$ 2.624,84	\$ 385,39	\$ 314,98	\$ 70,41	\$ 2.554,43
	11	\$ 2.554,43	\$ 385,39	\$ 306,53	\$ 78,86	\$ 2.475,57
	12	\$ 2.475,57	\$ 385,39	\$ 297,07	\$ 88,32	\$ 2.387,25
	13	\$ 2.387,25	\$ 385,39	\$ 286,47	\$ 98,92	\$ 2.288,33
	14	\$ 2.288,33	\$ 385,39	\$ 274,60	\$ 110,79	\$ 2.177,54
	15	\$ 2.177,54	\$ 385,39	\$ 261,30	\$ 124,09	\$ 2.053,46
	16	\$ 2.053,46	\$ 385,39	\$ 246,41	\$ 138,98	\$ 1.914,48
	17	\$ 1.914,48	\$ 385,39	\$ 229,74	\$ 155,65	\$ 1.758,83
	18	\$ 1.758,83	\$ 385,39	\$ 211,06	\$ 174,33	\$ 1.584,50
	19	\$ 1.584,50	\$ 385,39	\$ 190,14	\$ 195,25	\$ 1.389,25
	20	\$ 1.389,25	\$ 385,39	\$ 166,71	\$ 218,68	\$ 1.170,57
	21	\$ 1.170,57	\$ 385,39	\$ 140,47	\$ 244,92	\$ 925,64
	22	\$ 925,64	\$ 385,39	\$ 111,08	\$ 274,31	\$ 651,33
	23	\$ 651,33	\$ 385,39	\$ 78,16	\$ 307,23	\$ 344,10
	24	\$ 344,10	\$ 385,39	\$ 41,29	\$ 344,10	\$ 0,00

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Análisis de factibilidad de proyecto

Después de realizar el análisis con el VAN el valor es superior a cero y en la variable TIR tenemos una tasa de interés superior a la tasa de interés del préstamo. Lo que determina que la inversión es factible.

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA INVERSIÓN A REALIZARSE

Inversión Inicial = 3000,00

Flujo de Ingresos	
AÑO	VALOR
1	12000,00
2	14000,00
3	15000,00

Flujo de Egresos	
AÑO	VALOR
1	11653,92
2	11800,33
3	12150,50

Flujo de Efectivo Neto	
AÑO	VALOR
1	346,08
2	2199,67
3	2849,50

-3000
346,08
2200
2850

Formulación de Datos

f1=	346,08
f2=	2199,67
f3=	2849,5
n=	3
i=	0,1
lo=	3000

$$VAN = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n}$$

4273,40

VAN **\$ 1.273,40**

Valor	Significado	Decisión a tomar
VAN > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto puede aceptarse
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto debería rechazarse
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

TIR **27%**

TIR > i => realizar el proyecto

TIR < i => no realizar el proyecto

TIR = i => el inversionista es indiferente entre realizar el proyecto o no

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

EL PROYECTO ES CONVENIENTE, en la variables VAN el valor es superior a cero y en la variable TIR tenemos una tasa de interes superior a la tasa de interes del prestamo.

Figura N° 43. Análisis de la inversión.

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Conclusiones

- Luego de haber realizado los estudios y cálculos respectivos dentro del proceso de ranuración de la máquina, se establece que el diseño propuestos es factible aplicar en la empresa metalmecánica “Flores”
- Con la construcción de la máquina ranurado de chaveteros permite obtener mejores ingresos y aumento de la producción y evitando que el canal de la ranura salgan fuera de las especificaciones.
- Con la ranuradora de chaveteros se va a lograr la confianza de los clientes ya que los tiempos serán disminuidos drásticamente, y con ello permite obtener créditos económicos que van a ir en beneficio de la empresa.

Recomendaciones

- Se recomienda que la máquina debe ser operada por personal capacitado para evitar cualquier tipo de inconveniente con el fin de cumplir y garantizar el trabajo.
- Para ejecutar la operación de la máquina ranuradora se debe seguir los parámetros establecidos dentro de las tablas especificaciones del fabricante.
- Realizar el mantenimiento mensual de la máquina ranuradora de acuerdo a un tiempo determinado de funcionamiento para evitar tanto perdida de material como gastos económicos, de tal forma que se eviten paros no programados dentro del proceso productivo.

**A
N
E
X
O
S**

Anexo N° 1. Base de datos para el proceso de ranurado de piñones

OBSERVACION	DIA	SESION	TIEMPO DE CALIBRACION	TIEMPO DE RANURADO	TIEMPO DE DESMONTAJE	CONTROL DE CALIDAD	CUMPLIMIENTO DE NORMAS	CHAVETERO PARA PIÑONES 8x4		AVANCE DE RANURADO DE LA PROFUNDIDAD EN PIÑONES (mm)	TIEMP/TOTAL minutos
								8mm ANCHO	4 mm LARGO		
1	1	1	5,48	8,35	1,07	1	1	8,11	4,12	81,05	14,9
2	1	1	5,35	8,33	1,04	1	1	7,98	3,98	81,15	14,72
3	1	1	5,31	8,28	1,02	1	1	7,97	3,96	80,09	14,61
4	1	1	5,27	8,27	1,03	1	1	7,96	3,95	81,05	14,57
5	1	1	5,25	8,25	1,01	2	2	8,68	4,66	81,09	14,51
6	1	2	5,25	8,26	1,02	1	1	7,96	3,96	81,03	14,53
7	1	2	5,24	8,27	1,02	1	1	7,97	3,98	81,04	14,53
8	1	2	5,22	8,28	1,01	1	1	7,95	3,96	80,08	14,51
9	1	2	5,23	8,25	1,03	2	2	7,05	3,08	82,01	14,51
10	1	2	5,24	8,26	1,01	1	1	7,99	3,98	81,07	14,51
11	2	1	5,27	8,26	1,01	1	1	7,97	3,96	80,09	14,54
12	2	1	5,25	8,24	1,03	1	1	7,96	3,95	81,01	14,52
13	2	1	5,23	8,25	1,01	1	1	7,96	3,97	81,03	14,49
14	2	1	5,22	8,27	1,02	1	1	7,95	3,96	81,04	14,51
15	2	1	5,24	8,26	1,02	2	2	6,98	2,99	80,01	14,52
16	2	2	5,21	8,25	1,02	1	1	7,97	3,96	80,08	14,48
17	2	2	5,22	8,23	1,01	1	1	7,97	3,98	81,01	14,46
18	2	2	5,21	8,24	1,01	1	1	7,96	3,95	81,03	14,46
19	2	2	5,21	8,22	1,03	1	1	7,99	3,99	81,02	14,46
20	2	2	5,22	8,24	1,01	1	1	7,95	3,96	80,04	14,47
21	3	1	5,24	8,27	1,01	1	1	7,96	3,98	81,02	14,52
22	3	1	5,23	8,26	1,02	1	1	7,95	3,95	80,08	14,51
23	3	1	5,22	8,24	1,03	1	1	7,98	3,98	81,01	14,49
24	3	1	5,21	8,23	1,01	2	2	8,87	4,88	80,05	14,45
25	3	1	5,22	8,27	1,02	1	1	7,97	3,97	81,03	14,51
26	3	2	5,21	8,26	1,01	1	1	7,98	3,97	81,07	14,48
27	3	2	5,21	8,28	1,02	1	1	7,96	3,96	81,02	14,51
28	3	2	5,22	8,25	1,01	1	1	7,97	3,97	80,09	14,48
29	3	2	5,21	8,24	1,03	1	1	7,95	3,96	81,02	14,48
30	3	2	5,26	8,23	1,01	2	2	7,01	2,99	80,01	14,5

Fuente: Metalmecánica

Elaborado por: El investigador

Anexo N° 2. Base de datos para el proceso de ranurado de poleas

OBSERVACION	DIA	SESION	TIEMPO DE CALIBRACION	TIEMPO DE RANURADO	TIEMPO DE DESMONTAJE	CONTROL DE CALIDAD	CUMPLIMIENTO DE NORMAS	CHAVETERO PARA POLEAS 8x6		AVANCE DE RANURADO DE LA PROFUNDIDAD EN POLEAS (mm)	TIEMPO TOTAL minutos
								8 mm ANCHO	6mm LARGO		
1	1	1	5,39	7,01	1,04	1	1	7,98	5,97	70,06	13,44
2	1	1	5,35	6,58	1,02	1	1	7,97	5,96	71,01	12,95
3	1	1	5,31	6,56	1,01	1	1	7,96	5,95	71,03	12,88
4	1	1	5,29	6,55	1,01	1	1	7,97	5,98	71,08	12,85
5	1	1	5,28	6,57	1,03	1	1	7,98	5,97	70,09	12,88
6	1	2	5,33	6,55	1,01	2	2	8,31	6,29	69,08	12,89
7	1	2	5,28	6,54	1,03	1	1	7,95	5,96	70,03	12,85
8	1	2	5,29	6,56	1,04	1	1	7,96	5,97	71,02	12,89
9	1	2	5,32	6,53	1,02	1	1	7,96	5,95	70,09	12,87
10	1	2	5,28	6,53	1,01	2	2	7,13	5,12	70,04	12,82
11	2	1	5,32	6,59	1,02	1	1	7,99	5,98	71,08	12,93
12	2	1	5,31	6,55	1,02	1	1	7,98	5,97	71,07	12,88
13	2	1	5,33	6,53	1,03	1	1	7,97	5,96	71,06	12,89
14	2	1	5,31	6,54	1,04	1	1	7,96	5,97	70,09	12,89
15	2	1	5,29	6,55	1,01	1	1	7,95	5,96	71,01	12,85
16	2	2	5,31	6,56	1,02	1	1	7,97	5,98	71,04	12,89
17	2	2	5,29	6,57	1,01	1	1	7,98	5,98	70,09	12,87
18	2	2	5,28	6,55	1,03	1	1	7,99	5,98	70,08	12,86
19	2	2	5,28	6,54	1,02	1	1	7,96	5,97	70,09	12,84
20	2	2	5,27	6,58	1,02	1	1	7,96	5,97	71,01	12,87
21	3	1	5,28	6,55	1,04	2	2	8,24	6,23	71,07	12,87
22	3	1	5,26	6,54	1,02	1	1	7,97	5,97	71,05	12,82
23	3	1	5,25	6,53	1,03	1	1	7,96	5,97	71,02	12,81
24	3	1	5,24	6,53	1,01	1	1	7,98	5,99	70,09	12,78
25	3	1	5,24	6,55	1,02	1	1	7,97	5,98	71,03	12,81
26	3	2	5,26	6,53	1,01	2	2	7,01	5,02	79,08	12,8
27	3	2	5,25	6,54	1,03	1	1	7,96	5,96	71,06	12,82
28	3	2	5,24	6,56	1,02	1	1	7,98	5,98	71,05	12,82
29	3	2	5,24	6,55	1,01	1	1	7,95	5,96	71,01	12,8
30	3	2	5,27	6,58	1,01	2	2	6,99	4,99	79,08	12,86

DIA	SESION	CALIDAD	TIEMPO	NORMAS
1.- LUNES	1.- MAÑANA	1.- SI	MINUT/SEGUNDOS	1.-SI
2.- MARTES	2.-TARDE	2.- NO		2.- NO
3.- MIERCOLES				

Fuente: Metalmecánica Flores

Elaborado por: El investigador

Anexo N° 3. Propiedades mecánicas y físicas del acero ASTM A36

ASTM A36 Steel, bar				
Categories:	Metal / Ferrous Metal / ASTM Steel / Carbon Steel / Low Carbon Steel			
Material Notes:	Steel for general structural purposes including bridges and buildings.			
Key Words:	UNS K02600			
Vendors:	No vendors are listed for this material. Please click here if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.			
Printer friendly version Download as PDF Download to Excel (requires Excel and Windows) Export data to your CAD/FEA program				
Add to Folder: <input type="checkbox"/> My Folder 0/0				
Physical Properties		Metric	English	Comments
Density		7.85 g/cc	0.284 lb/in ³	
Mechanical Properties		Metric	English	Comments
Tensile Strength, Ultimate		400 - 550 MPa	58000 - 79800 psi	
Tensile Strength, Yield		250 MPa	36300 psi	
Elongation at Break		20 %	20 %	in 200 mm
		23 %	23 %	In 50 mm
Modulus of Elasticity		200 GPa	29000 ksi	
Compressive Yield Strength		152 MPa	22000 psi	Allowable compressive strength
Bulk Modulus		160 GPa	23200 ksi	Typical for steel
Poissons Ratio		0.26	0.26	
Shear Modulus		79.3 GPa	11500 ksi	
Component Elements Properties		Metric	English	Comments
Carbon, C		0.29 %	0.29 %	
Copper, Cu		>= 0.20 %	>= 0.20 %	only if copper steel is specified
Iron, Fe		98 %	98 %	
Manganese, Mn		0.80 - 1.2 %	0.80 - 1.2 %	
Phosphorous, P		0.040 %	0.040 %	
Silicon, Si		0.15 - 0.40 %	0.15 - 0.40 %	
Sulfur, S		0.050 %	0.050 %	

[References](#) for this datasheet.

Fuente tomado de: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=c8c56ad547ae4cfabad15977bfb537f1>

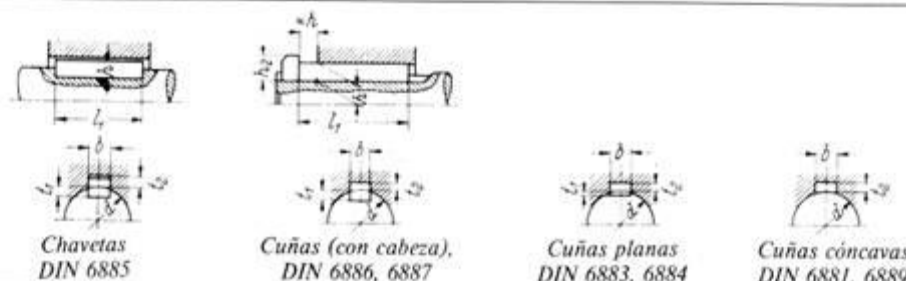
Anexo N° 4. Propiedades mecánicas y físicas del aluminio

Corundum, Aluminum Oxide, Alumina, 99.9%, Al ₂ O ₃			
Categorías: Ceramic ; Oxide ; Aluminum Oxide			
Material Notes: Alpha aluminum oxide ('corundum' is the mineral name) is the stable form of pure aluminum oxide. Property values below are taken from literature and manufacturer sources. Variations are possible among various commercial grades.			
Key Words: Alpha alumina, Al ₂ O ₃ , aluminum oxide, corundum, aluminium oxide			
Vendors: Click here to view all available suppliers for this material. Please click here if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.			
Printer friendly version Download as PDF Download to Excel (requires Excel and Windows) Export data to your CAD/FEA program			
Add to Folder: <input type="checkbox"/> My Folder 0/0			
Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	3.96 g/cc	0.143 lb/in ³	
Water Absorption	0.00 %	0.00 %	
a Lattice Constant	4.7591 Å	4.7591 Å	
c Lattice Constant	12.9894 Å	12.9894 Å	
Formula Units/Cell (Z)	6	6	
Molecular Weight	101.961 g/mol	101.961 g/mol	
Weibull Modulus	>= 10	>= 10	
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Knoop	1700 - 2200	1700 - 2200	
Hardness, Vickers	1365	1365	
Vickers Microhardness	2085	2085	
Hardness, Mohs	9.0	9.0	
Abrasive Hardness	1000	1000	
Drilling Hardness	188808	188808	
Tensile Strength, Ultimate	300 MPa	43500 psi	
Modulus of Elasticity	370 GPa	53700 ksi	
Flexural Strength	400 MPa	58000 psi	
Compressive Strength	3000 MPa	435000 psi	
filnep_sp (1).pdf Mostrar todas las descargas...			

Fuente: Tomado de: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=c8c56ad547ae4cfabad15977bfb537f>

Anexo N° 5. Tabla de dimensiones de chavetas normalizadas

Tabla 18/5 Dimensiones de chavetas, cuñas y chaveteros según DIN en mm, momento torsor admisible.



Árbol <i>d</i>	Cuñas				Chavetas	Altura de la cabeza	Cuñas planas			Aplana- miento del árbol			Cuñas cóncavas		
	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>t</i> ₁	<i>t</i> ₂	<i>t</i> ₂	<i>h</i> ₂	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>t</i> ₁	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>t</i> ₂	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>t</i> ₂
10...12	4	4	2,5	1,2	1,8	7									
12...17	5	5	3,0	1,7	2,3	8									
17...22	6	6	3,5	2,1	2,8	10									
22...30	8	7	4,0	2,4	3,3	11	8	5	1,3	8	3,5	3,2			
30...38	10	8	5,0	2,4	3,3	12	10	6	1,8	10	4	3,7			
38...44	12	8	5,0	2,4	3,3	12	12	6	1,8	12	4	3,7			
44...50	14	9	5,5	2,9	3,8	14	14	6	1,4	14	4,5	4,0			
50...58	16	10	6,0	3,4	4,3	16	16	7	1,9	16	5	4,5			
58...65	18	11	7,0	3,4	4,4	18	18	7	1,9	18	5	4,5			
65...75	20	12	7,5	3,9	4,9	20	20	8	1,9	20	6	5,5			
75...85	22	14	9,0	4,4	5,4	22	22	9	1,8	22	7	6,5			
85...95	25	14	9,0	4,4	5,4	22	25	9	1,9	25	7	6,4			
95...110	28	16	10,0	5,4	6,4	25	28	10	2,4	28	7,5	6,9			
110...130	32	18	11,0	6,4	7,4	28	32	11	2,3	32	8,5	7,9			
130...150	36	20	12,0	7,1	8,4	32	36	12	2,8	36	9	8,4			
150...170	40	22	13,0	8,1	9,4	36	40	14	4,0			9,1			
170...200	45	25	15,0	9,1	10,4	40	45	16	4,7			10,4			

Fuente: http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.mecapedia.uji.es/images/chaveta.1.jpg&imgrefurl=http://www.mecapedia.uji.es/chaveta.htm&h=497&w=552&tbnid=ysPQoejOQNqzM:&docid=fab0PTVlp_kaBM&hl=es-419&ei=L2CtVZmoF

MSs-

AHiz5uYAw&tbnid=isch&ved=0CBoQMygAMABqFQoTCNn7qIfM6sYCFUQ

W

Pgod4ucGMw

Anexo N° 6. Propiedades mecánicas y físicas de la FUNDICIÓN (ASTM A 536)

Ductile Iron grade 60-40-18, low temperature service

Categories: [Metal](#), [Ferrous Metal](#), [Cast Iron](#), [Alloy Cast Iron](#), [Ductile Iron](#)

Material Notes: Carbon represents the total carbon in the listed composition. Cerium is an optional constituent in ductile iron. Most ductile irons are specified based on mechanical properties and have loosely defined compositions. For example, 60-40-18 ductile iron is specified to have a minimum tensile strength of 60 ksi (414 MPa), a yield strength of 40 ksi (276 MPa) and an elongation of 18%. Ferritic, may be annealed. Applications include shock resistant parts, low temperature service, machine components subject to shock and fatigue loads.

Key Words: UNS F32800, ASTM A536-72, MIL-I-11466B(MR), ferritic, shock resistant parts

Vendors: [Click here to view all available suppliers for this material.](#)
New suppliers have been added for this product during the past 60 days.
 Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

[Printer friendly version](#)
[Download as PDF](#)
[Download to Excel \(requires Excel and Windows\)](#)
[Export data to your CAD/FEA program](#)
Add to Folder: My Folder 0/0

Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Tensile Strength, Ultimate	>= 414 MPa	>= 60000 psi	
Tensile Strength, Yield	>= 276 MPa	>= 40000 psi	
Elongation at Break	18 %	18 %	In 50 mm.

Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Carbon, C	3.6 - 3.8 %	3.6 - 3.8 %	
Cerium, Ce	0.0050 - 0.20 %	0.0050 - 0.20 %	
Chromium, Cr	0.030 - 0.070 %	0.030 - 0.070 %	
Copper, Cu	0.15 - 1.0 %	0.15 - 1.0 %	
Iron, Fe	90.738 - 94.175 %	90.738 - 94.175 %	
Magnesium, Mg	0.030 - 0.060 %	0.030 - 0.060 %	
Manganese, Mn	0.15 - 1.0 %	0.15 - 1.0 %	
Molybdenum, Mo	0.010 - 0.10 %	0.010 - 0.10 %	
Nickel, Ni	0.050 - 0.20 %	0.050 - 0.20 %	
Phosphorus, P	<= 0.030 %	<= 0.030 %	
Silicon, Si	1.8 - 2.8 %	1.8 - 2.8 %	
Sulfur, S	<= 0.0020 %	<= 0.0020 %	

Fuente: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=e5c3b01ef07b4c>

03b1508e0527c79b36&ckck=1

Anexo N° 7. Propiedades mecánicas y físicas del acero AISI 4340

AISI 4340 Steel, annealed, 25 mm round			
Categories: Metal ; Ferrous Metal ; Alloy Steel ; AISI 4000 Series Steel ; Low Alloy Steel ; Carbon Steel ; Medium Carbon Steel			
Material Notes: Annealed: heated to 810°C, furnace cooled 11°C/hr to 355°C, air cooled AISI 4340 has a favorable response to heat treatment (usually oil quenching followed by tempering) and exhibits a good combination of ductility and strength when treated thusly. Uses include piston pins, bearings, ordnance, gears, dies, and pressure vessels.			
Key Words: alloy steels, UNS G43400, AMS 5331, AMS 6359, AMS 6414, AMS 6415, ASTM A322, ASTM A331, ASTM A505, ASTM A519, ASTM A547, ASTM A646, MIL SPEC MIL-S-16974, B.S. 817 M 40 (UK), SAE J404, SAE J412, SAE J770, DIN 1.6565, JIS SNCM 8, IS 1570 40Ni2Cr1Mo28, IS 1570 40NiCr1Mo15			
Vendors: No vendors are listed for this material. Please click here if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.			
Printer friendly version Download as PDF Download to Excel (requires Excel and Windows) Export data to your CAD/FEA program			
Add to Folder: <input type="checkbox"/> My Folder ▼ 0/0			
Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.85 g/cc	0.284 lb/in ³	
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Brinell	217	217	
Hardness, Knoop	240	240	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Rockwell B	95	95	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Rockwell C	17	17	Converted from Brinell hardness. Value below normal HRC range, for comparison purposes only.
Hardness, Vickers	228	228	Converted from Brinell hardness.
Tensile Strength, Ultimate	745 MPa	108000 psi	
Tensile Strength, Yield	470 MPa	68200 psi	
Elongation at Break	22 %	22 %	
Reduction of Area	50 %	50 %	
Modulus of Elasticity	192 GPa	27800 ksi	
Bulk Modulus	152 GPa	22000 ksi	Estimated from elastic modulus
Poissons Ratio	0.29	0.29	Typical for steel
Machinability	50.0 %	50.0 %	annealed and cold drawn. Based on 100% machinability for AISI 1212 steel.
Shear Modulus	74.0 GPa	10700 ksi	Estimated from elastic modulus
Electrical Properties	Metric	English	Comments
Electrical Resistivity	0.0000248 ohm-cm	0.0000248 ohm-in	

Fuente: Tomado de: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=c8c56ad547ae4cfabad15977bfb537f1>

Anexo N° 8. Tabla de Esfuerzos específicos de corte para el ranurado

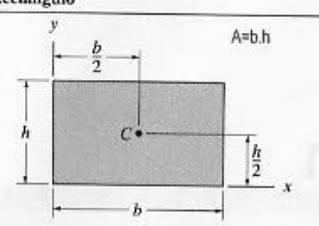
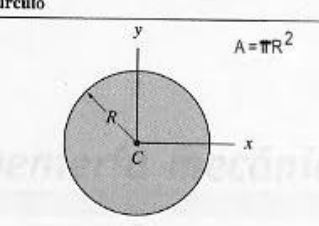
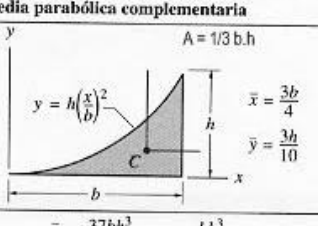
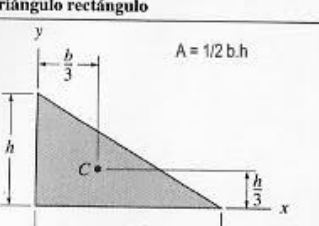
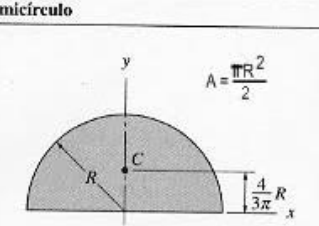
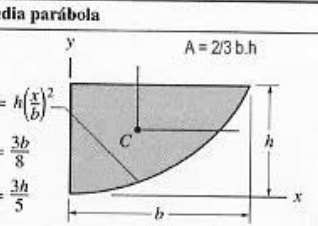
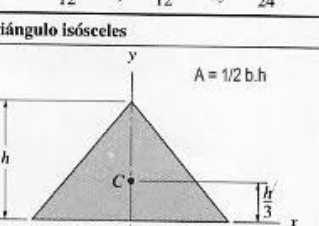
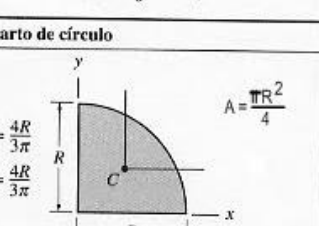
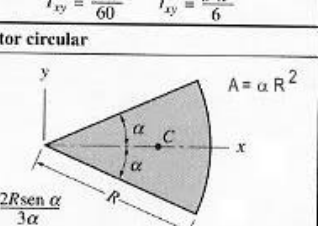
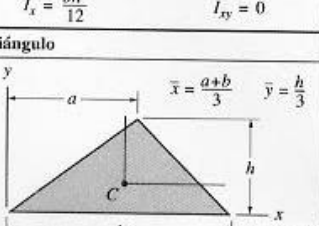
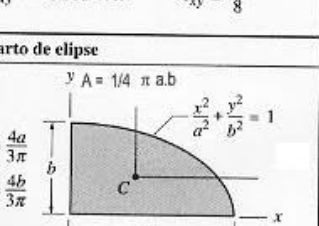
La resistencia específica de corte k_s , que dependerá del material que se trabaja, se obtiene de la experiencia, volcándose los valores en tablas como la que se muestra a continuación:

Resistencia específica en el brochado

Material a trabajar	k_s kg/mm ²	Material a trabajar	k_s kg/mm ²
Acero 90-115	500	Fundición	160
kg/mm ²	400	dura.....	125
Acero 70-90	315	Fundición	125
kg/mm ²	250	semidura.....	100
Acero 50-70	200	Bronce	80
kg/mm ²		duro.....	63
Acero 50		Fundición dulce –	
kg/mm ²		Bronce.....	
Acero extra dulce		Latón –	
.....		Cobre.....	
		Aluminio	
		duro.....	

Fuente: <http://www.biblioises.com.ar/Contenido/600/621/maquinas-herramientas%202.pdf>

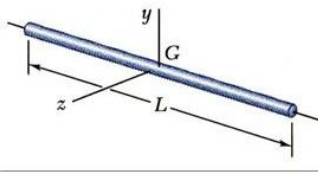
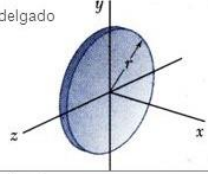
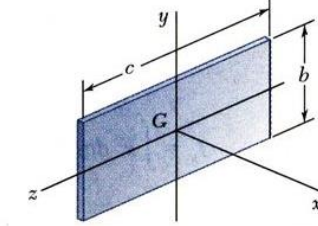
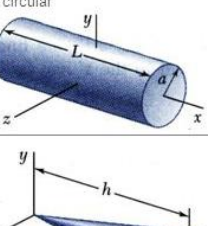
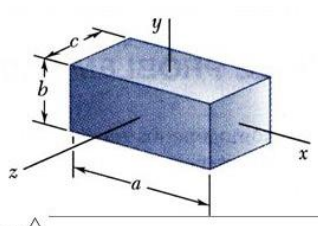
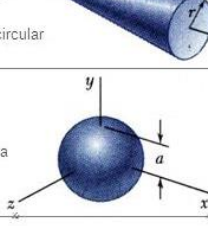

Anexo N° 9. Propiedades de Inercia de planos rectangulares

Área momento de inercia		
<p>Rectángulo</p>  <p style="text-align: right;">$A = b \cdot h$</p>	<p>Círculo</p>  <p style="text-align: right;">$A = \pi R^2$</p>	<p>Media parabólica complementaria</p>  <p style="text-align: right;">$A = 1/3 b \cdot h$</p> <p style="text-align: right;">$\bar{x} = \frac{3b}{4}$ $\bar{y} = \frac{3h}{10}$</p>
$\bar{I}_x = \frac{bh^3}{12} \quad \bar{I}_y = \frac{b^3h}{12} \quad \bar{I}_{xy} = 0$ $I_x = \frac{bh^3}{3} \quad I_y = \frac{b^3h}{3} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{4}$	$I_x = I_y = \frac{\pi R^4}{4} \quad I_{xy} = 0$	$\bar{I}_x = \frac{37bh^3}{2100} \quad I_x = \frac{bh^3}{21}$ $\bar{I}_y = \frac{b^3h}{80} \quad I_y = \frac{b^3h}{5}$ $\bar{I}_{xy} = \frac{b^2h^2}{120} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{12}$
<p>Triángulo rectángulo</p>  <p style="text-align: right;">$A = 1/2 b \cdot h$</p>	<p>Semicírculo</p>  <p style="text-align: right;">$A = \frac{\pi R^2}{2}$</p> <p style="text-align: right;">$\bar{x} = \frac{4R}{3\pi}$</p>	<p>Media parábola</p>  <p style="text-align: right;">$A = 2/3 b \cdot h$</p> <p style="text-align: right;">$\bar{x} = \frac{3b}{8}$ $\bar{y} = \frac{3h}{5}$</p>
$\bar{I}_x = \frac{bh^3}{36} \quad \bar{I}_y = \frac{b^3h}{36} \quad \bar{I}_{xy} = -\frac{b^2h^2}{72}$ $I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{b^3h}{12} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{24}$	$\bar{I}_x = 0.1098R^4 \quad \bar{I}_{xy} = 0$ $I_x = I_y = \frac{\pi R^4}{8} \quad I_{xy} = 0$	$\bar{I}_x = \frac{8bh^3}{175} \quad I_x = \frac{2bh^3}{7}$ $\bar{I}_y = \frac{19b^3h}{480} \quad I_y = \frac{2b^3h}{15}$ $\bar{I}_{xy} = \frac{b^2h^2}{60} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{6}$
<p>Triángulo isósceles</p>  <p style="text-align: right;">$A = 1/2 b \cdot h$</p>	<p>Cuarto de círculo</p>  <p style="text-align: right;">$A = \frac{\pi R^2}{4}$</p> <p style="text-align: right;">$\bar{x} = \frac{4R}{3\pi}$ $\bar{y} = \frac{4R}{3\pi}$</p>	<p>Sector circular</p>  <p style="text-align: right;">$A = \alpha R^2$</p> <p style="text-align: right;">$\bar{x} = \frac{2R \text{sen } \alpha}{3\alpha}$</p>
$\bar{I}_x = \frac{bh^3}{36} \quad \bar{I}_y = \frac{b^3h}{48} \quad \bar{I}_{xy} = 0$ $I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_{xy} = 0$	$\bar{I}_x = \bar{I}_y = 0.05488R^4 \quad I_x = I_y = \frac{\pi R^4}{16}$ $\bar{I}_{xy} = -0.01647R^4 \quad I_{xy} = \frac{R^4}{8}$	$I_x = \frac{R^4}{8} (2\alpha - \text{sen } 2\alpha)$ $I_y = \frac{R^4}{8} (2\alpha + \text{sen } 2\alpha)$ $I_{xy} = 0$
<p>Triángulo</p>  <p style="text-align: right;">$\bar{x} = \frac{a+b}{3} \quad \bar{y} = \frac{h}{3}$</p> <p style="text-align: right;">$A = 1/2 b \cdot h$</p>	<p>Cuarto de elipse</p>  <p style="text-align: right;">$A = 1/4 \pi a b$</p> <p style="text-align: right;">$\bar{x} = \frac{4a}{3\pi}$ $\bar{y} = \frac{4b}{3\pi}$</p>	
$\bar{I}_x = \frac{bh^3}{36} \quad I_x = \frac{bh^3}{12}$ $\bar{I}_y = \frac{bh}{36} (a^2 - ab + b^2) \quad I_y = \frac{bh}{12} (a^2 + ab + b^2)$ $\bar{I}_{xy} = \frac{bh^2}{72} (2a - b) \quad I_{xy} = \frac{bh^2}{24} (2a + b)$	$\bar{I}_x = 0.05488ab^3 \quad I_x = \frac{\pi ab^3}{16}$ $\bar{I}_y = 0.05488a^3b \quad I_y = \frac{\pi a^3b}{16}$ $\bar{I}_{xy} = -0.01647a^2b^2 \quad I_{xy} = \frac{a^2b^2}{8}$	

Fuente: <https://raulsmtz.files.wordpress.com/2011/02/areas-centros-de-gravedad-y-momentos-de-inercia.jpg>

Anexo Nº 10. Propiedades de Inercia de prisma rectangulares.

Momentos de inercia de massa para formas geométricas comuns

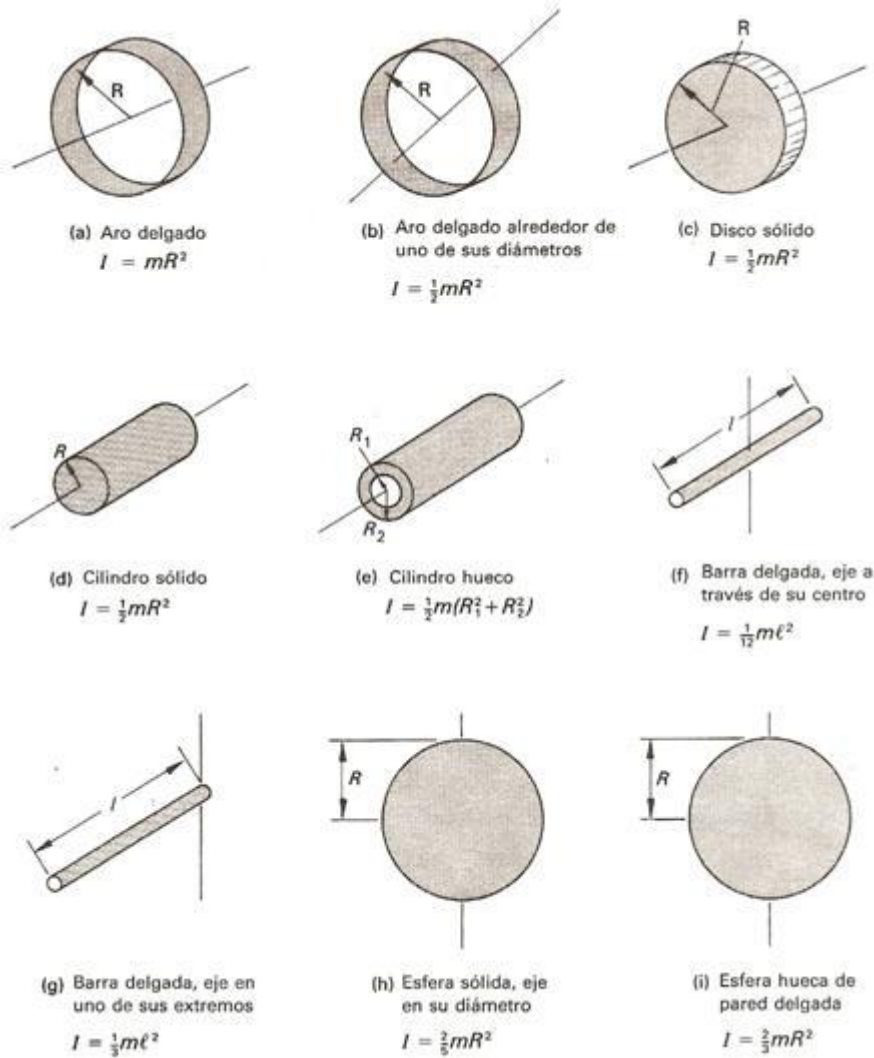
	<p>Barra esbelta</p> $I_y = I_z = \frac{1}{12} mL^2$	<p>Disco delgado</p>  $I_x = \frac{1}{2} mr^2$ $I_y = I_z = \frac{1}{4} mr^2$
	<p>Placa rectangular fina</p> $I_x = \frac{1}{12} m(b^2 + c^2)$ $I_y = \frac{1}{12} mc^2$ $I_z = \frac{1}{12} mb^2$	<p>Cilindro circular</p>  $I_x = \frac{1}{2} ma^2$ $I_y = I_z = \frac{1}{12} m(3a^2 + L^2)$
	<p>Prisma rectangular</p> $I_x = \frac{1}{12} m(b^2 + c^2)$ $I_y = \frac{1}{12} m(c^2 + a^2)$ $I_z = \frac{1}{12} m(a^2 + b^2)$	<p>Cone circular</p>  $I_x = \frac{3}{10} ma^2$ $I_y = I_z = \frac{3}{5} m(\frac{1}{4} a^2 + h^2)$
		<p>Esfera</p>  $I_x = I_y = I_z = \frac{2}{5} ma^2$



DEMGi - Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Fuente: <http://slideplayer.com.br/slide/328680/>

Anexo N° 11. Propiedades de Inercia de varios elementos



Fuente: <http://www.alpesa.com>

Anexo N° 12. Tabla de factores de servicio según tipo de motor y tipo de carga

Potencia Proyectada = Potencia Nominal x Factor de Servicio.

TABLA 2. Factores de servicio según tipo de motor y según tipo de carga.

TIPO DE MOTOR

TIPO DE CARGA	<i>Motor de Combustión interna con acople Hidráulico</i>	<i>Motor eléctrico o turbina</i>	<i>Motor de combustión interna con embrague mecánico</i>
Suave	1.0	1.0	1.2
Choque Moderado	1.2	1.3	1.4
Choque fuerte	1.4	1.5	1.7

Fuente: MORSE, Industrial; Emerson Transmission Corp, 1988, New York, p.

69a

Anexo N° 13. Catálogo de motores eléctricos y sus características marca Weg.

www.weg.net 

W22 - IE2 High Efficiency - 60 Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal (kgfm)	Corriente con rotor I/n	Par con rotor trabado Tl/Tn	Par máximo Tt/Tn	Momento de inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB(A)	220V										
KW	HP							% de la potencia nominal						RPM	Corriente nominal ln (A)							
								Rendimiento				Factor de potencia			50		75		100			
IV Polos																						
0,12	0,16	63	0,068	4,6	2,5	3,1	0,0004	37	81	6,2	48	1715	50,0	57,0	61,0	0,44	0,55	0,64	0,807			
0,18	0,25	63	0,103	4,7	2,4	2,9	0,0006	30	66	7,2	48	1705	57,0	64,0	67,0	0,47	0,59	0,68	1,04			
0,25	0,33	63	0,143	5,0	2,6	3	0,0007	25	55	8,2	48	1705	62,0	68,0	70,0	0,47	0,60	0,69	1,36			
0,37	0,5	71	0,215	4,6	2,4	2,5	0,0007	35	77	8,0	47	1680	68,0	71,0	72,0	0,50	0,63	0,72	1,87			
0,55	0,75	71	0,319	5,1	2,9	2,9	0,0008	31	68	11,5	47	1680	71,0	74,5	75,0	0,50	0,63	0,72	2,67			
0,75	1	80	0,423	7,3	3	3,2	0,0029	16	35	13,5	48	1725	79,0	82,0	82,6	0,61	0,72	0,80	2,98			
1,1	1,5	90S	0,612	7,5	2,2	3	0,0049	16	35	18,5	51	1750	81,0	83,5	84,0	0,57	0,70	0,78	4,40			
1,5	2	90S	0,835	7,1	2,2	3	0,0049	11	24	18,5	51	1750	81,0	83,5	84,2	0,57	0,70	0,78	6,00			
2,2	3	L90L	1,22	7,4	2,8	3,1	0,0077	11	24	25,0	51	1750	86,0	86,5	87,5	0,61	0,74	0,81	8,12			
3	4	100L	1,70	6,7	2,8	3	0,0096	16	35	33,0	54	1720	86,4	87,2	87,5	0,61	0,74	0,81	11,1			
3,7	5	100L	2,08	8,0	3	3,6	0,0104	11	24	34,0	54	1735	85,0	87,0	88,0	0,59	0,72	0,80	13,8			
4,5	6	112M	2,52	6,2	2,1	2,8	0,0155	19	42	42,0	56	1740	88,0	88,5	88,5	0,62	0,74	0,81	16,5			
5,5	7,5	112M	3,08	6,3	2,1	2,7	0,0180	15	33	44,0	56	1740	88,4	89,1	90,0	0,59	0,72	0,79	20,4			
7,5	10	132S	4,15	7,9	2	3,2	0,0489	12	26	68,0	58	1760	90,0	90,8	91,0	0,66	0,78	0,84	25,8			
9,2	12,5	132M	5,09	8,0	2	3,1	0,0601	9	20	75,0	58	1760	90,0	90,8	91,0	0,67	0,79	0,84	31,6			
11	15	132M/L	6,09	8,2	2,1	3,2	0,0638	8	18	80,0	58	1760	90,5	91,2	91,7	0,67	0,79	0,85	37,0			
15	20	160M	8,23	8,8	2,7	3	0,1188	11	24	120	64	1775	91,0	92,4	92,4	0,64	0,75	0,81	52,6			
18,5	25	160L	10,2	6,8	2,7	3	0,1397	10	22	135	64	1765	92,0	92,8	92,8	0,64	0,75	0,81	64,6			
22	30	180M	12,1	6,4	2,3	2,7	0,1657	19	42	168	64	1765	92,5	92,8	93,0	0,71	0,81	0,84	74,0			
30	40	200M	16,5	6,2	2	2,3	0,2406	18	40	195	66	1770	92,7	93,2	93,4	0,72	0,81	0,85	99,2			
37	50	200L	20,4	6,2	2,5	2,6	0,3074	14	31	227	66	1770	93,0	93,2	93,6	0,72	0,80	0,85	122			
45	60	225S/M	24,7	7,2	2,4	2,6	0,4931	12	26	367	67	1775	93,5	93,7	94,1	0,76	0,83	0,86	146			
55	75	225S/M	30,2	7,2	2,4	2,6	0,6670	12	26	396	67	1775	93,9	94,2	94,4	0,77	0,84	0,87	176			
75	100	250S/M	41,0	7,2	2,4	2,8	0,8740	12	26	470	68	1780	94,0	94,5	94,6	0,71	0,81	0,85	244			
90	125	280S/M	49,1	7,2	2,1	2,6	1,56	20	44	656	73	1785	94,0	94,8	94,9	0,73	0,82	0,85	292			
110	150	280S/M	60,0	7,3	2,1	2,6	1,87	18	40	684	73	1785	94,3	94,8	95,2	0,75	0,83	0,86	352			
132	180	315S/M	71,8	7,1	2,1	2,4	2,57	18	40	903	75	1790	94,0	95,0	95,3	0,74	0,82	0,85	428			
150	200	315S/M	81,6	7,0	2,2	2,3	2,89	20	44	947	75	1790	94,5	95,5	95,5	0,75	0,83	0,86	480			
185	250	315S/M	101	7,0	2,2	2,3	3,44	18	40	1018	75	1790	95,0	95,5	95,7	0,77	0,84	0,87	584			
200	270	355M/L	109	7,0	2,2	2,2	4,88	20	44	1291	78	1790	94,8	95,6	95,8	0,77	0,84	0,86	638			
220	300	355M/L	120	7,2	2,2	2,3	5,42	23	51	1350	78	1790	95,2	95,8	95,9	0,77	0,84	0,86	700			
260	350	355M/L	141	7,3	2	2,2	6,30	15	33	1431	78	1790	95,4	96,0	96,0	0,77	0,84	0,87	816			
300	400	355M/L	163	7,0	2,4	2,3	7,20	14	31	1527	78	1790	95,7	96,1	96,1	0,77	0,84	0,87	942			
330	450	355M/L	180	7,0	2,1	2,3	8,61	19	42	1662	78	1790	96,0	96,1	96,1	0,77	0,83	0,86	1050			
370	500	355M/L	201	7,6	2,6	2,6	10,2	12	26	1833	78	1790	96,0	96,1	96,1	0,75	0,82	0,85	1190			

Fuente: Tomado de: WEG-w22-motor-trifásico-tecnico-mercado-latinoamericano-catalogo español, 2013

Anexo N° 14. Coeficientes de fricción.

COEFICIENTES DE ROZAMIENTO		
Materiales en contacto	Fricción estática	Fricción cinética
Hielo // Hielo	0,1	0,03
Vidrio // Vidrio	0,9	0,4
Madera // Cuero	0,4	0,3
Madera // Piedra	0,7	0,3
Madera // Madera	0,4	0,3
Acero // Acero	0,74	0,57
Acero // Hielo	0,03	0,02
Acero // Latón	0,5	0,4
Acero // Teflón	0,04	0,04
Teflón // Teflón	0,04	0,04
Caucho // Cemento (seco)	1	0,8
Caucho // Cemento (húmedo)	0,3	0,25
Cobre // Hierro (fundido)	1,1	0,3
Esqui (encerado) // Nieve (0°C)	0,1	0,05
Articulaciones humanas	0,1	0,003

Fuente: https://search.yahoo.com/yhs/search?hspart=avg&hsimp=yhs-fh_lsonswrow&type=ff.45.w7.hp.03-02.ec.avg._._&

Anexo N° 15. Valores de factor de diseño o seguridad recomendados

TABLA 3–2 Criterios para esfuerzo de diseño—Esfuerzos normales directos.

Forma de la carga	Material dúctil	Material frágil
Estática	$\sigma_d = s_y/2$	$\sigma_d = s_u/6$
Repetida	$\sigma_d = s_u/8$	$\sigma_d = s_u/10$
Impacto o choque	$\sigma_d = s_u/12$	$\sigma_d = s_u/15$

Fuente: Mott Robert L. (2009.) Resistencia de materiales. Editorial Pearson.

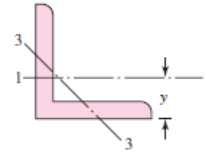
Elaborado por: El investigador

Anexo N° 16. Valores de S_x para el perfil L

Tabla A-6

Propiedades de ángulos de acero estructural*†

w = peso por pie, lbf/ft
 m = masa por metro, kg/m
 A = área, pulg² (cm²)
 I = segundo momento de área, pulg⁴ (cm⁴)
 k = radio de giro, pulg (cm)
 y = distancia centroidal, pulg (cm)
 Z = módulo de sección, pulg³ (cm³)



Tamaño, pulg	w	A	I_{1-1}	k_{1-1}	Z_{1-1}	y	k_{3-3}
$1 \times 1 \times \frac{1}{8}$	0.80	0.234	0.021	0.298	0.029	0.290	0.191
$\times \frac{1}{4}$	1.49	0.437	0.036	0.287	0.054	0.336	0.193
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times \frac{1}{8}$	1.23	0.36	0.074	0.45	0.068	0.41	0.29
$\times \frac{1}{4}$	2.34	0.69	0.135	0.44	0.130	0.46	0.29
$2 \times 2 \times \frac{1}{8}$	1.65	0.484	0.190	0.626	0.131	0.546	0.398
$\times \frac{1}{4}$	3.19	0.938	0.348	0.609	0.247	0.592	0.391
$\times \frac{3}{8}$	4.7	1.36	0.479	0.594	0.351	0.636	0.389
$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$	4.1	1.19	0.703	0.769	0.394	0.717	0.491
$\times \frac{3}{8}$	5.9	1.73	0.984	0.753	0.566	0.762	0.487
$3 \times 3 \times \frac{1}{4}$	4.9	1.44	1.24	0.930	0.577	0.842	0.592
$\times \frac{3}{8}$	7.2	2.11	1.76	0.913	0.833	0.888	0.587
$\times \frac{1}{2}$	9.4	2.75	2.22	0.898	1.07	0.932	0.584
$3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$	5.8	1.69	2.01	1.09	0.794	0.968	0.694
$\times \frac{3}{8}$	8.5	2.48	2.87	1.07	1.15	1.01	0.687
$\times \frac{1}{2}$	11.1	3.25	3.64	1.06	1.49	1.06	0.683

Fuente: Budynas Richard. (2008). Diseño en ingeniería Mecánica. Octava edición. Editorial McGrawHill.

Bibliografía

Acero, M.J. (2012). *Tesis Diseño y construcción de máquina bruñidora vertical hidraulica semiautomática industrias LAVCO*. Recuperado el 22 de 07 de 2015, de repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/.../143240.pdf

Aivanhov Omraam Mikael. (1986). Ingeniería de Procesos. En *Ingeniería de Procesos* (pág. 45). Primera Edición.

Arturo, Kennedy. (2015). *Crece Negocios*. Obtenido de Control y medición de la productividad: <http://www.crecenegocios.com/control-y-medicion-de-la-productividad/>

Avilar, L. A. (2004). Reconocimiento de Instalaciones de Máquinas. México : Andaluz.

Beltrán, J. (2004). *Guía para una gestión basada en procesos*. Obtenido de www.centrosdeexcelencia.com/dotnetnuke/.../0/guiagestionprocesos.pdf

CAPEIPI. (s.f.). Recuperado el 22 de 01 de 2015, de <http://www.capeipi.org.ec/>

Casanova, F. (2002). Formación Profesional. Cinterfor Montevideo.

Castany, J. (15 de 07 de 2008). *Books online*. Obtenido de Análisis de la funcionalidad de los elementos de máquinas: <https://books.google.com.ec/books?id=HW3yGUmSECYC&pg=PA7&lpg=PA7&dq=An%C3%A1lisis+de+la+funcionalidad+de+los+elementos+de+m%C3%A1quinas,&source=bl&ots=l8IKtWsFj1&sig=cTfEiVEckxvaKpWX-QliGuVRNRI&hl=en&sa=X&ved=0CCQQ6AEwAWoVChMI9Pjd7NWGxwIVyosNCh3DUQcG#v=on>

Castro, L. F. (1999). Condiciones y Técnicas de un Correcto Doblado. En B. J, *Los Principios de los procesos de fabricación*. Londres.

Chemillier, P. (1980). *Los Procesos Tecnológicos y su Futuro*. Barcelona: Editores Tecnicos Asociados.

Conocimientos Web.Net. (2009). *La Producción*. Recuperado el Lunes de Enero de 2015, de <http://www.conocimientosweb.net/portal/article2503.html>

DAFIGO. (s.f.). Recuperado el 14 de 10 de 2015, de <http://www.dafigo.com.ec/>

Dávila, E. (2012). Analisis de la Situacion Economica del Pais . *Infoecuadro* , 2-3.

Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. (2013). *ANÁLISIS DEL SECTOR METAL MECÁNICO*. QUITO.

ECUADOR, P. (2014). *Metal Mecánica*. Recuperado el Lunes de 01 de 2015, de <http://www.proecuador.gob.ec/metalmecanica/>

EHOW en Español. (01 de 06 de 2015). Obtenido de Finanzas : http://www.ehowenespanol.com/calcular-capacidad-produccion-como_104529/

Enatin S.A. (11 de 09 de 2014). *Metalmecánica y Construcciones Industriales* . Obtenido de <http://www.enatin.com/>

Galarza, L. (2010). *Repositorio Digital*. Recuperado el 22 de 07 de 2015, de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4007>

García, Á. d. (2006). *MANUAL PRÁCTICO DE LA PRODUCCIÓN DE LA RIQUEZA* . Barcelona: Electronica.

Guillermo, C. (11 de 02 de 2015). *Facultad de Ingenieria*. Obtenido de http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Clases_Teoricas/67.15_Unidad_7.pdf

HANOVER. (2013). *Metalmecanica*. Recuperado el 14 de 07 de 2015, de Información Técnica y de Negocios para la Industria Metalica: <http://www.metalmecanica.com/temas/El-mundo-de-la-metalmecanica,-EMO-Hannover-2013+7093938>

Hernandez, & Cabero, J. (1995). Analisis y procesos.

Himmelblau, D. (1999). Análisis y simulación de proceso. Estados Unidos: s.i.

INEN. (11 de 08 de 2014). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de <http://www.normalizacion.gob.ec/>

Ing. de proceso . (s.f.). Recuperado el 11 de 01 de 2015, de <ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/Proyecto%20de%20Automatizacion/Ingenier%EDA%20de%20Proceso.pdf>

Ingeniería Industrial . (s.f.). Recuperado el 11 de 01 de 2015 , de http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CDcQFjAE&url=http%3A%2F%2Fbibliotecadigital.usbcali.edu.co%2Fjspu%2Fbitstream%2F10819%2F763%2F1%2FMejoramiento_Sector_Cartero_Rojas_2011.pdf&ei=_GHIVJuJJ4mzggSqiOICA&usg=AFQjCNGkY5cbR

ISO 9001. (15 de 11 de 2008). *Norma Internacional ISO 9001*. Recuperado el 22 de 07 de 2015, de <http://farmacia.unmsm.edu.pe/>

Jara Verduga, M. A. (2012). *Tesis "Propuesta de estudio para mejora los procesos productivos en la sección metalmeccánica, FABRICA INDUGOB*. Recuperado el 22 de 07 de 2015, de http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Metal_Mecanica/15.pdf

LEISTRITZ. (2004). *Manual de máquina ranuradora* . Recuperado el 11 de 01 de 2015, de http://www.leistritz.com/production/en/07_download/02_download/00_img/pdfs/nutzenzieh_2012_esp_be.pdf

López, B. S. (2000). *Qué es la Ingeniería Industrial*.

Máquina Cepilladora. (11 de 04 de 2015). Obtenido de <http://www.jmcprl.net/GLOSARIO/CEPILLADORA.htm>

Maquina de Ranurado . (2004). *Limadora, cepilladora y ranuradora*. Recuperado el 01 de 05 de 2015, de <https://prezi.com/ptgdqghnigm/limadora-cepilladora-y-ranuradora/>

Mcgraw, C. I. (2004). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. En *Introducción a la Teoría General de la Administración* (pág. 53). s.d: Hill Interamerican .

Metropolitana, U. (1970). *Escuela de Ingeniería de Producción*. Recuperado el Sabado de Enero de 2015, de <http://www.unimet.edu.ve/ingenieria-de-produccion/>

Ministerio de Comercio Exterior. (2007). *Dirección de Inteliencia Comercial e Inversion*. Recuperado el 07 de 14 de 2015, de PRO-ECUADOR: <http://www.proecuador.gob.ec/>

Ministerio de Comercio Exterior. (2007). *Inteligencia Comercial*. Recuperado el 11 de 06 de 2015, de Pro-Ecuador: <http://www.proecuador.gob.ec/institucional/areas/inteligencia-comercial/>

Ministerio de Industrias y Productividad. (2012). Normas Técnicas. *Ecuador ama la Vida* , 1.

Ministerio del Ambiente. (11 de 09 de 2008). *Ministerio del Ambiente*. Recuperado el 01 de 06 de 2015, de www.derecho-ambiental.org

Ministerio del Trabajo . (2007). *Constitución Política del Ecuador* . Recuperado el 22 de 07 de 2015, de www.trabajo.gob.ec/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/

MIP. (2013). *Ministerio de Industrias y productividad* , 20-21.

monografias .com. (s.f.). *Fatiga y Estrés*. Recuperado el Martes de Enero de 2015, de <http://www.monografias.com/trabajos12/fatyest/fatyest.shtml#MEDIOS>

Moreno Flores, G. P. (2013). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DOBLADORA*. Quito.

MOTT, Robert L. (2006). *“Diseño de elementos de máquina”*. México: Educación Pearson.

Norma Técnica de Gestión de Procesos. (2011). Pichincha.

Oliveria, R. (2002). Teorías de la Administración. Brasil : International Thomson Editores, S,A.

Productiva. (2014). Ing de la Calidad. *Productiva* .

PRO-ECUADOR. (2007). Recuperado el 16 de 07 de 2015, de Analisis de la metalmeccanica: http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/PROEC_AS2013_METALMECANICA.pdf

Pro-Ecuador. (2007). *Dirección de Inteligencia Comercial e Inversión* . Recuperado el 16 de 07 de 2015, de Analisis del sector Metalmeccanico: http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/PROEC_AS2013_METALMECANICA.pdf

Research, B. (Martes de Junio de 2014). *Tecnología Industrial*. Recuperado el Lunes de Enero de 2015, de Nueva Metodología para aumentar la precisión: <http://www.agenciasinc.es/Noticias/Nueva-metodologia-para-aumentar-la-precision-en-maquinas-herramienta-grandes>

Roberts. (1999). Innovacion.

Rosas Snell, A., & Zúñiga Contreras, J. (2000). Correlacion y Regresion Lineal. En *Estadística Descriptiva* (pág. 5). Leonel Bello Cuevas.

s, d. (2008). *Tecnología*. Obtenido de Tipos de Mecanismos : <http://www.areatecnologia.com/Los-mecanismos.htm>

s, d. (01 de 2012). *Todo productividad*. Obtenido de Calculo para diseño de máquina: <http://todoproductividad.blogspot.com/2008/10/calculadores-de-diseno-de-maquinas.html>

s,d. (2004). *Productividad*. Recuperado el 22 de 06 de 2015, de El Blog : <http://www.elblogsalmon.com/tag/productividad>

s.d. (2000). *Máquinas-Herramientas*. Recuperado el 05 de 15 de 2015, de Google.com: http://www.gipuzkoa.eus/estructura-economica/Cap14/11_cap14.html

Shigley, E. (2001). *DISEÑO DE INGENIERIA MECANICA*. Mexico: Mc Graw Hill.(2001). Metodología de la Investigación ciencia y Tecnología . En J. C. Snachez. Andaluz .

Snachez, J. (2001). Metodología de la Investigación ciencia y Tecnología. En J. C. Snachez. Lima: Andaluz.

Taramuel, J. (2011). *MÁQUINA DOBLADORA DE TUBO REDONDO DE ACERO CON COSTURA*. IBARRA.

Tipos de Mortajadoras. (11 de 06 de 2015). Obtenido de http://www.sitenordeste.com/mecanica/maquinas_herramientas_1.htm

Tortosa, J. M. (2009). *Sumak Kawasay*. Quito: Suma Qanaña.

Tribuna de debate. (2006). Investigación y producción científica II. *Tribuna de Debate* , 39.

Universidad Autónoma de Occidente. (2011). *Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Industrial*. Cali: Universidad Autónoma de Occidente.

Universidad Tecnológica Indoamerica. (2011). *Líneas de Investigación*.

Universidad tecnológica Indoamérica. (2011). *Líneas de Investigación*. Quito: .

Valencia , W. (2008). *Ingeniería de sistemas y atómica*. Obtenido de Procesos Mecanizados: http://isa.umh.es/asignaturas/tf/4-proc_mec.pdf

Vaughn, R. (2000). Introducción a la Ingeniería Industrial. En *Introducción a la Ingeniería Industrial* (pág. 26). México : Armendariz segunda edición.

P L A N O S