



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN O TITULACIÓN
SEMINARIO 2011**

TEMA:

**“ESTUDIO DEL PROCESO DE CONFORMADO EN
PLANTILLAS DE CALZADO, EN TOL DE 1 mm DE ESPESOR
PARA OPTIMIZAR TIEMPOS DE OPERACIÓN EN LA
MICROEMPRESA C&G INGENIO INDUSTRIAL”**

AUTOR:

DAVID ISRAEL AROCA FARFÁN

TUTOR:

Ing. JUAN CORREA

AMBATO, 2011

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Juan Correa en calidad de Tutor del Trabajo de Graduación sobre el tema: “Estudio del Proceso de conformado en Plantillas de Calzado, en Tol de 1 mm de espesor para optimizar tiempos de operación en la Microempresa C&G INGENIO INDUSTRIAL”, desarrollado por: David Israel Aroca Farfán, estudiante del Seminario de Graduación año 2011 de la Carrera de Mecánica, considero que dicho Trabajo de Graduación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, modalidad Seminarios de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para la presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por la Comisión de Calificación designada por el H. Consejo Directivo.

Ambato, 15 de Septiembre de 2011

EL TUTOR

Ing. Juan Correa

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Yo, David Israel Aroca Farfán con C.I. 180400313-3 tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el Trabajo de Graduación: “Estudio del Proceso de conformado en Plantillas de Calzado, en Tol de 1 mm de espesor para optimizar tiempos de operación en la Microempresa C&G INGENIO INDUSTRIAL”, como también los contenidos presentados, ideas, análisis y síntesis son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este Trabajo de Graduación.

Ambato, 15 de Septiembre de 2011

AUTOR

DAVID ISRAEL AROCA FARFÁN

DEDICATORIA

Dedicado con admiración y respeto a Dios por bendecirme durante toda mi carrera universitaria, a mis padres Víctor Aroca y Norma Farfán porque me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio, a mis hermanos y demás familiares por su interés en que yo alcance el éxito y superación en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida y los dones de sabiduría recibidos para saber continuar en el camino verdadero.

A mis padres por su apoyo incondicional durante toda mi vida universitaria y mi diario vivir.

A la empresa C&G Ingenio Industrial con mayor gratitud al Sr. Luis Gancino y al Ing. Álvaro Gancino por la apertura y el apoyo brindado en el desarrollo de mi trabajo de grado previo a la obtención del título profesional.

De manera especial a mi Tutor Ing. Juan Correa por el asesoramiento y disposición quien con su conocimiento me orientó en la realización del presente trabajo.

A mi segunda madre que es mi Tía Marianita Aroca Ortíz porque con sus sabios consejos me incentivó a superarme y alcanzar todos mis objetivos planteados.

A una gran amiga Lore quien me ayudo con su apoyo incondicional, sus consejos y su fuerza para seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDOS

Página de título o portada	i
Página de aprobación por el Tutor	ii
Página de autoría del trabajo de graduación	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice general de contenidos	vi-xi
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xii-xiii
Resumen ejecutivo	xiv

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.2.1. Contextualización	1
1.2.2. Análisis Crítico	3
1.2.3. Prognosis	4
1.2.4. Formulación del problema	4
1.2.5. Preguntas directrices	4
1.2.6. Delimitación del problema	5
1.2.6.1 De contenido	5
1.2.6.2 Espacial	5

1.2.6.3 Temporal	5
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos Específicos	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos	7
2.2 Fundamentación filosófica	8
2.3 Fundamentación legal	8
2.4 Red de Categorías Fundamentales	9
2.4.1 Procesos	10
2.4.1.1 Clasificación de los procesos y características	10
2.4.1.2 Procesos de manufactura	13
2.4.2 Conformado	16
2.4.2.1 Procesos de Conformado	16
2.4.2.2 Conformado Mecánico por Deformación Plástica	16
2.4.2.3 Clasificación de los procesos de conformado de acuerdo a los esfuerzos	17
2.4.2.4 Conformado en frío	18
2.4.3 Mecanismos	18

2.4.3.1	Mecanismos de transmisión del movimiento	20
2.4.4	Automatización Industrial	30
2.4.5	Tiempo de operación	34
2.4.6	Cizalla	35
2.4.7	Tiempos y movimientos	39
2.4.7.1	Los principios de la economía de los movimientos	44
2.4.8	Productividad	47
2.4.8.1	Tipos de productividad	49
2.4.8.2	Factores que afectan a la productividad	49
2.5	Hipótesis	52
2.6	Variables	52
2.6.1	Señalamientos de variables	52

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1	Enfoque	53
3.2	Modalidad básica de la investigación	53
3.2.1	De campo	53
3.2.2	Bibliográfica - documental	54
3.3	Tipo de Investigación	55
3.3.1	Exploratoria	55
3.3.2	Descriptiva	55

3.3.3	Explicativa	56
3.4	Operacionalización de variables	57
3.5	Plan de recolección de información	59
3.6	Procesamiento y Análisis	59
3.6.1	Plan de Procesamiento de la Información	59
3.6.2	Análisis e interpretación de resultados	59

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	Análisis de los resultados	60
4.2	Interpretación de resultados	62
4.3	Verificación de Hipótesis	63
4.3.1	Variable Independiente	64
4.3.2	Variable Dependiente	64

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	66
5.2	Recomendaciones	67

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1	Datos Informativos	69
6.2	Antecedentes de la propuesta	71
6.3	Justificación	71
6.4	Objetivos	72
6.5	Análisis de factibilidad	72
6.6	Fundamentación	73
6.6.1	Compresor	87
6.6.2	Booster neumático	89
6.6.3	Sensor	91
6.7	Metodología	92
6.8	Administración	96
6.8.1	Análisis de costos	96
6.8.2	Costos directos	97
6.8.3	Costos Indirectos	97
6.9	Previsión de la evaluación	99
6.9.1	Conclusiones	100
6.9.2	Recomendaciones	100

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. Bibliografía	102
2. Linkografías	102
3. Anexos	105
4. Láminas	120

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Exportaciones Ecuatorianas en el sector metalmecánica	3
TABLA 2.1 Therblig's	42
TABLA 4.1 Comprobación de tiempos de una plantilla de calzado #38 en material de tol de espesor de 1 mm. (Procedimiento manual)	60
TABLA 4.2 Comprobación de tiempos de una plantilla de calzado #38 en material de tol de espesor de 1 mm. (Procedimiento automático)	61
TABLA 6.1 Características del cilindro	90
TABLA 6.2 Características de un sensor	92
TABLA 6.3 Costos unitarios de equipos, accesorios electrónicos, eléctricos, materiales mecánicos.	97
TABLA 6.4 Costos de maquinaria	97
TABLA 6.5 Costos mano de obra	98
TABLA 6.6 Costos varios	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

FIGURA 2.1 Clasificación de procesos de manufactura	13
FIGURA 2.2 Tipos de palanca	21
FIGURA 2.3 Polea fija	22
FIGURA 2.4 Polea móvil	23
FIGURA 2.5 Polipasto	24
FIGURA 2.6 Sistema de ruedas de fracción	25
FIGURA 2.7 Sistemas de poleas con correa	25
FIGURA 2.8 Transmisión por Engranaje	26
FIGURA 2.9 Tren de sistemas de poleas y engranajes	27
FIGURA 2.10 Engranajes con cadenas	28
FIGURA 2.11 Tornillo sinfín	29
FIGURA 2.12 Proceso de Cizallado	35
FIGURA 2.13 Cizalla pequeña de fuerza y cizalla manual de palanca	36
FIGURA 2.14 Proceso de Punzonado	37
FIGURA 2.15 Esquema principio de funcionamiento	38
FIGURA 4.1 Datos manuales	62
FIGURA 4.2 Datos automáticos	63
FIGURA 4.3 Tiempo manual y automático	63
FIGURA 6.1 Esquema total	69
FIGURA 6.2 Cizalla de conformado y sus partes	70
FIGURA 6.3 Diagrama Cilindro Neumático Doble Efecto con doble vástago	74
FIGURA 6.4 Tipos de montajes de cilindros	79
FIGURA 6.5 Pandeo del vástago del pistón	79
FIGURA 6.6 Compresor	88

FIGURA 6.7 Cilindro con doble vástago	89
FIGURA 6.8 Booster neumático	90
FIGURA 6.9 Sensor	91
FIGURA 6.10 Instalación de booster	93
FIGURA 6.11 Comprobación de booster	93
FIGURA 6.12 Electroválvula	94
FIGURA 6.13 Acoplar y verificar electroválvula	94
FIGURA 6.14 Sensor	95
FIGURA 6.15 Sistema completo	95
FIGURA 6.16 Anclar estructura	96

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación aborda el “Estudio del Proceso de Conformado en plantillas de calzado, en tol de 1 mm de espesor para optimizar tiempos de operación en la Microempresa C&G Ingenio Industrial”

Con el objetivo de lograr una mayor competitividad en el mercado y satisfacer las necesidades del cliente se realiza la automatización, así como también mejorar la situación económica de la microempresa y su prestigio.

Logrando resultados mediante la observación del proceso de conformado, se obtuvo datos con los cuales se aprobó una mejor alternativa de implementación en el mecanismo, siempre buscando la favorable opción a realizarse, sin interferir con el normal trabajo.

Para esto se utilizó un booster neumático, así como una electroválvula y un compresor esencial para la automatización, el cual se encuentra accionado por medio de un pulsador para su funcionamiento.

Por lo tanto, la automatización ayuda a detectar con oportunidad, cualquier desviación significativa en el cumplimiento de las metas y objetivos establecidos; asimismo, es importante porque promueve la eficiencia en las operaciones, ayuda a reducir los riesgos a los que pudiera estar expuesto el operario, aporta mayor confiabilidad operacional, proporcionando seguridad y cumplimiento efectivo de las leyes, normas y políticas.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema: “ESTUDIO DEL PROCESO DE CONFORMADO EN PLANTILLAS DE CALZADO, EN TOL DE 1 mm DE ESPESOR PARA OPTIMIZAR TIEMPOS DE OPERACIÓN EN LA MICROEMPRESA C&G INGENIO INDUSTRIAL”

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

En la industria metal mecánica se encuentran maquinaria las cuales en su mayoría está fabricadas con materiales metálicos, aunque también llevan partes hechas de materiales polímeros como las que se encuentran en los tableros de control, o en los botones de encendido. Dentro de dichas máquinas se mencionarán algunas como lo son: afiladoras, cizallas, cepillos, dobladoras de láminas, fresadora horizontal-vertical, prensas de fricción, tomos, punzonadoras, taladros, etc.¹

La cadena de metalmecánica está conformada por los siguientes eslabones: artículos para oficina, herramientas y artículos para hogar y ferretería, artículos agropecuarios,

¹ <http://www.mitecnológico.com/Main/IndustriaMetalMecánica>

artículos de aluminio, envases metálicos, muebles metálicos, maquinaria para otras industrias, máquinas primarias, maquinaria para el sector alimentos, para la minería, agropecuaria, para petroquímica, para metalurgia y madera-textil-imprensa, para oficina, para el comercio, y maquinaria para la construcción.

Colombia es un importador neto de productos de la metalmecánica. Entre 2001 y 2003, la cadena presentó una balanza comercial deficitaria al reportar exportaciones por US\$222 millones e importaciones por US\$873,8 millones. Esta situación es especialmente marcada en los eslabones de máquinas primarias, de maquinaria para metalurgia y madera-textil-imprensa, y de herramientas y artículos para hogar y ferretería.

El eslabón de herramientas y artículos para hogar y ferretería concentraron 47,1% de las exportaciones de la cadena, seguido por el de artículos de aluminio (11,5%) y de máquinas primarias (8,7%). Entre las herramientas y artículos para hogar y ferretería no hay productos predominantes; no obstante los bienes que más se exportaron son los demás construcciones y sus partes; cables de hierro y acero sin aislar; y puntos, clavos y chinchetas.²

La metalmecánica es un sector en rápido crecimiento, tanto así que las exportaciones Ecuatorianas hacia el mundo se han triplicado en el período 2004-2008, pasando de 90 007 000 dólares a 324 982 000 dólares.

Las exportaciones de metalmecánica desde el 2004 han pasado a representar de un 6.43% a un 10.75%, un gran porcentaje para el Ecuador, tomando en cuenta que éstos valores corresponden las exportaciones no tradicionales del país.

²<http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=14&ved=0CG0QFjAN&url>

Existe un promedio de crecimiento de las exportaciones del sector de la metalmecánica de un 38.65% desde el 2004 hasta el 2008 año en el cual las exportaciones ecuatorianas fueron de USD 386.8 millones, USD 277.6 millones más que en el 2005.³

TABLA 1. Exportaciones Ecuatorianas en el sector metalmecánica

EXPORTACIONES ECUATORIANAS EN EL SECTOR METALMECÁNICA				
Año	Valor FOB (miles USD)	Toneladas	Variación % FOB	Variación % en TON
2004	109,227	66,414		
2005	172,899	110,619	58.29	66.56
2006	255,704	147,394	47.89	33.25
2007	361,978	236,628	41.56	60.54
2008	386,841	191,053	6.87	-19.26

FUENTE: Banco Central del Ecuador (BCE) / Sistema de Inteligencia de Mercados (SIM)

1.2.2 Análisis crítico

Al considerar que la microempresa, cuenta con medios económicos reducidos, se presentan efectos tales como el de no insertar mecanismos tecnológicos para beneficiar al operario en sus funciones de obtener mejores plantillas y reducir tiempos de operación evitando de cierta forma imperfecciones en el acabado del producto esto se genera por inconvenientes tales como, ineficiente preparación del operario, que conlleva al desperdicio de material.

A su vez la incomodidad de operación, provoca que exista desconcentración en la manipulación y por consecuencia tener riesgos de trabajo e inseguridad.

³ http://www.puce.edu.ec/documentos/perfil_de_metalmeccanica_2009.pdf

Características que dan como resultado, poco volumen productivo, que desalienta a la microempresa.

1.2.3 Prognosis

Al analizar la situación actual de la microempresa se puede mencionar que por no contar con un sistema práctico no podrá crecer en forma sana y con fortalezas estructurales, si observamos su comportamiento a través del tiempo nos podemos dar cuenta que la microempresa tendrá deficiencias en su economía interna lo que ocasionará limitación de adquisición de materia prima, dando como resultado alteraciones en la separación de funciones y así no se poseerá información confiable y eficiente ocasionando la probabilidad de la adopción de decisiones incorrectas. Se aumentará el riesgo, pérdida de tiempo y recursos lo que impedirá alcanzar niveles óptimos de competitividad.

1.2.4 Formulación del problema

¿Cómo se mejoraría el tiempo de operación en la cizalla de conformado?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Cuál es el sistema para el accionamiento de la cizalla?

¿Cuáles son los métodos para realizar plantillas en la microempresa?

¿La implementación tecnológica incrementará la productividad de la microempresa?

1.2.6 Delimitación del problema

1.2.6.1 De contenido

Campo: Ingeniería Mecánica

Área: Sistema de Control

Aspectos: Control industrial

1.2.6.2 Espacial

Este proyecto se va a realizar en la microempresa “C&G INGENIO INDUSTRIAL” ubicado en el sector Colegio Guayaquil, calles Imbabura y Tres Carabelas.

1.2.6.3 Temporal

El presente proyecto se va a realizar del 01 de abril del 2011 al 15 de julio del 2011.

1.3 Justificación.

La microempresa “C&G INGENIO INDUSTRIAL” tiene una misión clara y es brindar al cliente buen producto y con criterios de calidad, eficiencia e innovación incesante.

Por eso este proyecto se justifica ante la necesidad de la pronta y efectiva implementación de un mecanismo en la cizalla de conformado, para un uso adecuado.

Además, porque va a permitir que las actividades de las áreas estén segregadas en manos de personal idóneo, proporcionando un excelente servicio, generando mayor satisfacción al mismo y una mejor rentabilidad para la microempresa.

Se realiza el proyecto con material bibliográfico suficiente y satisfactorio para el planteamiento necesario.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Adoptar un proceso de conformado práctico para optimizar el tiempo de producción en una plantilla de tol de 1mm de espesor.

1.4.2 Objetivos específicos

- Investigar los mecanismos con los que se puede realizar el sistema de accionamiento en la cizalla de conformado.
- Determinar los métodos para realizar las plantillas.
- Plantear propuestas de solución para mejorar el proceso de conformado en cizalla.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

Revisando tesis y archivos en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica no se pudo encontrar un tema similar al estudio de proceso de conformado en plantillas de tol.

Se pudo encontrar información relacionada al tema en La Escuela Politécnica Nacional de Quito, en la Facultad de Ingeniería Mecánica.

La tesis se designa “Diseño y construcción de un sistema de conformado y corte de cubos de poliuretano para aislamiento térmico en techos metálicos”. Sus autores Arévalo Zabala Andrés Germán y Jurado Pazmiño Carlos Gilberto.⁴

Otra tesis relacionada es “Diseño y construcción de una extrusora para conformado mecánico de alambre de aleación cobre-zinc 70-30, capacidad 3kg/h”.

Sus autores Andrade Beltrán María Isabel y Tamayo Pérez Vinicio Rodrigo.

⁴ <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2623>

La tesis antes mencionada se encontró en la ESPE-Sede Sangolqui, Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica.⁵

2.2 Fundamentación filosófica

El proyecto formulará una propuesta para operar en forma asociativa, aprovechando las oportunidades que brinda el entorno y poder resolver problemas comunes, como los de control de calidad, la inspección del proceso y otros más. Se espera que esta forma de trabajar articuladamente propicie el desarrollo sustentable, traducándose en más empleos, mejor calidad de vida y el impulso del desarrollo local.

La experiencia de este proyecto servirá de referencia para estudios y mejoramiento de los mismos, lo que conlleva a optimar las industrias.

2.3 Fundamentación legal

Título II, capítulo II, sección segunda

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes.....

Se prohíbe.....las tecnologías modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas....

⁵ <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/444>

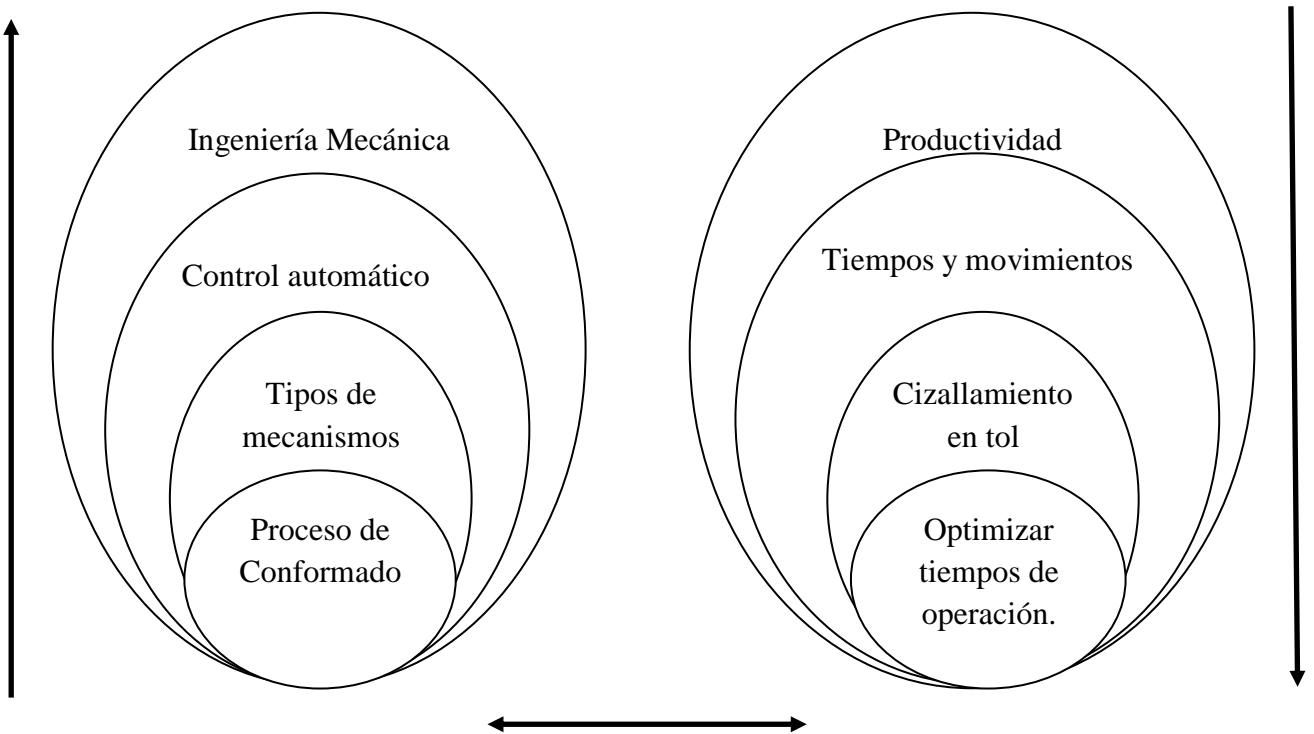
Título VII, capítulo I, sección octava

Art. 385.- Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

Título VII, capítulo II, sección séptima

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto.....

2.4 Red de categorías fundamentales



2.4.1 Procesos

Los procesos productivos son una secuencia de actividades requeridas para elaborar un producto (bienes o servicios).

Generalmente existen varios caminos que se pueden tomar para producir un producto, ya sea este un bien o un servicio. Pero la selección cuidadosa de cada uno de sus pasos y la secuencia de ellos nos ayudarán a lograr los principales objetivos de producción.

Costos (eficiencia)

Calidad

Confiabilidad

Flexibilidad

2.4.1.1 Clasificación de los procesos y características

Los procesos se pueden clasificar:

a) Según el tipo de flujo del producto

1. En Línea
2. Intermitente
3. Por proyecto

b) Según el tipo de servicio al cliente

1. Fabricación para inventarios
2. Fabricación para surtir pedidos

Proceso lineal o por producto

Se caracteriza por que se diseña para producir un determinado bien o servicio; el tipo de la maquinaria, así como la cantidad de la misma y su distribución se realiza en base a un producto definido.

Es muy importante seleccionar y capacitar adecuadamente al personal, que debe poseer la habilidad potencial suficiente de acuerdo a la operación para la cual fue asignado.

Ventajas:

- Altos niveles de eficiencia
- Necesidad de personal con menores destrezas, debido a que hace la misma operación

Desventajas:

- Difícil adaptación de la línea para fabricar otros productos
- Exige bastante cuidado para mantener balanceada la línea de producción Se recomienda su uso cuando se fabricará un solo producto o varios productos con cambios mínimos.

Proceso intermitente (Talleres de Trabajo)

Se caracteriza por la producción por lotes a intervalos intermitentes. Se organizan en centros de trabajo en los que se agrupan las máquinas similares. Es necesario tener un control de trabajo asignado en cada departamento a través de una adecuada planificación y control de los trabajos aceptados.

Ventajas:

-Se puede trabajar gran variedad de productos.

Desventajas:

-Bajo nivel de eficiencia

-Gran trabajo de planificación y control

Proceso “por proyecto”

Se utiliza para producir productos únicos. En este caso todo se realiza en un lugar específico y no se puede hablar de un flujo del producto, sino que de una secuencia de actividades a realizar para lograr avanzar en la construcción del proyecto sin tener contratiempos y buena calidad.

Se debe enfocar en la planeación, secuencia y control de las tareas individuales. Para hacer las diferentes actividades sin ningún contratiempo, sean estos materiales o humanos.⁶

2.4.1.2 Procesos de manufactura

Los procesos de manufactura pueden dividirse en dos tipos básicos: operaciones de proceso y operaciones de ensamble.

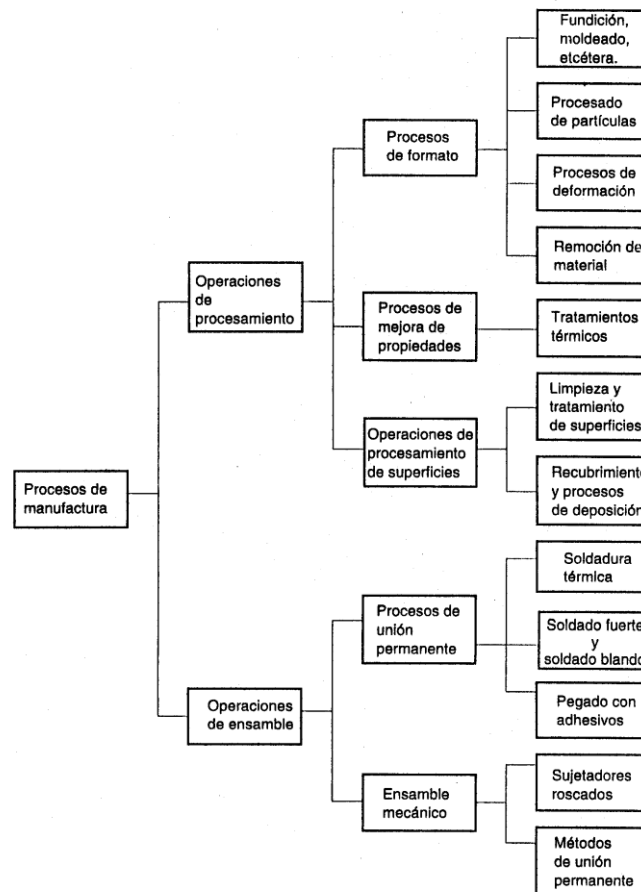


FIGURA 2.1 Clasificación de procesos de manufactura

FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/53477055/PROCESOS-DE-MANUFACTURA>

⁶ http://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_productivos_industriales

Una operación de proceso transforma un material de trabajo de una etapa a otra más avanzada, que lo sitúa cerca del estado final deseado para el producto. Esto le agrega valor al cambiar la geometría, las propiedades o la apariencia del material inicial. Por lo general, las operaciones de proceso de trabajo, pero algunas de ellas se aplican también a artículos ensamblados.

a) Operaciones de proceso

Una operación de proceso utiliza energía para alterar la forma, las propiedades físicas o el aspecto de una pieza de trabajo a fin de agregar valor al material. Las formas de energía incluyen la mecánica, térmica, eléctrica o química. La energía se aplica de forma controlada mediante la maquinaria y su herramienta. También puede requerirse la energía humana, pero los seres humanos generalmente se dedican a controlar las máquinas, a examinar las operaciones, a cargar y descargar partes antes y después de cada ciclo de operación.

Comúnmente se requiere más de una operación de proceso para transformar el material inicial a su forma final. Las operaciones se realizan en una sucesión particular que se requiera para lograr la geometría y las condiciones definidas por las especificaciones de diseño.

Se distinguen tres categorías de operaciones de proceso:

1) Operaciones de formado, 2) operaciones para mejorar propiedades y 3) operaciones de procesamiento de superficies. Las operaciones de formado alteran la geometría del material inicial de trabajo mediante diversos métodos que incluyen los

procedimientos comunes de fundición, forjado y maquinado. Las operaciones para mejorar propiedades agregan valor al material con la mejora de sus propiedades físicas sin cambiar su forma. Las operaciones de procesamiento de superficies tienen por objeto limpiar, tratar, revestir o depositar materiales en la superficie exterior de la pieza de trabajo.

a.1) Procesos de formado

La mayoría de los procesos de formado aplican calor, fuerza mecánica o una combinación de ambas para efectuar un cambio en la geometría del material de trabajo. Hay diversas formas de clasificar los procesos de formado. La clasificación empleada en este libro se basa en el estado inicial del material e incluye cuatro categorías:

1. Fundición, moldeo y otros procesos en los que el material inicial es un líquido calentado o semifluido.
2. Procesado de partículas: el material inicial es un polvo que se forma y calienta para darle una geometría deseada.
3. Procesos de deformación: el material inicial es un sólido dúctil (usualmente metal) que se deforma para formar la pieza.
4. Procesos de remoción de material: el material inicial es un sólido (dúctil o frágil) del cual se quita material para que la pieza resultante tenga la geometría deseada.⁷

⁷ <http://es.scribd.com/doc/53477055/PROCESOS-DE-MANUFACTURA>

2.4.2 Conformado

2.4.2.1 Procesos De Conformado

En el conformado de piezas las partes se pueden formar: por fundición y colada, por deformación plástica, por maquinado, por ensamble y unión.

a) Por Deformación Plástica

Es un proceso de formación por el cual un material en estado sólido cambia su forma, esto es posible por la aplicación de esfuerzos mayores que el límite de fluencia pero menores que el límite de rotura como flexión, compresión, cizallado y tensión ya sea por formado en frío o en caliente.

b) Por Maquinado

Este proceso se utiliza para conformar partes de materiales, es preciso y puede producir una tersura de superficie difícil de lograr con otros procesos de formación, se lleva a cabo su forma con el uso de una herramienta de corte.⁸

2.4.2.2 Conformado Mecánico Por Deformación Plástica

El Conformado Mecánico es un proceso de deformación plástica que sirve para obtener piezas en estado sólido, que de manera útil aprovecha las propiedades mecánicas y tecnológicas de los metales como es la maleabilidad y la ductilidad.

⁸ **KASANAS, H.C.** *Procesos Básicos de Manufactura*. EPN

Clasificación del Conformado Mecánico:

- Por la temperatura de conformado en frío o en caliente (por sobre o debajo de la temperatura de re cristalización).
- Por la forma final de la pieza.
- Por el estado de esfuerzos durante el conformado.
- Por el tipo de esfuerzos durante el conformado.
- Por el tamaño de la zona deformada; localizada o general.
- Por la velocidad de deformación.
- Por la operación de conformado primario y secundario.

2.4.2.3 Clasificación de los procesos de conformado de acuerdo a los esfuerzos

Los procesos de conformado mecánico de acuerdo al estado de tensiones o fuerzas aplicadas a las piezas durante el conformado, se clasifican en:

- Proceso de compresión directa: forjado, laminado.
- Proceso de compresión indirecta: trefilado y extrusión.
- Proceso de tracción: estirado.
- Proceso de flexión: doblado (plegado, rolado, perfilado, embutido, repujado).
- Proceso de corte: cizallado y punzonado.
- Proceso de torsión: para la construcción de resortes helicoidales.⁹

⁹ **DON BOSCO**, (1999) *Curso Básico de Matricería*. ITS, Folleto

2.4.2.4 Conformado en frío

Cuando a un metal se le trabaja en frío, se requieren grandes fuerzas, pero el esfuerzo propio del metal se incrementa permanentemente. Se dice que un material es conformado en frío, cuando la temperatura de deformación no llega a producir cambios en su micro-estructura.

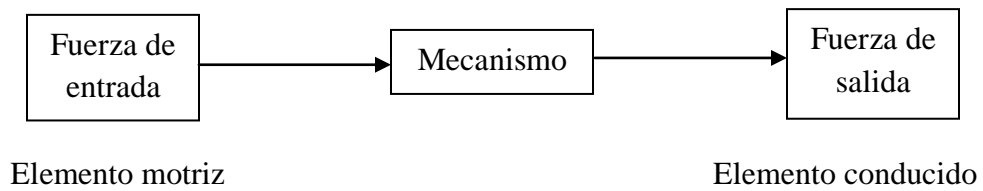
Efectos:

- Proporcionan mejor precisión, tolerancias más estrechas.
- Buenos acabados superficiales.
- El incremento de la resistencia y dureza de la parte deformada.
- Requiere mayor potencia que el trabajo en caliente para desempeñar las operaciones.
- Se debe tener cuidado para asegurar que las superficies de la pieza de trabajo inicial estén libres de incrustaciones y suciedad.
- La ductilidad y el endurecimiento por deformación del metal de trabajo limitan la cantidad de formado que se puede hacer sobre la pieza.¹⁰

2.4.3 Mecanismos

Un mecanismo es un dispositivo que transforma el movimiento producido por un elemento motriz (fuerza de entrada) en un movimiento deseado de salida (fuerza de salida) llamado elemento conducido.

¹⁰ AVNER SIDNEY, H. *Introducción a la Metalurgia Física*. EPN. 2da Edición



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 podemos 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. Como el de un péndulo.

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.

Los mecanismos de transformación son aquellos en los que el elemento motriz y el conducido tienen distinto tipo de movimiento.

2.4.3.1 Mecanismos de transmisión del movimiento

Como su nombre indica, transmiten el movimiento desde un punto hasta otro distinto, siendo en ambos casos el mismo tipo de movimiento. Tenemos, a su vez, dos tipos:

1. Mecanismos de transmisión lineal: en este caso, el elemento de entrada y el de salida tienen movimiento lineal.
2. Mecanismos de transmisión circular: en este caso, el elemento de entrada y el de salida tienen movimiento circular.

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.

a) Palanca

Es un sistema de transmisión lineal. La palanca es una barra rígida que gira en torno a un punto de apoyo o articulación. En un punto de la barra se aplica una fuerza con el fin de vencer una resistencia.

Hay tres tipos de palanca según donde se encuentre el punto de apoyo, la fuerza y la resistencia.

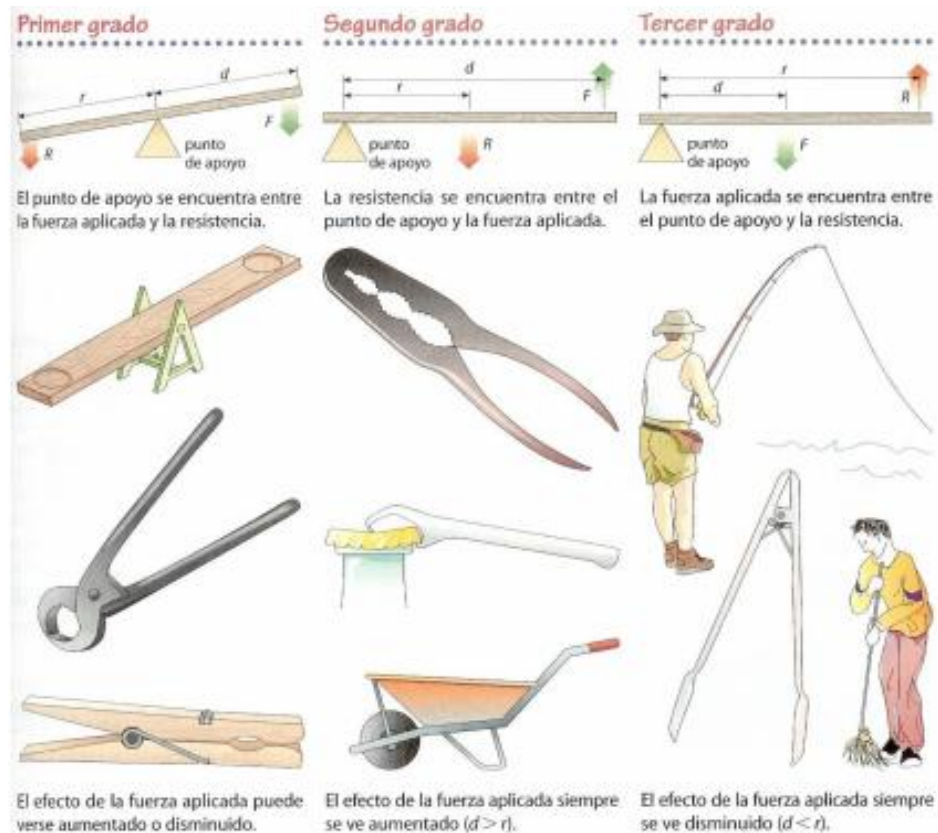


FIGURA 2.2 Tipos de palanca

FUENTE: http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/06/mecanismos_teor%C3%ADa_2eso.pdf

b) Sistemas de poleas

Una polea es una rueda con una ranura que gira alrededor de un eje por la que se hace pasar una cuerda que permite vencer una resistencia de forma cómoda aplicando una fuerza. De este modo podemos elevar pesos hasta cierta altura. Es un sistema de transmisión lineal, pues el movimiento de entrada y salida es lineal.

Tenemos tres casos:

- Polea fija:

La polea fija, como su nombre indica consta de una sola polea fija a algún lugar. La fuerza que debo aplicar para vencer una resistencia es tal que:

$$\text{Fuerza} = \text{Resistencia}$$

$$\text{Ec. (2.1)}$$

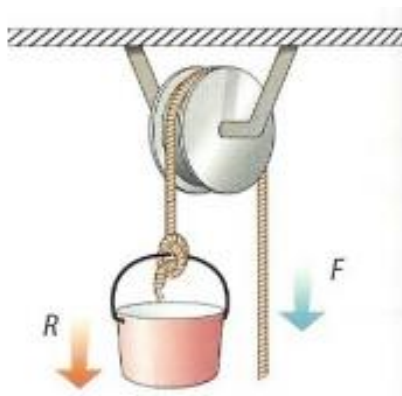


FIGURA 2.3 Polea fija

FUENTE:http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/06/mecanismos_teor%C3%ADa_2eso.pdf

- **Polea móvil**

Es un conjunto de dos poleas, una de las cuales es fija y la otra móvil. En una polea móvil la fuerza que debo hacer para vencer una resistencia se reduce a la mitad. Por ello, este tipo de poleas permite elevar más peso con menos esfuerzo.

$$\text{Fuerza} = \text{Resistencia} / 2$$

$$\text{Ec. (2.2)}$$

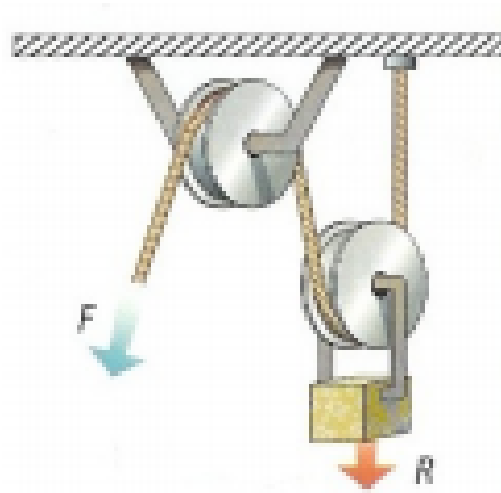


FIGURA 2.4 Polea móvil

FUENTE:http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/06/mecanismos_teoria_2eso.pdf

- **Polipasto**

Es un tipo de polea móvil con un número par de poleas, la mitad son fijas y la otra mitad son móviles. En un polipasto, si quiero vencer una resistencia R debo hacer una fuerza mucho menor, de modo que

$$\text{Potencia} = \text{Resistencia} / 2^n$$

Ec. (2.3)

Dónde:

n = es el número de poleas móviles

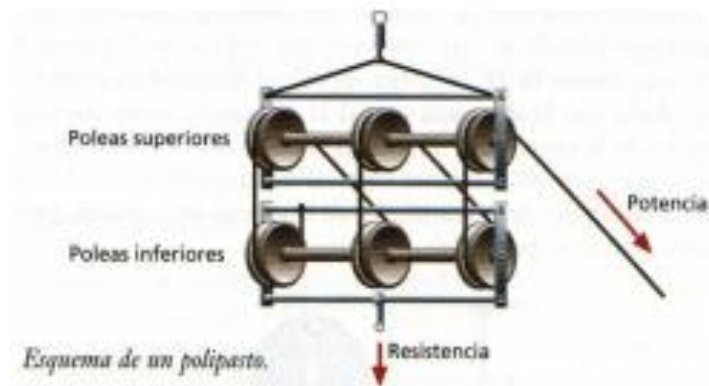


FIGURA 2.5 Polipasto

FUENTE:http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/06/mecanismos_teor%C3%ADa_2eso.pdf

c) Sistema de ruedas de fricción

Consisten en dos ruedas que se encuentran en contacto. Es un sistema de transmisión circular. Pues la rueda de entrada (motriz) transmite el movimiento circular a una rueda de salida (conducida). El sentido de giro de la rueda conducida es contrario al de la rueda motriz y, siempre, la rueda mayor gira a menor velocidad que la otra. No están muy extendidas porque son incapaces de transmitir mucha potencia, pues se corre el riesgo de que patinen las ruedas.

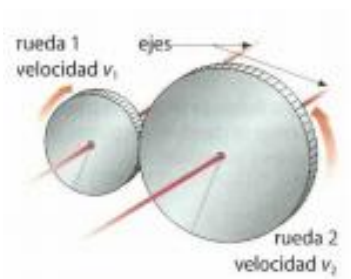


FIGURA 2.6 Sistema de ruedas de fracción

FUENTE:http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/06/mecanismos_teor%C3%ADa_2eso.pdf

d) Sistemas de poleas con correa

Se trata de dos ruedas situadas a cierta distancia, que giran a la vez por efecto de una correa. Las correas suelen ser cintas de cuero flexibles y resistentes.



FIGURA 2.7 Sistemas de poleas con correa

FUENTE:http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/06/mecanismos_teor%C3%ADa_2eso.pdf

Según el tamaño de las poleas tenemos dos tipos:

1. Sistema reductor de velocidad: En este caso, la velocidad de la polea conducida (o de salida) es menor que la velocidad de la polea motriz (o de entrada). Esto se debe a que la polea conducida es mayor que la polea motriz.

2. Sistema multiplicador de velocidad: En este caso, la velocidad de la polea conducida es mayor que la velocidad de la polea motriz. Esto se debe a que la polea conducida es menor que la polea motriz.

e) Transmisión por engranajes

Los engranajes son ruedas dentadas que encajan entre sí, de modo que, unas ruedas transmiten el movimiento circular a las siguientes.

El tamaño de los dientes de todos los engranajes debe ser igual.

Los engranajes giran de modo que, los más pequeños giran a mayor velocidad, de modo similar al caso del sistema de poleas con correa. En este caso, en lugar de tener en cuenta el diámetro de la polea, se tienen en cuenta el número de dientes de cada rueda.



FIGURA 2.8 Transmisión por Engranaje

FUENTE:http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/06/mecanismos_teor%C3%ADa_2eso.pdf

Normalmente al engranaje mayor se le llama rueda y al menor piñón.

Al igual que con el sistema de poleas con correa, hay dos tipos de sistemas de transmisión por engranajes.

a) Reductor: El piñón es el engranaje motriz y la rueda es el engranaje conducido. En este caso, la velocidad de salida (rueda) es menor que la velocidad de entrada (piñón).

b) Multiplicador: El piñón es el engranaje conducido y la rueda es el engranaje motriz. En este caso, la velocidad de salida (piñón) es mayor que la velocidad de entrada (rueda).

f) Tren de sistema de poleas y engranajes

Un tren de un sistema de poleas con correa consiste en la combinación de más de dos poleas.

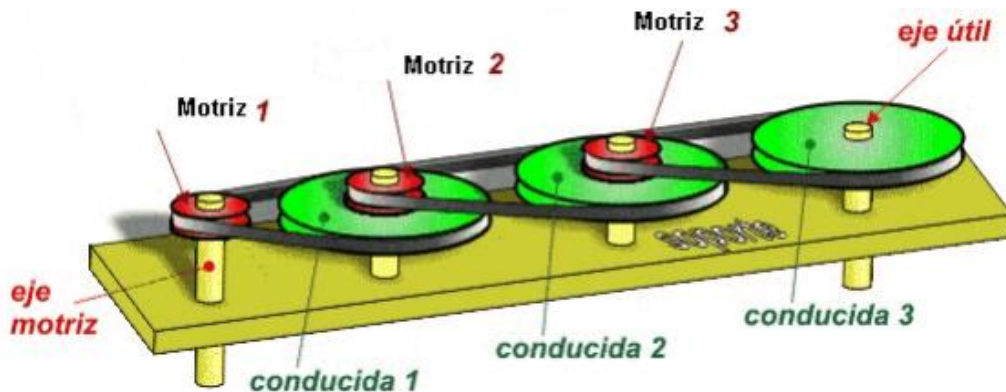


FIGURA 2.9 Tren de sistemas de poleas y engranajes

FUENTE:http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/06/mecanismos_teoria_2eso.pdf

g) Engranajes con cadena

Este sistema de transmisión consiste en dos ruedas dentadas de ejes paralelos, situadas a cierta distancia la una de la otra, y que giran a la vez por efecto de una cadena que engrana a ambas. Es el mecanismo que emplean las bicicletas.

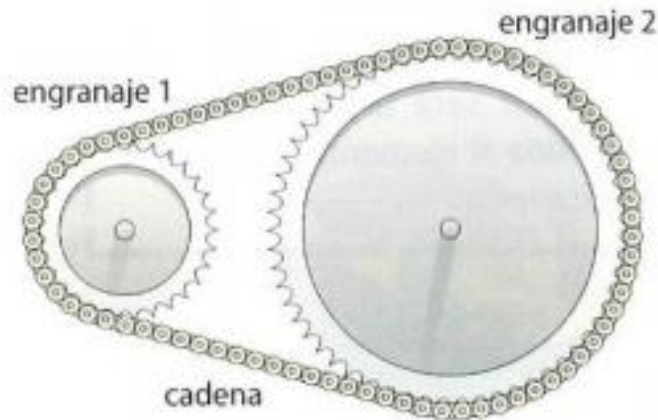


FIGURA 2.10 Engranajes con cadenas

FUENTE:http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/06/mecanismos_teoria_2eso.pdf

h) Tornillo sinfín

Se trata de un tornillo que se engrana a una rueda dentada, cuyo eje es perpendicular al eje del tornillo. Por cada vuelta del tornillo sinfín acoplado al eje motriz, la rueda dentada acoplada al eje de arrastre gira un diente.

Este sistema tiene una relación de transmisión muy baja, es decir, es un excelente reductor de velocidad.

El elemento motriz es el tornillo y el elemento conducido es la rueda dentada.
NUNCA A LA INVERSA.

Si la rueda de salida tiene Z dientes, la relación de transmisión de este sistema se calcula como

$$i = 1/Z \qquad \text{Ec. (2.4)}$$

Dónde:

i = relación de transmisión

z = número de dientes¹¹

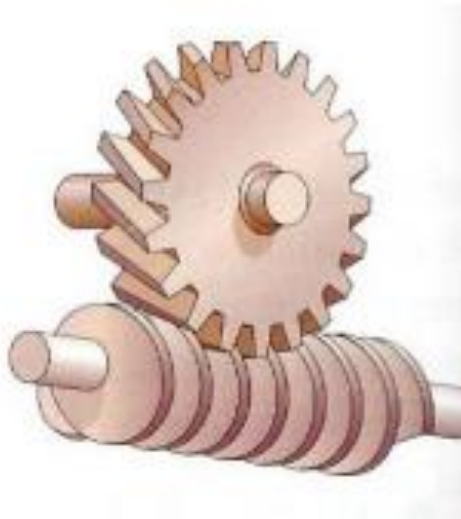


FIGURA 2.11 Tornillo sinfín

FUENTE:http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/06/mecanismos_teorias_2eso.pdf

¹¹ http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/06/mecanismos_teorias_2eso.pdf

2.4.4 Automatización Industrial

Automatización es el uso de sistemas de control y de tecnología informática para reducir la necesidad de la intervención humana en un proceso. En el enfoque de la industria, automatización es el paso más allá de la mecanización en donde los procesos industriales son asistidos por maquinas o sistemas mecánicos que reemplazan las funciones que antes eran realizada por animales. Mientras en la mecanización los operadores son asistidos con maquinaria a través de su propia fuerza y de su intervención directa, en la automatización se reduce de gran manera la necesidad mental y sensorial del operador. De esta forma presenta grandes ventajas en cuanto a producción más eficiente y disminución de riesgos al operador.

Ventajas de la automatización

Las principales ventajas de aplicar automatización a un proceso son:

- Reemplazo de operadores humanos en tareas repetitivas o de alto riesgo.
- Reemplazo de operador humano en tareas que están fuera del alcance de sus capacidades como levantar cargas pesadas, trabajos en ambientes extremos o tareas que necesiten manejo de una alta precisión
- Incremento de la producción. Al mantener la línea de producción automatizada, las demoras del proceso son mínimas, no hay agotamiento o desconcentración en las tareas repetitivas, el tiempo de ejecución se disminuye considerablemente según el proceso.

La automatización de un nuevo producto requiere de una inversión inicial grande en comparación con el costo unitario del producto, sin embargo mientras la producción

se mantenga constante esta inversión se recuperara, dándole a la empresa una línea de producción con altos índice de ingresos.¹²

Partes de un sistema automatizado

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte de Mando
- Parte Operativa

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

La Parte de Mando suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

¹² http://www.rocatek.com/forum_automatizacion_industrial.php

Objetivo de la Automatización

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.¹³

Tipos de Automatización Industrial

Existen cinco formas de automatizar en la industria moderna, de modo que se deberá analizar cada situación a fin de decidir correctamente el esquema más adecuado.

Los tipos de automatización son:

- Control Automático de Procesos
- El Procesamiento Electrónico de Datos
- La Automatización Fija
- El Control Numérico Computarizado

¹³ http://www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm

- La Automatización Flexible.

El Control Automático de Procesos, se refiere usualmente al manejo de procesos caracterizados de diversos tipos de cambios (generalmente químicos y físicos); un ejemplo de esto lo podría ser el proceso de refinación de petróleo.

El Proceso Electrónico de Datos frecuentemente es relacionado con los sistemas de información, centros de cómputo, etc. Sin embargo en la actualidad también se considera dentro de esto la obtención, análisis y registros de datos a través de interfaces y computadores.

La Automatización Fija, es aquella asociada al empleo de sistemas lógicos tales como: los sistemas de relevadores y compuertas lógicas; sin embargo estos sistemas se han ido flexibilizando al introducir algunos elementos de programación como en el caso de los (PLC'S) O Controladores Lógicos Programables.

La automatización fija se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.

La Automatización Programable se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a la variaciones de configuración del producto; ésta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

Por su parte la Automatización Flexible es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada.¹⁴

2.4.5 Tiempo de operación

El tiempo que realmente se está trabajando en un producto o servicio: durante la fase de diseño o de fabricación, o el tiempo que una orden realmente está procesándose. Típicamente, el tiempo de operación es un fragmento pequeño del tiempo de procesamiento y del tiempo de entrega.

Consiste en cuatro fases básicas:

- PLAN: Planifica
- DO: Realiza
- CHECK: Comprobar, estudia
- ACT: actúa.

Puede ayudar a la gerencia en la mejora y la innovación de procesos (es decir, ayudar a reducir la diferencia entre lo que el cliente necesita y el rendimiento del proceso).¹⁵

¹⁴ <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/automatizacion-en-procesos-como-mejores-practicas.htm>

¹⁵ <http://ingenieriametodos.blogspot.com/2009/03/terminos-filosofia-lean-parte-xiv.html>

2.4.6 Cizalla

Proceso de corte

El corte es un proceso de conformado plástico sin arranque de viruta que sirve para la preparación y acabado en la fabricación de piezas metálicas. En la operación un pequeño volumen de metal es deformado plásticamente hasta que se produce la fractura del mismo, este proceso influye al: cizallado y punzonado.

Cizallado

Es un proceso de conformado mecánico por corte, el cual implica al metal a someterlo a tensiones cortantes arriba de su resistencia, hasta obtener la superficie del metal. Esto se lo realiza por medio de guillotinas.

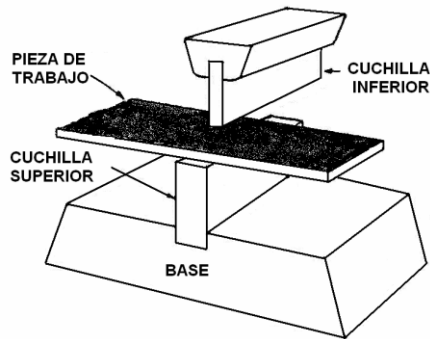


FIGURA 2.12 Proceso de Cizallado

FUENTE: ITS “Don Bosco” Curso Básico de Matricería

Además es la operación de corte del metal mediante dos cuchillas en una cizalla o tijera, en esta operación una tira de metal se deforma hasta el punto de llegar a romperse en las superficies en contacto con las cuchillas, la fractura inicial se propaga hacia el interior hasta producirse el corte completo, el cizallado es relacionado

directamente con la ductilidad del metal, en los materiales frágiles la penetración es solo una pequeña fracción del espesor, pero en los dúctiles puede ser algo mayor, el juego entre las cuchillas es muy importante en el cizallado porque si el juego es insuficiente la fractura es rasgada y la energía necesaria para efectuar el corte es mayor, si el juego es excesivo hay más distorsión en el borde y también la energía será mayor, ya que necesita deformar un mayor volumen de material, además que se producen con mayor facilidad rebabas, la deformación plástica que pueden soportar los materiales frágiles sin que se produzca la fractura en el corte es pequeña.¹⁶



FIGURA 2.13 Cizalla pequeña de fuerza y cizalla manual de palanca

FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/46203173/INFORME-4>

Punzonado

Es un proceso de conformado mecánico que consiste en practicar sobre una chapa un agujero de forma determinada, mediante una estampa apropiada.¹⁷

¹⁶ <http://es.scribd.com/doc/46203173/INFORME-4>

¹⁷ **DON BOSCO**, (1999) *Curso Básico de Matricería*. ITS, Folleto

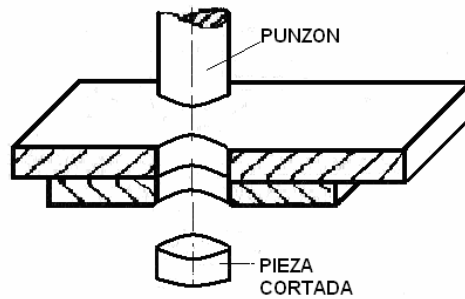


FIGURA 2.14 Proceso de Punzonado

FUENTE: ITS “Don Bosco” Curso Básico de Matricería

Método de trabajo (principio de funcionamiento)

Como ya se ha mencionado, las cizallas de guillotina para metales son máquinas utilizadas para operaciones de corte de metales (hierro, acero, aluminio, etc.) de espesores hasta 25 mm., y con una velocidad de corte de hasta 120 golpes por minuto.

El corte es efectuado por una estampa de corte formada por dos cuchillas, las cuales disponen normalmente de cuatro ángulos de corte.

La cuchilla inferior va sujeta a la mesa y la superior, bien a la corredera si se trata de cizallas de guillotina con cuello de cisne o al puente porta-cuchillas si son cizallas sin cuello de cisne.

La técnica del proceso consiste en:

- Colocación sobre la mesa de la chapa a cortar.

- Situación de la chapa en posición de corte (operación que se realiza con la ayuda de reglas graduadas situadas en los soportes delanteros y la galga de tope trasero o bien con la lectura de indicadores automáticos).
- Accionamiento de la corredera, (con lo que descienden automáticamente el pisón y la cuchilla, ésta con un retraso sobre el pisón y se efectúa el corte de la chapa).
- La chapa una vez cortada cae por la parte posterior de la máquina al suelo o bien dentro de un sistema de recogida dispuesto para tal fin y la corredera queda inmovilizada en el punto superior.
- Un nuevo ciclo puede ser iniciado.

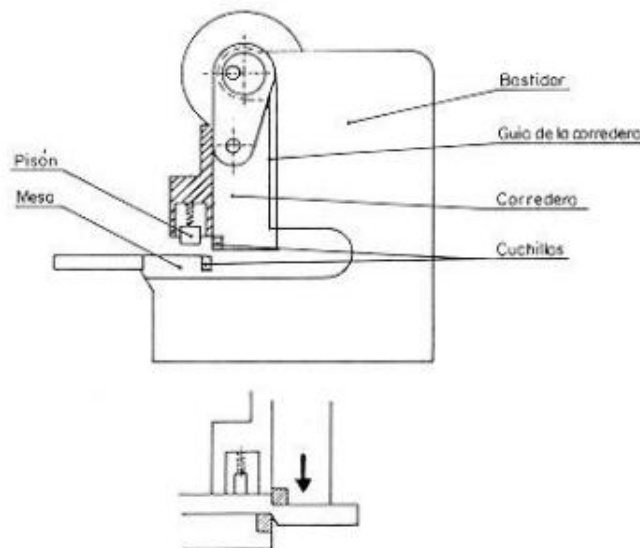


FIGURA 2.15 Esquema principio de funcionamiento

FUENTE:http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_153.pdf

Riesgos específicos derivados del funcionamiento

Los riesgos específicos derivados de las diversas operaciones realizadas con cizallas guillotinas se pueden concretar en:

A. Corte y/o amputaciones por atrapamiento entre las cuchillas

Las causas que pueden actualizar este riesgo pueden ser:

1. Accesibilidad a la zona de corte por carecer la misma de protección adecuada, tanto por la cara frontal como por la posterior.
2. Accionamiento involuntario de la máquina.
3. Introducción de las manos en la zona de operación de la máquina al alimentar o rectificar la posición de la pieza.

B. Aplastamiento de las manos entre el pisón y la pieza a cortar

Causas:

1. Introducción de las manos en la zona de operación del pisón al colocar o rectificar la posición de la pieza a cortar.
2. Accionamiento involuntario de la máquina.¹⁸

2.4.7 Tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta para la medición de trabajo.

¹⁸http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_153.pdf

Estudios de tiempos:

Actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Estudios de movimientos

Análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo.

Objetivos del estudio de tiempos

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizan los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad del estudio de movimientos.
- Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

El estudio de tiempos

Requerimientos:

- Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.
- El método a estudiar debe haberse estandarizado.
- El empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato.
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación.
- El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato pre impreso y una calculadora. Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal.
- La actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.

Tomando los tiempos: hay dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, el continuo y el de regresos a cero.

El método continuo.- se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil.

El método de regresos a cero.- el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

El estudio de movimientos

El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micros movimientos. El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas.

Dentro del estudio de movimientos hay que resaltar los movimientos fundamentales:

TABLA 2.1 Therblig's

Therblig's efectivos		
Therblig's	Símbolo	Descripción
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; por lo general en esta tarea se toma el objeto y luego se suelta y así sucesivamente.
Mover	M	Movimiento con la mano llena, el tiempo depende del peso, la distancia y el tipo de movimiento.
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor del objeto, este tipo de movimiento empieza al momento de que los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando está bien sujeto el objeto.
Soltar	S	Dejar el control de un objeto
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior, casi siempre ocurre junto con mover.
Usar	U	Manipular, utilizar una herramienta al usarla para lo que fue hecha.
Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas

Desensamblar	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas
Therblig's no efectivos No ayudan al trabajo, por lo tanto hay que eliminarlos		
Therblig's	Símbolo	Descripción
Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto, este movimiento inicia al momento de mover los ojos para localizar el objeto.
Seleccionar	SE	Elegir un artículo entre varios.
Posicionar	P	Orientar un objeto durante el trabajo.
Inspeccionar	I	Comparar un objeto con el estándar, casi siempre con la vista.
Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción, por lo general se detecta como una duda antes del movimiento
Retraso inevitable	RI	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo la mano izquierda espera mientras derecha termina un alcance más lejano.
Retraso evitable	R	Solo el operario es responsable del tiempo ocioso.
Descanso para contrarrestar la fatiga	D	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos. Depende de la naturaleza del trabajo.
Sostener	SO	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

FUENTE:http://www.sappiens.com/castellano/articulos.nsf/Emprendedores/El_estudio_de_tiempos_y_movimientos/134533158ED9E15B41256B27004E4709!opendocument

Estos movimientos se dividen en eficientes e ineficientes así:

Eficientes o efectivos

- De naturaleza física o muscular: alcanzar, mover, soltar y pre colocar en posición.
- De naturaleza objetiva o concreta: usar, ensamblar y desensamblar.

Ineficientes o inefectivos

- Mentales o Semimentales: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar y planear.
- Retardos o dilaciones: retraso evitable, retraso inevitable, descansar y sostener.

2.4.7.1 Los principios de la economía de los movimientos

Hay tres principios básicos, los relativos al uso del cuerpo humano, los relativos a la disposición y condiciones en el sitio de trabajo y los relativos al diseño del equipo y las herramientas.

Los relativos al uso del cuerpo humano

- a. Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso.
- b. Los movimientos de las manos deben ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose a éste.

- c. Siempre que sea posible deben aprovecharse el impulso o ímpetu físico como ayuda al trabajador y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante un esfuerzo muscular.
- d. Son preferibles los movimientos continuos en línea recta en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.
- e. Deben emplearse el menor número de elementos o therbligs y éstos se deben limitar de más bajo orden o clasificación posible. Estas clasificaciones, enlistadas en orden ascendente del tiempo y el esfuerzo requeridos para llevarlas a cabo, son:
- Movimientos de dedos.
 - Movimientos de dedos y muñeca.
 - Movimientos de dedos, muñeca y antebrazo.
 - Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo y brazo.
 - Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo, brazo y todo el cuerpo.
- f. Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos. Hay que reconocer que los movimientos simultáneos de los pies y las manos son difíciles de realizar.
- g. Los dedos cordial y pulgar son los más fuertes para el trabajo. El índice, el anular y el meñique no pueden soportar o manejar cargas considerables por largo tiempo.
- h. Los pies no pueden accionar pedales eficientemente cuando el operario está de pie.
- i. Los movimientos de torsión deben realizarse con los codos flexionados.
- j. Para asir herramientas deben emplearse las falanges o segmentos de los dedos, más cercanos a la palma de la mano

Los relativos a la disposición y condiciones en el sitio de trabajo

- a. Deben destinarse sitios fijos para toda la herramienta y todo el material, a fin de permitir la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir los therblings buscar y seleccionar.
- b. Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento para reducir los tiempos alcanzar y mover; asimismo, conviene disponer de expulsores, siempre que sea posible, para retirar automáticamente las piezas acabadas.
- c. Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical.
- d. Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario, en que sea posible tener la altura apropiada para que el trabajo pueda llevarse a cabo eficientemente, alternando las posiciones de sentado y de pie.
- e. Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuados.
- f. Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo, para reducir al mínimo la fijación de la vista.
- g. Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación y el trabajo debe organizarse de manera que permita obtener un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.

Los relativos al diseño del equipo y las herramientas

- a. Deben efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples con las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola, o bien disponiendo operaciones múltiples en los dispositivos alimentadores, si fuera el caso (por ejemplo, en tornos con carro transversal y de torreta hexagonal).

- b. Todas las palancas, manijas, volantes y otros elementos de control deben estar fácilmente accesibles al operario y deben diseñarse de manera que proporcionen la ventaja mecánica máxima posible y pueda utilizarse el conjunto muscular más fuerte.
- c. Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción.
- d. Investíguese siempre la posibilidad de utilizar herramientas mecanizadas (eléctricas o de otro tipo) o semiautomáticas, como aprieta tuercas y destornilladores motorizados y llaves de tuercas de velocidad, etc...¹⁹

2.4.8 Productividad

Se considera, que el mejoramiento de la productividad es el motor que está detrás del progreso económico y de las utilidades de la corporación. La productividad también es esencial para incrementar los salarios y el ingreso personal. Un país que no mejora su productividad pronto reducirá su estándar de vida.

Productividad se usa para promover un producto o servicio, como si fuera una herramienta de comercialización

"Productividad es el cociente que se obtiene de dividir la producción por uno de los factores de la producción".

¹⁹http://www.sapiens.com/castellano/articulos.nsf/Emprendedores/El_estudio_de_tiempos_y_movimientos/134533158ED9E15B41256B27004E4709!opendocument

De esta forma es posible hablar de la productividad de capital, de mano de obra, de materia prima, etc.

En términos cuantitativos, la producción es la cantidad de productos que se produjeron, mientras que la productividad es la razón entre la cantidad producida y los insumos utilizados.

$$\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Insumos} \quad \text{Ec. (2.5)}$$

$$\text{Productividad} = \text{Resultados logrados} / \text{Recursos empleados}$$

La productividad implica la mejora del proceso productivo, la productividad aumenta cuando:

- Existe una reducción de los insumos mientras las salidas permanecen constantes.
- Existe un incremento de las salidas, mientras los insumos permanecen constantes.

La productividad es una combinación de efectividad más eficiencia ya que está relacionada con el desempeño y la utilización de recursos.

Otra forma de medir la productividad es:

$$\text{Productividad} = \text{Efectividad} / \text{Eficiencia} \quad \text{Ec (2.6)}$$

2.4.8.1 Tipos de productividad.

La productividad se puede englobar en tres etapas básicas:

a) Productividad parcial.

Es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo.

b) Productividad de factor total.

Es la razón entre la productividad neta o valor añadido y la suma asociada de los: insumos, mano de obra y capital.

c) Productividad total.

Es la relación entre la producción total y la suma de todos los factores de insumo.

2.4.8.2 Factores que afectan a la productividad.

Entre los factores tenemos: factores externos, de producto, de proceso, de capacidad e inventarios, de fuerza de trabajo y de calidad.

a) Factores externos.

Incluyen la regulación del gobierno, competencia y demanda, están fuera del control de la empresa, estos factores pueden afectar tanto al volumen de la salida como a la distribución de la entrada.

Reglamentación del Gobierno. La legislación obrera, las leyes proteccionistas y las reglamentaciones fiscales inciden directamente o indirectamente sobre la productividad.

La reglamentación para proporcionar equilibrio entre el progreso industrial y las metas sociales deseadas, como un medio ambiente más limpio y lugares de trabajo más seguros no se consideran contraproducentes. Cualquier intento de reglamentar áreas diferentes de estas resulta generalmente conflictivo y confuso.

b) De producto.

Es un factor que puede influir grandemente en la productividad, usualmente se reconoce que la investigación y desarrollo conducen a nuevas tecnologías las cuales mejoran la productividad.

c) Proceso.

Estos factores incluyen flujo del proceso, automatización, equipo y selección de tipos de proceso. Si el tipo de proceso no se selecciona adecuadamente de acuerdo al producto y al mercado, pueden resultar deficiencias. Dentro de un proceso dado existen muchas formas de organizar el flujo de información, el material y los clientes. Estos flujos se pueden mejorar con nuevos equipos de análisis de flujos de procesos, con incrementos en la productividad.

d) De capacidad e inventarios.

La capacidad en exceso, es con frecuencia, un factor que contribuye a reducir la productividad, la capacidad casi nunca puede ajustarse a la demanda, pero la

planeación cuidadosa de la capacidad puede reducir tanto la capacidad en exceso como la capacidad insuficiente.

El inventario puede ser un impedimento o una ayuda para la productividad de una empresa. Muy poco inventario puede conducir a la pérdida de ventas, volumen reducido y productividad más baja; demasiado inventario producirá costos más elevados de capital y menor productividad. La solución a este problema, para empresas con manufactura repetitiva son los sistemas de inventarios justo a tiempo.

e) Fuerza de trabajo y de calidad.

La fuerza de trabajo es tal vez el más importante de todos, está asociado a un gran número de subfactores: selección y ubicación, capacitación, diseño del trabajo, supervisión, estructura organizacional, remuneraciones, objetivos y sindicatos.

f) La calidad.

Con respecto a la calidad, se sabe que una baja calidad conduce a una productividad pobre. La prevención de errores y el hacer las cosas bien desde la primera vez son dos de los estimulantes más poderosos tanto para la calidad como para la productividad.

Medición de la productividad.

La diversidad de funciones, medidas, interpretaciones y usos de la información sobre la productividad es tan grande que debemos manejar los aspectos de medición de la productividad en cuatro niveles diferentes:

Internacional, Nacional, Sector Industrial y Empresas.²⁰

2.5 Hipótesis

¿Con el apropiado proceso de conformado en cizalla se optimiza tiempos de operación en plantillas de calzado de tol?

2.6 Variables

2.6.1 Señalamiento de variables

Variable independiente: Proceso de conformado en plantillas de calzado.

Variable dependiente: Optimizar tiempos de operación.

Enlace: De 1 mm de espesor para

²⁰ http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/produccion1/tema2_2.htm

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

La presente investigación será predominantemente cuantitativa ya que es un problema relacionado con diversos productos o subproductos; es decir a través del estudio de campo se procederá a recoger los datos, los mismos que serán tabulados para obtener los resultados que serán presentados en forma objetiva a través de gráficos.

3.2 Modalidad básica de la investigación

Dentro del proceso investigativo se utilizará las siguientes modalidades de investigación:

3.2.1. De campo

Según **Sonia Guato (2005:56-57)** la investigación de campo “Es el estudio sistemático de hechos en el lugar en que se producen los acontecimientos.

Se realizará en la microempresa y por su naturaleza nos sirve para la toma de decisiones y el planteamiento de la propuesta alternativa de solución. Lo que permitirá al investigador tomar contacto en forma directa con la realidad para obtener información de acuerdo a los objetivos del proyecto.

3.2.2. Bibliográfica – documental

Según **María Luisa Martínez (2009: Internet)**, “La investigación bibliográfica - documental es una operación previa a otras operaciones del análisis documental como la catalogación, la indización y la clasificación.

Describir un documento es identificarlo y dar información sobre su título, soporte, tema, características externas, etc. Y es necesario que exista algún tipo de ley que fije la cantidad de información, el número y orden de elementos que deben describirse, la puntuación y signos que deben emplearse en la descripción etc.”

Éste tipo de investigación se utilizará con el objetivo de conocer, comparar, profundizar y deducir diferentes autores sobre los sistemas de control, basándose en documentos (fuentes primarias), o en libros, revistas, Internet y otras (fuentes secundarias).

3.3 Tipo de investigación

3.3.1. Exploratoria

Según **Roberto Hernández Sampieri y otros (2009: Internet)**, indica que “Si no existen investigaciones previas sobre nuestro objeto de estudio, y por lo tanto se requiere explorar e indagar, con el fin de alcanzar el objetivo planteado, se utilizará el tipo investigación exploratoria. Según esto se puede definir este tipo de exploración de la siguiente manera:

Explorar significa incursionar en un territorio desconocido. Por lo tanto, emprenderemos una investigación exploratoria cuando no conocemos el tema por investigar, o cuando nuestro conocimiento es tan vago e impreciso que nos impide sacar las más provisionarias conclusiones sobre qué aspectos son relevantes y cuáles no.”

3.3.2. Descriptiva

Osmar Horacio Saldaño (2009: Internet), menciona que “La investigación descriptiva estudia los fenómenos tal como aparecen en el presente, en el momento de realizarse el estudio. Se incluyen en esta modalidad gran variedad de estudios cuya finalidad es describir los fenómenos en el momento en que tienen lugar.”

Este método conocido también como memorando es muy fácil de utilizar y es flexible para adaptarlo a cualquier situación de la empresa, en él se describen las diferentes

actividades de los departamentos, funcionarios y empleados, que intervienen o comprenden el sistema.

El mecanismo representa el más importante puesto que este es la base de las utilidades. Solo por mencionar, las existencias de un producto vendible que no posee un control adecuada puede hacer que una empresa pequeña o mediana baje sus utilidades de forma brusca, es por eso que es de vital importancia tener un buen sistema de control así como también el saber administrarlos.

3.3.3. Explicativa

Según **Jesús Mendoza (2009: Internet)**, menciona que “La investigación explicativa intenta dar cuenta de un aspecto de la realidad, explicando su significatividad dentro de una teoría de referencia, a la luz de leyes o generalizaciones que dan cuenta de hechos o fenómenos que se producen en determinadas condiciones.

3.4 Operacionalización de variables

Variable Independiente: Proceso de conformado en plantilla de calzado

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIZACIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS
<p>Trabaja en la optimización de procesos industriales de conformado de materiales</p> <p>Cambia la forma de un material sólido, reduciendo efectos creados por procesos anteriores, otorgando nuevas características y mejorando así el producto final.</p>	<p>Procesos industriales de conformado</p>	<p>¿Qué tipo de proceso es el adecuado para conformar plantillas de calzado?</p>	<p>Facilidad de maniobrabilidad Maquinado Deformación plástica</p>	<p>Observación</p>
	<p>Características del producto final</p>	<p>¿Qué características debe poseer el producto final?</p>	<p>Uniformidad Desperdicios Reproceso</p>	<p>Observación</p>

Variable Dependiente: Optimizar tiempos de operación.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIZACIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS
<p>Es buscar la mejor manera de realizar una actividad con respecto a uno o más recursos como: tiempo de ejecución, consumo de energía, etc.</p> <p>La capacidad de gestionar bien el tiempo mejora la productividad y la competitividad de la empresa o microempresa.</p>	<p>Mejorar actividades</p> <p>Productividad</p>	<p>¿Cuáles son las actividades a realizarse?</p> <p>¿Es posible aumentar la productividad de la empresa?</p>	<p>Operaciones</p> <p>Movimiento y funcionamiento</p> <p>Número de unidades</p> <p>Calidad</p> <p>Producción</p> <p>Innovación</p>	<p>Observación</p> <p>Observación Bibliográfica</p>

3.5 Plan de recolección de información

Para el plan de recolección del proyecto que se está ejecutando, se lo realizará mediante la observación directa e indirecta de los hechos en el lugar que se está realizando.

3.6 Procesamiento y análisis

3.6.1 Plan de procesamiento de la información

- Revisión crítica de la información recogida.
- Tabulación de cuadros según variables de la hipótesis.
- Graficar: representar los resultados mediante gráficos estadísticos.
- Analizar e interpretar los resultados relacionándolos con las diferentes partes de la investigación, especialmente con los objetivos y la hipótesis.

3.6.2 Análisis e interpretación de resultados

- Es necesario que junto a cada grafica se escriba unas líneas con el análisis e interpretación del mismo en función de los objetivos de la hipótesis y de la propuesta que se va a incluir.
- Análisis de resultados estadísticos, destacando tendencia o relaciones fundamentales de acuerdo a los objetivos y la hipótesis.
- Comprobación de la Hipótesis (Medidas de tendencia central y dispersión)
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados

Con la observación podemos registrar los datos tanto manuales como con la implementación del sistema automático, para la determinación del tiempo que se tarda en realizar una plantilla de calzado #38 en tol de 1 mm de espesor. Con el cual nos permitirá verificar si el sistema propuesto es el apto para el beneficio y gran trabajo de la microempresa.

TABLA 4.1. Comprobación de tiempos de una plantilla de calzado #38 en material de tol de espesor de 1 mm. (Procedimiento manual.).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
Carrera: Ingeniería Mecánica Elaborado: David Aroca	
Número de prueba	Tiempo (segundos)
1	143.23

2	144.40
3	145.10
4	142.03
5	143.20
6	143.45
7	144.56
8	145.23
9	142.39
10	142.51

TABLA 4.2. Comprobación de tiempos de una plantilla de calzado #38 en material de tol de espesor de 1 mm. (Procedimiento automático tentativo)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
Carrera: Ingeniería Mecánica Elaborado: David Aroca	
Número de prueba	Tiempo (segundos)
1	141.12
2	142.38
3	144.01
4	141.30

5	142.25
6	141.50
7	143.15
8	144.33
9	141.45
10	141.55

4.2 Interpretación de resultados

Según los datos adquiridos de las pruebas realizadas tanto manuales como automatizadas del sistema corredera, se puede ver que la reducción del tiempo de corte de una plantilla #38 es considerable, sin exigir la máquina ni el herramental utilizado. Sus gráficas serán mostradas a continuación.

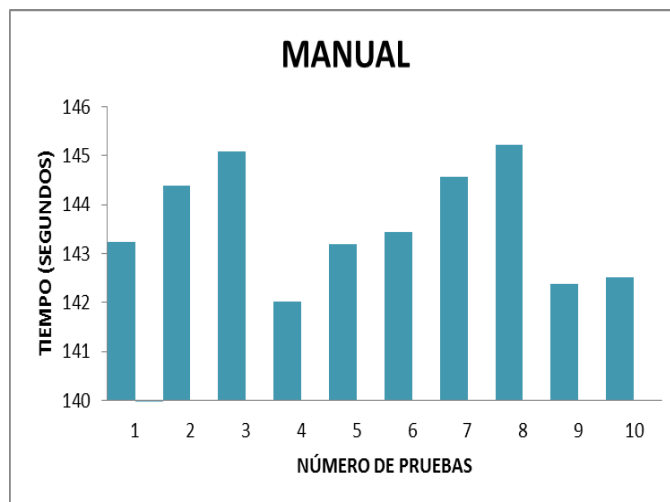


FIGURA 4.1. Datos manuales

FUENTE: Por el autor

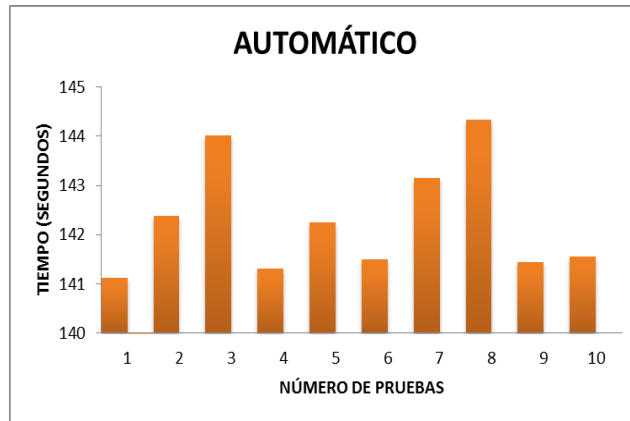


FIGURA 4.2. Datos automáticos

FUENTE: Por el autor

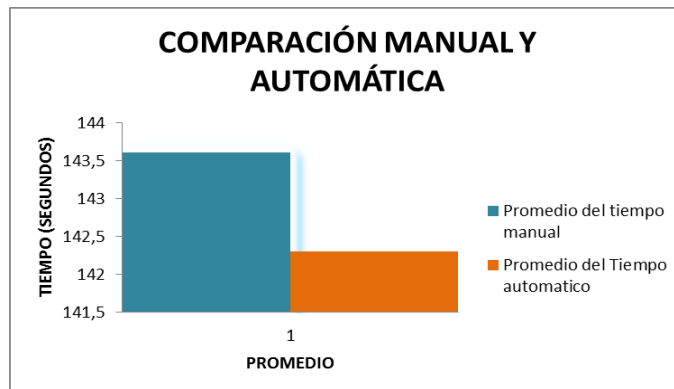


FIGURA 4.3. Tiempo manual y automático

FUENTE: Por el autor

4.3 Verificación de la Hipótesis

Con la implementación de la cizalla de conformado se logrará realizar un gran aumento en la producción de plantillas de tol de calzado #38, por lo que se satisfice

la necesidad de los clientes y permitirá mejorar la situación económica de la microempresa C&G.

Existirá además una mejora muy significativa en cuanto a la capacidad de producción de plantillas de tol.

4.3.1. Variable Independiente

Proceso de conformado en plantillas de calzado.

En lo referente al proceso de conformado son aquellos donde se busca generar formas a metales, de tal manera que su volumen y masa se conservan, y las partículas del este sean desplazadas de una posición a la otra. La importancia de estos procesos radica en los múltiples artículos y formas en metal que existen y su fabricación en serie, haciendo que su alta demanda dependa de las buenas características mecánicas que posee el material, al igual que su gran maleabilidad y ductilidad.

Obteniendo en si mejor resultado en las plantillas generadas.

4.3.2. Variable Dependiente

Optimizar tiempos de operación.

En la optimización de los tiempos de operación se considera lo referente a la capacidad de producción, sin menospreciar la calidad de las plantillas realizadas y su efectividad, ya que las exigencias en el mercado cada vez son mayores y su importancia en superar a las empresas de gran envergadura aumentan.

Provocando que se logre brindar un buen servicio y confianza en los clientes de la entrega de su producto.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

- Realizando la automatización del Sistema corredera en la cizalla de conformado de la microempresa C&G INGENIO INDUSTRIAL, se podrá observar que existe una considerable reducción del tiempo (1,306 seg) para la realización de plantillas en tol de 1mm de espesor.
- Es posible aumentar la capacidad de producción por la reducción de tiempo, teniendo en cuenta que su relación es directa.
- Entre los métodos que se pueden utilizar para realizar las plantillas existen diversos, pero se utilizará la cizalla, la cual es de fácil accesibilidad y uso beneficioso.
- Se concluyó que una de las propuestas para automatizar la máquina es por medio de la neumática, la cual es de fácil comprensión, precisión segura y accesible económicamente.
- Este Sistema permitirá disminuir la exposición del trabajador u operario a lesiones o accidentes laborales, mejorando su postura de trabajo y su manera al efectuar la operación.
- El problema que se presenta es muy común en la mayoría de las micro empresas y empresas de la metalmecánica.

5.2. Recomendaciones

- Es conveniente tener en cuenta un plan de mantenimiento adecuado, así como también realizar capacitación a los operarios.
- Es favorable utilizar un sistema neumático debido a que este brinda una transmisión sensible del movimiento y la fuerza que uno requiere.
- Tener en cuenta los requerimientos de la micro empresa, y los recursos con los que cuenta, como personal, material y equipo para poder ejecutarlo de una manera eficiente.
- Es fundamental recordar que los datos obtenidos en el Cap. 4 del procedimiento automático son tentativos.
- Se recomienda realizar el presente proyecto, con el que se obtendrá, un buen ambiente de trabajo, producción controlada, buena seguridad, aumento en la capacidad de producción y por ende mayores utilidades para la empresa.
- Una vez que se haya finalizado con la implantación de las mejoras planteadas en este estudio, y obteniendo los resultados deseados, es óptimo continuar con mejoras en las otras máquinas de la micro empresa.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

TEMA

“AUTOMATIZACIÓN EN EL SISTEMA CORREDERA PARA REALIZAR PLANTILLAS DE TOL #38 EN ESPESOR DE 1mm EN LA MICROEMPRESA C&G INGENIO INDUSTRIAL”

PROPUESTA

Para el proyecto que se realiza en la microempresa C&G como es la “AUTOMATIZACIÓN EN EL SISTEMA CORREDERA PARA REALIZAR PLANTILLAS DE TOL #38 EN ESPESOR DE 1mm”, será necesario utilizar elementos tanto eléctricos, electrónicos y neumáticos los cuales serán señalados a continuación:

- Booster neumático
- Electroválvula con selenoide de 5/2
- Compresor
- Sensor capacitivo

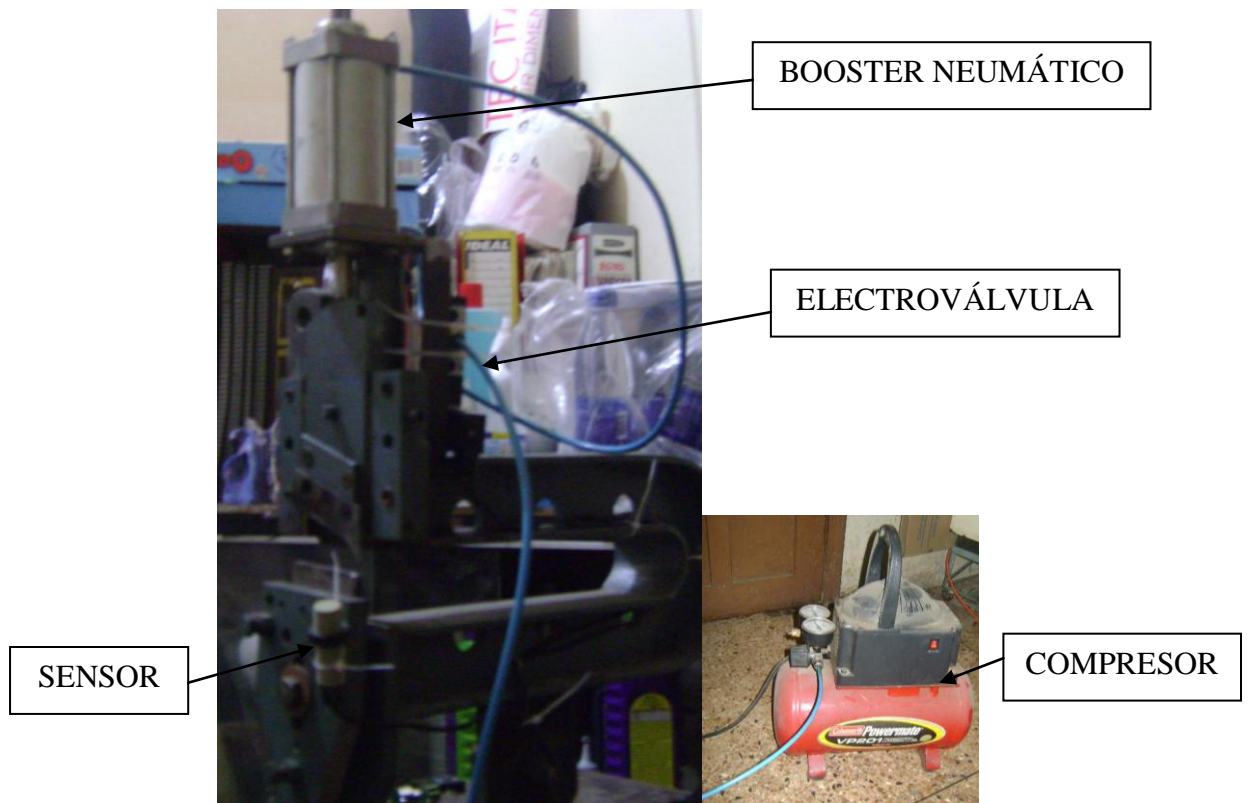


FIGURA 6.1 Esquema total

FUENTE: Por el Autor

6.1 Datos Informativos

En la Microempresa C&G la cizalla de conformado consta de las siguientes partes:

- **Bancada:** Pieza de fundición sobre la que descansa la máquina.
- **Bastidor:** Pieza de hierro que se apoya sobre la bancada y soporta la cuchilla.
- **Mesa:** Pieza de hierro sobre la que se apoya el material a cortar y a la que pueden fijarse accesorios como guías o escuadras.

- **Corredora o porta-cuchilla:** Pieza que se desplaza verticalmente a la mesa y aloja a la cuchilla móvil.
- **Cuchilla móvil:** Pieza de acero unida a la corredora diseñada para cortar el material.
- **Sistema mecánico:** Sistemas que permiten el funcionamiento de los diferentes órganos de la máquina.
- **Dispositivo de accionamiento:** Elemento de mando de la máquina que puede ser manual. (Palanca de mando).

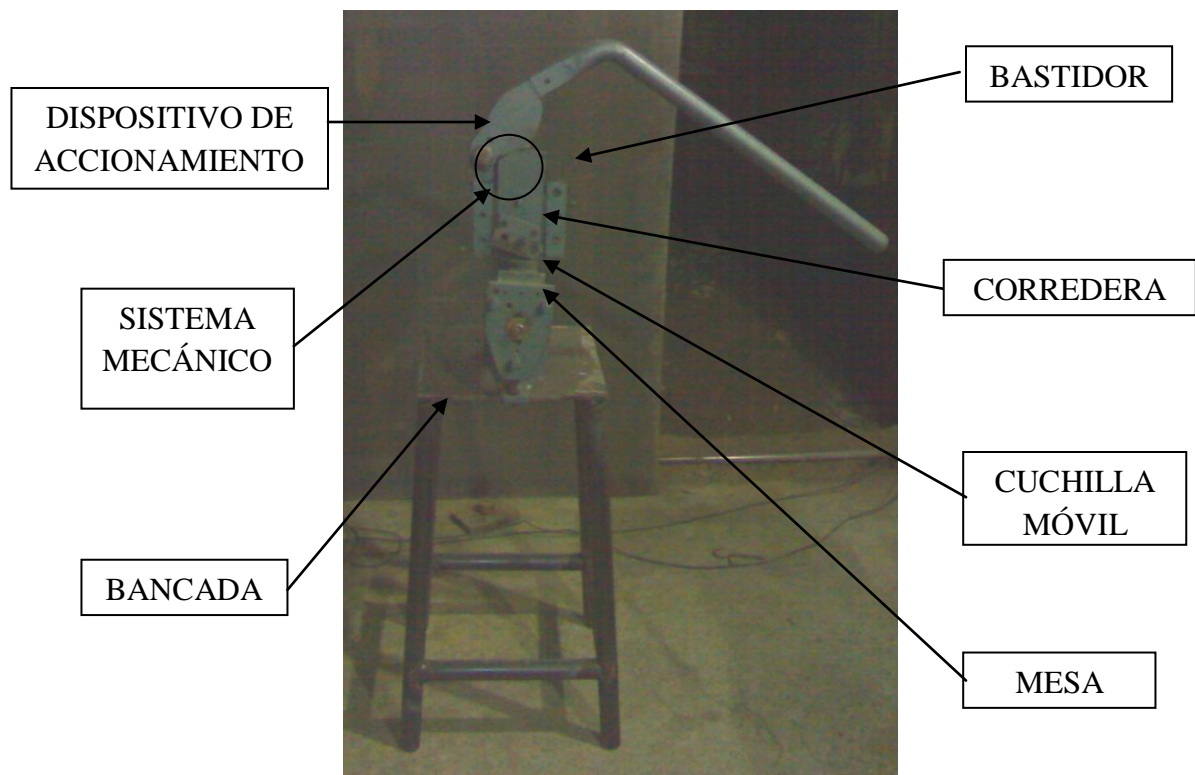


FIGURA 6.2 Cizalla de conformado y sus partes

FUENTE: Por el Autor

6.2 Antecedentes de la propuesta

La cizalla de conformado era utilizada en la microempresa C&G de forma manual, su funcionamiento se lo realizaba accionando una palanca con la mano, mientras que con la otra mano se gira el molde de tol para poder realizar las plantillas, esto provocaba fatiga e incomodidad al usuario y una mayor demora de tiempo el realizar las plantillas.

Por lo que para realizar las plantillas de calzado será necesario implementar una automatización en el sistema corredera.

Además podemos mencionar que en la fábrica se han realizado ya algunas automatizaciones pero ninguna en una máquina de cizalla de conformado.

6.3 Justificación

La implementación de la cizalla de conformado se realiza en beneficio de la microempresa C&G tanto de forma económica como en la reducción del tiempo.

Además tiene ciertas ventajas como en la que el usuario tenga un mayor confort, una buena concentración y tranquilidad.

Así la microempresa integrará en sus equipos nueva tecnología, presentando un mejor servicio en lo que se refiere a la realización de plantillas de tol.

La introducción de esta nueva tecnología también nos ayudará a que se tenga una producción continua, generando un gran incremento de clientes y la mejora de ingresos económicos.

Con esto se tendrá una nueva visión de poder modernizar o mejorar máquinas mecánicas las que permitirán ser más eficientes para las cuales fueron diseñadas.

6.4 Objetivos

Objetivo General

- Implementar la automatización en el sistema corredera de la cizalla de conformado.

Objetivos específicos

- Elaborar plantillas de tol de 1 mm de espesor.
- Obtención de plantillas de tol con calidad y homogeneidad.
- Descenso en los riesgos de trabajo por uso en sobreesfuerzo.
- Comparación entre datos de prueba de la automatización y los manuales

6.5 Análisis de factibilidad

El proyecto a realizarse como es la cizalla de conformado es de una gran posibilidad ya que se pudo observar que la instalación necesaria para poder realizar la automatización de la máquina no tiene dificultad alguna, ni carece de algún percance o defecto para el buen funcionamiento de la máquina.

Además los componentes que se van a utilizar en la máquina son de fácil adquisición, económicos en cuanto a su costo y vitales para un correcto funcionamiento como el booster, la electroválvula, el sensor, etc.

Con esto se puede observar que el propósito a realizarse es efectuar las plantillas de calzado de tol # 38 en espesor de 1 mm, cumple con la garantía y funcionalidad para la que es establecida sin un mayor inconveniente y con una gran ayuda al operario responsable.

6.6 Fundamentación

Para realizar el cálculo de la fuerza de un booster es necesario tener los datos del compresor que se mencionarán a continuación:

Marca: Coleman Powermate VP0000201 Modelo VP201

Potencia del Motor = 5Hp

Presión de Aire = 70 – 100 Psi

Presión de Trabajo Mínimo= 20 Psi

Presión de Trabajo Máximo= 80 Psi

Presión de Trabajo del Compresor:

30 Psi → 2 bar

Selección Booster

Con los datos del compresor se pudo obtener un booster de acuerdo a la fuerza requerida, según: Catalogo FESTO, Cilindros normalizados CRDNG, ISO 15552, acero inoxidable. En el anexo E.1

Datos Específicos:

Presión de Trabajo = 0,6 a 10 bares.

Temperatura de Trabajo = -20 a 80°C

Diámetro del pistón = 63mm

Carrera = 100mm

Con la Presión de trabajo de 2 bares, se tiene la Fuerza Teórica del anexo E.2:

Fuerza de avance = 1870 N

Fuerza de retroceso= 1682 N

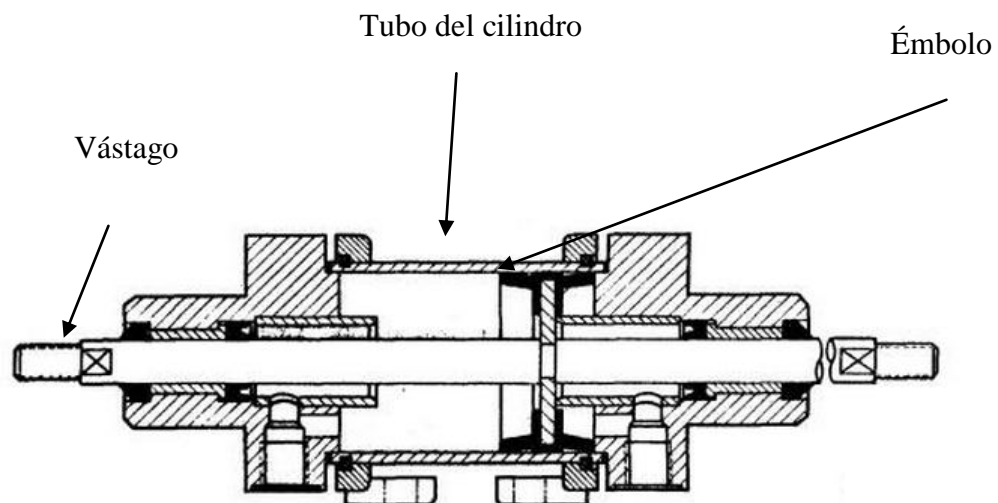


FIG 6.3 Diagrama Cilindro Neumático Doble Efecto con doble vástago

FUENTE: <http://sitioniche.nichese.com/cilindros-dobles.html>

Para la selección del booster es necesaria la fuerza del cilindro, la carga, la velocidad del pistón y el consumo de aire.

Fuerza del Cilindro (Doble Efecto con doble vástago)

$$P = F / A \quad \text{Ec (6.1)}$$

Donde:

P = presión requerida [N]

F = Fuerza necesaria del pistón o teórica [kg]

A = área del pistón [mm²]

Fuerza de avance ejercida sobre el pistón:

$$F_{\text{avance}} = P_{\text{aire}} * (\pi * D^2 / 4) \quad \text{Ec (6.2)}$$

Fuerza de retroceso ejercida sobre el pistón:

$$F_{\text{retroceso}} = P_{\text{aire}} * (\pi * (D^2 - d^2) / 4) \quad \text{Ec (6.3)}$$

Es necesario obtener la masas de los valores que van a ser impulsados para obtener la fuerza de accionamiento del booster. Del anexo G.

Masa básico = 2000 gr

Masa escuadra de fijación = 460 gr

Masa brida delantera/trasera = 580 gr

Masa fijacion oscilante macho = 600 gr

Masa fijacion oscilante hembra = 710 gr

Masa fijacion oscilante a 90 = 520 gr

Masa rotula = 260 gr

Masa horquilla hembra = 430 gr

Masa junta flotante = 260 gr

La masa total es: $m_T = 5820 \text{ gr} = 5,82 \text{ kg}$

Solucion:

Datos:

$m_T = 5,82 \text{ kg}$

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Donde:

$F_T = \text{Fuerza Total [N]}$

$m_T = \text{Masa Total [kg]}$

$g = \text{gravedad [m/s}^2\text{]}$

$$F_T = m_T * g$$

Ec. 6.4

$$F_T = 5,82 \text{ Kg} * 9,8 \text{ m/s}^2 = \mathbf{57,036 \text{ N}}$$

Esta es la fuerza a operar durante el trabajo de cizallado para lo cual se determinará la fuerza de accionamiento del cilindro neumático.

Solución:

Área del pistón:

$$A_1 = \pi * D^2 / 4 = \pi * (63 \text{ mm})^2 / 4 = 3117,245 \text{ mm}^2 \quad \text{Ec. 6.5}$$

La presión del aire, se determina mediante el trabajo del compresor 30 Psi = **2 bares de presión** ya que se encuentra dentro del rango admisible de presión en función de la capacidad de carga.

Con el anexo F y las medidas del pistón se obtiene:

Datos de la fuerza de avance:

$$D = 63 \text{ mm}$$

$$A_1 = 3117 \text{ mm}^2$$

$$P_{\text{AIRE}} = 2 \text{ bares}$$

Donde:

D = Diámetro del cilindro

A₁ = Área del pistón

P_{aire} = Presión del aire

$$\mathbf{F_{\text{avance}} = 1870 \text{ N}}$$

Fuerza del cilindro

Datos

$$P_{\text{aire}} = 2 \text{ bar} = 200000 \text{ N/m}^2$$

$$A_1 = 3117,245 \text{ mm}^2 = 0,003117 \text{ m}^2$$

$$F = P_{\text{aire}} * \text{área del pistón}$$

Ec. 6.6

$$F = 200000 \text{ N/m}^2 * 0,003117 \text{ m}^2 = \mathbf{623,45 \text{ N}}$$

Fuerza de carga del cilindro:

De acuerdo al anexo H se localiza el alcance de la fuerza de carga en la capacidad del pistón y la presión de trabajo.

Según los siguientes datos:

$$P_{\text{aire}} = \text{Presión del aire} = 2 \text{ bares}$$

$$D = \text{Diámetro del cilindro} = 63 \text{ mm}$$

Se obtuvo: $F_C = \text{Fuerza de carga del cilindro} = \mathbf{580 \text{ N}}$

Fuerza adecuada para la comparación, con la fuerza teórica del cilindro, óptimo para el desempeño de trabajo de la máquina cizalladora.

La carga depende del montaje del cilindro, mientras que la selección del vástago del pistón cumple con el montaje del cilindro y la conexión del extremo del vástago.

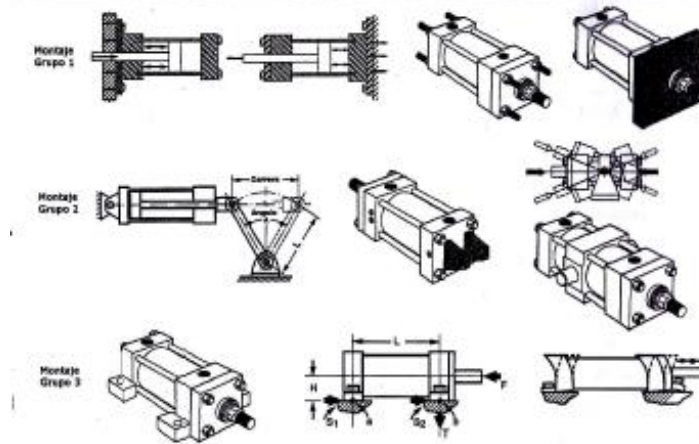


FIG. 6.4 Tipos de montajes de cilindros

Fuente: Parker Hannifin Corporation

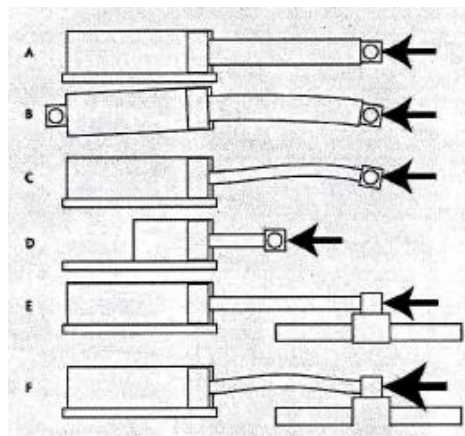


FIG. 6.5 Pandeo del vástago del pistón

Fuente: Parker Hannifin Corporation

Según el anexo I se obtiene el factor de pandeo y otros factores importantes:

Factor de pandeo **Fc = 2**, con una conexión del extremo del vástago = **soporte sin guiado rígido** y un tipo de conexión = **III**.

La longitud básica del vástago se calcula con:

Datos

$$S = 100 \text{ mm}$$

$$F_c = 2$$

Donde:

$$S = \text{carrera actual [mm]}$$

$$F_c = \text{factor de pandeo}$$

$$\text{Longitud básica} = \text{Carrera Actual} * \text{Factor de pandeo} \qquad \text{Ec. 6.7}$$

$$\text{Longitud básica} = 100 \text{ mm} * 2 = \mathbf{200 \text{ mm}}$$

Con los datos de la longitud básica y la Fuerza de empuje o avance del pistón se obtiene del anexo J el diámetro del vástago:

$$L = \text{longitud básica} = 200 \text{ mm}$$

$$F_{\text{avance}} = \text{Fuerza de avance} = 1870 \text{ N}$$

$$\mathbf{d = \text{Diámetro vástago del pistón} = 12 \text{ mm}}$$

Para obtener la fuerza de retroceso se toma en cuenta el diámetro del vástago del pistón:

Datos de la fuerza de retroceso:

$$d = 16 \text{ mm}$$

$$P_{\text{aire}} = 2 \text{ bar} = 200000 \text{ N/m}^2$$

$$D = 63 \text{ mm}$$

Donde:

d= diámetro vástago del pistón

A_2 = Área vástago del pistón

P_{aire} = Presión del aire

D= diámetro del pistón

$$A_2 = \pi * d^2 / 4$$

Ec. 6.8

$$A_2 = \pi * (12\text{mm})^2 / 4 = 113,097 \text{ mm}^2 = 1.13097 * 10^{-4}$$

$$F_{\text{retroceso}} = P_{\text{aire}} * (\pi * (D^2 - d^2) / 4)$$

$$F_{\text{retroceso}} = 200000 \text{ N/m}^2 * (\pi * (0,063^2 - 0.012^2) \text{ m}^2 / 4) = \mathbf{600,83 \text{ N}}$$

Según la fuerza del cilindro podemos decir que la fuerza tanto de avance como de retroceso se encuentran entre los límites establecido por el fabricante del cilindro neumático.

Consumo de Aire:

El consumo de aire del cilindro se basa en la relación de compresión del área del pistón y la carrera para un cilindro de doble efecto con doble vástago:

$$Q = 2 * (0,987 + P_{aire} / 0,987) * (\pi * D^2 / 4) * L * n \quad \text{Ec. 6.9}$$

Datos:

$$L = 200 \text{ mm}$$

$$n = 15 \text{ ciclos / min por tomar en cuenta la capacidad del cilindro}$$

$$P = 2 \text{ bar}$$

$$D = 63 \text{ mm}$$

Donde:

$$Q = \text{cantidad de aire [dm}^3\text{/min]}$$

$$L = \text{longitud básica [mm]}$$

$$n = \text{ciclos por minuto [ciclos/min]}$$

$$P = \text{presión de aire [bar]}$$

$$R_c = \text{relación de compresión [bar]}$$

Calculamos la relación de compresión y el volumen de aire requerido para una carrera de pistón:

$$Rc = 0,987 + Paire / 0,987 \quad \text{Ec. 6.10}$$

$$Rc = 0,987 + 2 \text{ bar} / 0,987 = \mathbf{3,026 \text{ bar}}$$

$$V = \pi * D^2 * L / 4 \quad \text{Ec. 6.11}$$

$$V = \pi * (60\text{mm})^2 * 200\text{mm} / 4000000 = 0,5655 \text{ dm}^3$$

$$Q = 2 * 3,026 \text{ bar} * 0,5655 \text{ dm}^3 * 15 \text{ ciclos /min} = \mathbf{51,33 \text{ dm}^3/\text{min}}$$

De acuerdo con el anexo K se puede obtener q = consumo de aire por litros / cm de carrera, con la presión de 2 bar y el diámetro del pistón de 63 mm dando así:

$$\mathbf{q = 900 \text{ litros / cm de carrera}}$$

Se logra determinar un correcto abastecimiento de consumo de aire por parte del compresor al cilindro neumático logrando su total eficiencia.

Velocidad del pistón

La velocidad del pistón se obtiene dividiendo el caudal por la sección del pistón:

$$\text{Velocidad} = (0,987 + Paire / 0,987) * (l * n / 100) \quad \text{Ec. 6.12}$$

$$\text{Velocidad} = (0,987 + 2 / 0,987) * (200\text{mm} * 15 \text{ ciclos/min} / 100)$$

$$\text{Velocidad} = 90,78 \text{ dm/min} = \mathbf{0,1513 \text{ m/seg}}$$

Esta velocidad está dada por tiempos muertos que existe en el booster y pérdidas en las mangueras neumáticas

Con los parámetros de diseño del vástago se puede comprobar la fuerza crítica y si es resistente para la operación solicitada, mediante columnas de Euler.

$$P_{\text{critica}} = \pi^2 * E * I / l^2 \quad \text{Ec. 6.13}$$

Con el diámetro del vástago de 12 mm se procede, a calcular el soporte de si es adecuada la implementación de un elemento guía para el material, sometido a la fuerza del cilindro neumático:

$$A = \pi * d^2 / 4 \quad \text{Ec. 6.14}$$

$$A = \pi * (12\text{mm})^2 / 4$$

$$A = 113,097 \text{ mm}^2 \quad \longrightarrow \quad \text{área vástago}$$

$$k = (I/A)^{1/2} \text{ radio de giro} \quad \text{Ec. 6.15}$$

$$k = (I/A)^{1/2} = d/4 = 12\text{mm}/4 = 3\text{mm}$$

Una cuestión que es conveniente tener en cuenta en el momento de seleccionar un cilindro es la limitación de su carrera a causa del posible pandeo. En este factor influye además del recorrido la fuerza a realizar y el diámetro del vástago.

Del anexo L se obtiene el modulo de elasticidad y resistencia a fluencia

Datos:

Módulo de elasticidad (E) = 207 GPa

Resistencia a fluencia (Sy) = 295 Mpa

Diámetro del vástago (d) = 20 mm

El valor de la constante C se determina mediante las condiciones de operación del trabajador: **C=4**, condición empotrado – empotrado del anexo M

Ecuación de Euler:

$$P_{\text{critica}} = C \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I / l^2 \quad \text{Ec. 6.16}$$

Donde:

l = Fuerza a la que se produce el pandeo. [mm]

C = constante

I = Momento de inercia. [mm⁴]

E = modulo de elasticidad [Gpa]

Sabiendo que $I = A \cdot k^2$ nos da:

Ecuación de Columna de Euler determinada:

$$P_{\text{critica}}/A = C \cdot \pi^2 \cdot E / (l/k)^2 \quad \text{Ec. 6.17}$$

Solución:

Se obtiene la relación de esbeltez (l/k) de la fórmula:

$$(l/k) = (2 \cdot C \cdot \pi^2 \cdot E / S_y)^{1/2} \quad \text{Ec. 6.18}$$

$$(l/k) = (2 \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot 207 \cdot 10^9 / 295 \cdot 10^6)^{1/2} = 235,38$$

Reemplazamos el valor de relación de esbeltez en la ec.6.17 de columna de Euler

$$P_{\text{critica}} = C \cdot \pi^2 \cdot E \cdot A / (l/k)^2$$

$$P_{\text{critica}} = 4 \cdot \pi^2 \cdot 207 \cdot 10^9 \text{ Pa} \cdot 113,097 \text{ mm} / 1000000 \cdot (235,38)^2$$

$$P_{\text{critica}} = 16681,8075 \text{ N}$$

Se aplica el esfuerzo:

$$\sigma = P/A \quad \text{Ec. 6.19}$$

$$\sigma = 16681,8075 \text{ N} / 0,000113097 \text{ m}^2$$

$$\sigma = 147500000 \text{ Pa}$$

Para determinar si se encuentra dentro del límite se procede a comprobar con el factor de seguridad, para establecer su confiabilidad.

$$n = S_y / \sigma \quad \text{Ec. 6.20}$$

$$n = 295 * 10^6 \text{ Pa} / 147500000 \text{ Pa}$$

$$n = 2$$

Con el factor de seguridad del vástago, nos damos cuenta que cumple para determinar el diámetro del mismo, además que es óptimo para el trabajo requerido y la fuerza del booster para la operación de la máquina.

6.6.1 Compresor

Existe una gran variedad de compresores y cada uno con sus características específicas, pero en cuanto al compresor seleccionado para la máquina en nuestro proyecto se lo escogió porque cumple las especificaciones necesarias, y esto se realizó mediante la presión necesaria o requerida para el movimiento del booster y en sí del sistema corredera, así como también lo que la micro empresa obtiene a su alcance. Por eso se eligió el Coleman Powermate VP0000201 Modelo VP201.

Es muy importante que el aire sea puro. Si es puro el generador de aire comprimido tendrá una larga duración.

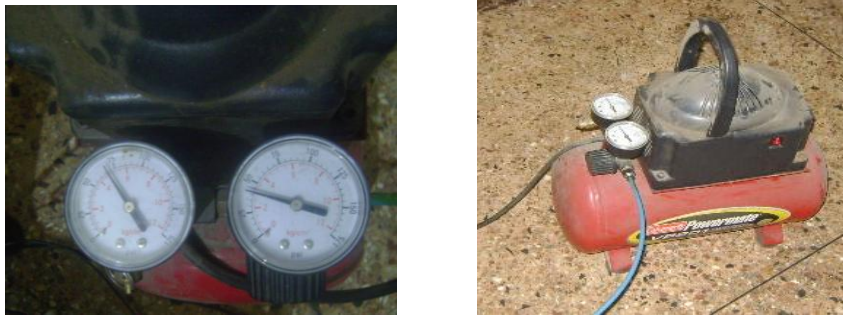


FIGURA 6.6 Compresor

FUENTE: Por el Autor

Características:

- Viene montado completamente y listo para utilizar.
- Operación sin aceite, baja de mantenimiento.
- Comienzo fácil de tiempo frío.
- Incluye el controlador, el top sin mangas, indicadores de presión fácil lectura, y el interruptor de encendido
- Manija de Tirón-para arriba para un transporte fácil.

Especificaciones:

- Presión máxima 70 - 100 PSI
- Motor eléctrico
- Voltaje/amperios 120
- Top sin mangas de aire 2 chicas
- Bomba sin aceite, impulsión directa

- 18" x 10" x 16.5"
- Peso 21 libras.²¹

6.6.2 Booster neumático de doble efecto con doble vástago

Este tipo de cilindros tiene un vástago corrido hacia ambos lados. La guía del vástago es mejor, porque dispone de dos cojinetes y la distancia entre éstos permanece constante. Por eso, este cilindro puede absorber también cargas pequeñas laterales. La fuerza es igual en los dos sentidos (los superficies del émbolo son iguales).²²

El booster o cilindro neumático son los que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras, introduciendo un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal.

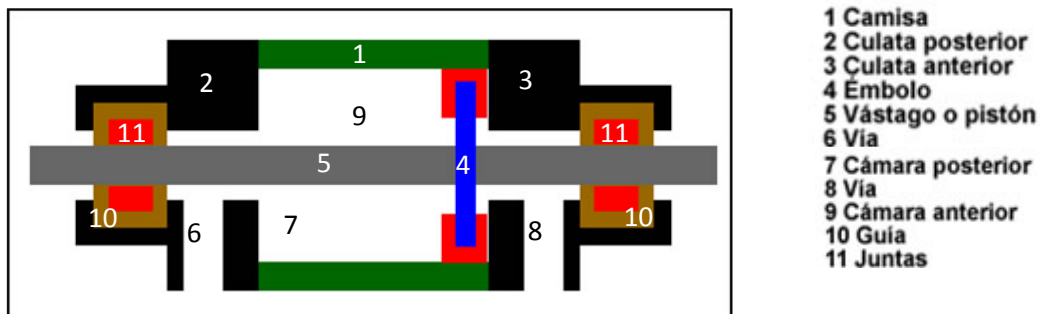


FIG. 6.7 Cilindro con doble vástago

FUENTE: <http://sitioniche.nichese.com/cilindros-dobles.html>

²¹ <http://esp.ebay.com/viewItem?item=360257112349&v=gbh>

²² <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica7.htm>

El booster neumático es seleccionado por la presión requerida, el diámetro del émbolo, la fuerza obtenida y otros parámetros que se desplegarán a continuación:

TABLA 6.1 Características del cilindro

Diámetro	ø32	ø40	ø50	ø63	ø80	ø100
Funcionamiento	Doble efecto					
Fluido	Aire comprimido					
Presión de prueba	1.5MPa					
Presión máx. de trabajo	1.0MPa					
Presión mín. de trabajo	0.05MPa					
Temperatura ambiente y de fluido	Sin imán -10 a 70°C (sin congelación)					
	Con imán -10 a 60°C (sin congelación)					
Lubricación	No necesaria (Sin lubricación)					
Velocidad del émbolo	50 a 1000mm/s					
Tolerancia de carrera admisible	a 250: $+\frac{1.0}{0}$, 251 a 1000: $+\frac{1.4}{0}$, 1001 a 1500: $+\frac{1.8}{0}$					
Amortiguación	Ambos extremos (Amortiguación neumática)					
Tamaño de conexión	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2
Montaje	Modelo básico, escuadra, brida delantera, brida trasera, rótula fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra, muñón central					

FUENTE:[http://www.smc.eu/portal/NEW_EBP/05\)Standard_Air_Cylinder/5.1\)Standard_Air_Cylinder/j\)CP95/CP95_ES.pdf](http://www.smc.eu/portal/NEW_EBP/05)Standard_Air_Cylinder/5.1)Standard_Air_Cylinder/j)CP95/CP95_ES.pdf)



FIGURA 6.8 Booster neumático

FUENTE: Por el Autor

6.6.3 Sensor

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una Tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.²³



FIGURA 6.9 Sensor

FUENTE: Por el autor

Este sensor se seleccionó por la distancia a la que es necesario que detecte el material y por el voltaje al que puede trabajar sin que sea necesario conectar a un transformador.

²³ <http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

Características de un sensor

TABLA 6.2 Características de un sensor

Tamaño constructivo	M18x1	M30x1,5	Ø 34 mm
Tipo de montaje	no enrasado	no enrasado	no enrasado
Distancia asignada de actuación s.	8 mm	15 mm	20 mm
Contacto NA	BCS M18KM3-UST80G-BV02	BCS M30KN2-UST15G-AV02	BCS G34KN2-UST20G-AV02
Contacto NC	BCS M18KM3-UOT80G-BV02	BCS M30KN2-UOT15G-AV02	BCS G34KN2-UOT20G-AV02
Tensión asignada de servicio U _s	110 V AC	110 V AC	110 V AC
Tensión de servicio U _B	20...250 V AC/DC	20...250 V AC/DC	20...250 V AC/DC
Caída de tensión U _v a I _v	≤ 6 V	≤ 6 V	≤ 6 V
Tensión asignada de aislamiento U _i	250 V AC	250 V AC	250 V AC
Corriente asignada de servicio I _v	350 mA (AC)/100 mA (DC)	250 mA (AC)	250 mA (AC)
Corriente de servicio mínima I _v	4 mA	5 mA	5 mA
Corriente residual I _r	≤ 2,5 mA a 250 V AC	≤ 2,5 mA a 250 V AC	≤ 2,5 mA a 250 V AC
Corriente máx. admisible I _r de breve duración (t ≤ 20 ms)	≤ 2,1 A/≤ 0,5 Hz	≤ 1,5 A/≤ 0,5 Hz	≤ 1,5 A/≤ 0,5 Hz
Protección contra polarización inversa	no	no	no
Resistente a cortocircuito/resistente a sobrecarga	no/no	no/no	no/no
Repetibilidad R	≤ 10 %	≤ 10 %	≤ 10 %
Temperatura ambiente T _a	-25...+80 °C	-25...+70 °C	-25...+70 °C
Frecuencia de conmutación f	25 Hz (AC)/50 Hz (DC)	25 Hz (AC)/50 Hz (DC)	25 Hz (AC)/50 Hz (DC)
Categoría de empleo	AC 140/DC 13	AC 140/DC 13	AC 140/DC 13
Indicación de funcionamiento	sí	sí	sí
Grado de protección según IEC 60529	IP 67	IP 65	IP 65
Clase de protección	□	□	□
Material de carcasa	PBT	PBT	PBT
Material de superficie activa	PBT	PBT	PBT
Tipo de conexión	cable de 2 m, PVC	cable de 2 m, PVC	cable de 2 m, PVC
Número de conductores x sección de conductor	2x0,34 mm ²	2x0,34 mm ²	2x0,5 mm ²

FUENTE: http://www.balluff.com/NR/rdonlyres/2DF2E2D2-1935-4788-BD13-5A3C875B9FD0/0/870041_41_0811_ES.pdf

6.7 Metodología

Detalles de cada paso para la obtención de la automatización del sistema corredera en la cizalla de conformado:

1. Se procede a retirar la palanca de accionamiento para ser instalado un booster neumático el cual funcionará como un medio de operación.



FIGURA 6.10 Instalación de booster

FUENTE: Por el autor

2. Comprobar que el accionamiento del booster neumático se encuentra en la posición adecuada y efectiva para que realice el trabajo propuesto.



FIGURA 6.11 Comprobación de booster

FUENTE: Por el autor

3. Colocar la electroválvula en un lugar seguro y que no interrumpa el funcionamiento de la máquina, también las mangueras neumáticas, verificando que estén instaladas correctamente.



FIGURA 6.12 Electroválvula

FUENTE: Por el autor

4. Acoplar la electroválvula con las mangueras al compresor, y es de vital importancia comprobar su segura funcionalidad.



FIGURA 6.13 Acoplar y verificar electroválvula

FUENTE: Por el autor

5. Conectar el sensor junto a la placa para que pueda detectarlo, sin que provoque un estrechamiento o interrumpir el proceso de hacer la plantillas de calzado.



FIGURA 6.14 Sensor

FUENTE: Por el autor

8. Cerciorarse que todo esté muy bien conectado, observando que no existan problemas o inconvenientes el momento de accionarlo, de igual manera en su detención.

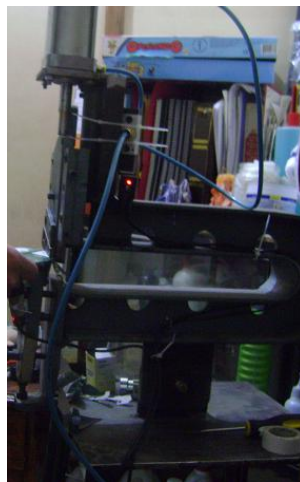
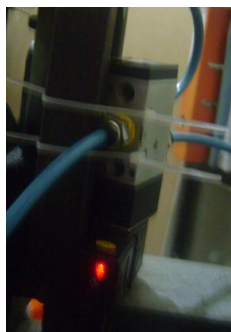


FIGURA 6.15 Sistema completo

FUENTE: Por el autor

9. Finalmente con el equipo en perfecto funcionamiento se procede a anclar en la estructura de la cizalla de conformado.



FIGURA 6.16 Anclar estructura

FUENTE: Por el autor

6.8 Administración

6.8.1. Análisis de costos

Los costos que se van a presentar a continuación se consideran ya con el proyecto terminado y elaborado.

6.8.2. Costos directos

TABLA 6.3 Costos unitarios de equipos, accesorios electrónicos, eléctricos, materiales mecánicos.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
Cizalla de conformado	-	1	300,00	300,00
Booster neumático	-	1	60,00	60,00
Accesorios	-	2	2,00	4,00
Electroválvula de 5/2	-	1	80,00	80,00
Accesorios	-	1	3,00	3,00
Compresor	Lb o psi	1	150,00	150,00
Sensor	-	1	20,00	20,00
Pintura	-	1	8,00	8,00
			Total	625,00

6.8.3. Costos Indirectos

TABLA 6.4 Costos de maquinaria

OPERACIÓN	HORAS EMPLEADAS	COSTO HORA(USD)	TOTAL (USD)
Pulidora	2	0,50	1,00
Soldadora	3	1,50	4,50

Taladro	1	0,75	0,75
Compresor	1	0,60	0,60
		Total	6,85

TABLA 6.5 Costos mano de obra

OPERARIOS	HORAS EMPLEADAS	COSTO HORA(USD)	TOTAL (USD)
Mecánico	30	2,56	76,80
Electrónico	10	2,47	24,70
Pintor	1	2,47	2,47
		Total	103,97

TABLA 6.6 Costos diversos

DESCRIPCIÓN	COSTO (USD)
Bibliografía	80,00
Empastado del documento	40,00
Material de escritorio	60,00
Movilización y otros	50,00
Total	230,00

La automatización del sistema de corredera de la cizalla de conformado tiene un costo de 965,82 dólares.

6.9 Previsión de la Evaluación

Como se observa en los datos obtenidos y con el funcionamiento de la máquina podemos decir que se dará un rendimiento y desarrollo mejor respecto al operario, beneficiando directamente a la economía de la microempresa C&G Ingenio Industrial.

En cuanto a la productividad se puede sospechar que aumentara considerablemente y su calidad será alta.

Con estos antecedentes se puede decir que realizando automatizaciones con otros dispositivos de tecnología, mejorará sus resultados y ampliará el campo de trabajo.

- Para comenzar a utilizar la máquina es de vital importancia revisar que todos los dispositivos se encuentren en perfecto estado y posición adecuada.
- Examinar que todas las mangueras neumáticas estén bien conectadas y que no tengas agujeros o cualquier desperfecto.
- Verificar que la cuchilla de la cizalla se encuentre en buen estado y afilada para realizar las plantillas.
- Que el sistema corredera tenga lubricación para evitar el desgaste de las piezas.
- Observar que el sensor se encuentre en la posición adecuada para que pueda detectar el material y trabaje normalmente.
- Revisar que se encuentre bien ajustado y acoplado la máquina a la base o estructura.

- Observar las precauciones y señales en la máquina, para no colocar las manos en la parte de la cuchilla y la mesa base.
- Revisar la presión que debe tener el compresor para poder comenzar el trabajo a realizarse.

Importante:

Siempre tener en cuenta que es necesario dar un mantenimiento preventivo a la máquina para impedir que existan daños de cualquier dispositivo y elemento, o accidentes laborales causados hacia el operario o trabajador.

6.9.1 Conclusiones

- Con la automatización del Sistema corredera en la cizalla de conformado se hará más eficaz la operación y la seguridad en cuanto al trabajador, así como también su confianza, fiabilidad y su capacidad, reduciendo contratiempos en el trabajo.
- Se concluyó que no es necesario utilizar equipos de tecnología como PLC o micro controladores, ya que con un sistema neumático muy simple satisface la necesidad de la automatización del sistema corredera en la cizalla de conformado de la microempresa C&G, y es muy conveniente en su costo.

6.9.2 Recomendaciones

- Colocar las adecuadas y respectivas seguridades en la máquina para el mejor uso del usuario y mantener las precauciones requeridas.

- Es recomendable saber la presión con la que trabaja el booster neumático para su mejor funcionamiento y buen manejo del mismo.
- Es importante colocar en una posición adecuada el sensor por la sensibilidad que este dispone, para efectuar un gran trabajo y poder detectar el material.
- Cuando el trabajador tenga contacto con el Sistema de Automatización debe prestar mucha atención a las indicaciones y precauciones dadas para el mejor funcionamiento y realización de las plantillas de calzado en tol.
- Tener en cuenta que cuando el trabajador comience a utilizar la cizalla, la manipulación de la misma debe ser la correcta, la forma de sujetar el material y la posición adecuada del trabajador, y en si todo lo que sea provechoso para el proceso de conformado.
- Revisar cada vez que se trabaje la cuchilla de la cizalla de conformado, con el motivo de realizar un espléndido trabajo y que la plantilla de tol no tenga cortes incorrectos.

BIBLIOGRAFÍA

- KASANAS, H.C. Procesos Básicos de Manufactura. EPN
- DON BOSCO, (1999) Curso Básico de Matricería. ITS, Folleto
- AVNER SIDNEY, H. Introducción a la Metalurgia Física. EPN. 2daEdición
- GUATO C, Sonia I (2005), Perfil de Proyecto de Investigación “El Control Interno de Inventarios y su Incidencia en los Resultados Financieros de Estación de Servicio LO JUSTO”, Ambato- Ecuador, 88pp
- SHIGLEY J.E y MISCHKE C.R, “Diseño en Ingeniería Mecánica”, McGraw Hill 2002.
- HAMROCK B.J, JACOBSON B y SCHMID, S.R, “Elementos de Máquinas”, McGraw Hill 2000
- SERRANO Nicolás Antonio, “Neumática”, Paraninfo –España, Año 1197

LINKOGRAFÍAS

- <http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=14&ved=0CG0QFjAN&url=http%3A%2F%2Fwww.dnp.gov.co%2FPortalWeb%2FPortals%2F0%2Farchivos%2Fdocumentos%2FDDE%2Fmetalmecanica.pdf&rct=j&q=Metalmec%20C3%A1nica&ei=PbG3TfDwM4mitgemlJneBA&usg=AFQjCNHkUZK9KvBV97qVUqWL-2qz3s2UQ&cad=rja>
- MARTÍNEZ CONDE, María Luisa. "Recursos electrónicos". Disponible en: http://hipertexto.info/documentos/descr_bib.htm.
- SALDAÑO, Osmar Horacio. “Metodología de la Investigación”. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-tesis-investigacion/tipos-investigacion-2-2>.

- MENDOZA, Jesús, “Investigación Científica”. Disponible en:
<http://ciefim.googlepages.com/investigaci%C3%B3ncorrelacional>.
- http://www.puce.edu.ec/documentos/perfil_de_metalmecanica_2009.pdf
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2623>
- <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/444>
- http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1504/1/CD-0830.pdf>
- <http://es.scribd.com/doc/46203173/INFORME-4>
- http://www.laboris.net/static/ca_dia_optimizar-tiempo.aspx
- <http://www.alegsa.com.ar/Dic/optimizar.php>
- <http://definicion.de/optimizacion/>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_productivos_industriales
- <http://es.scribd.com/doc/53477055/PROCESOS-DE-MANUFACTURA>
- http://www.rocatek.com/forum_automatizacion_industrial.php
- http://www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm
- <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/automatizacion-en-procesos-como-mejores-practicas.htm>
- <http://www.contraloria.gob.ec/documentos/SAL0111P.pdf>
- <http://www.euskalnet.net/j.m.f.b./neunatica.htm>
- http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/06/mecanismos_teoria_2eso.pdf

- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_153.pdf
- http://www.sapiens.com/castellano/articulos.nsf/Emprendedores/El_estudio_de_tiempos_y_movimientos/134533158ED9E15B41256B27004E4709!opendocument
- http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/produccion1/tema2_2.htm
- <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica9.htm>
- <http://esp.ebay.com/viewItem?item=360257112349&v=gbh>
- <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica7.htm>
- <http://sitioniche.nichese.com/cilindros-dobles.html>
- [http://www.smc.eu/portal/NEW_EBP/05\)Standard_Air_Cylinder/5.1\)Standard_Air_Cylinder/j\)CP95/CP95_ES.pdf](http://www.smc.eu/portal/NEW_EBP/05)Standard_Air_Cylinder/5.1)Standard_Air_Cylinder/j)CP95/CP95_ES.pdf)
- <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r73217.PDF>
- <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r73224.PDF>

ANEXOS

ANEXO B

SALARIO MÍNIMO POR LEY

CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO
DIRECCIÓN DE AUDITORIA DE PROYECTOS Y
REAJUSTE DE PRECIOS
SALARIOS MINIMOS POR LEY

ENERO A -----> DE 2 011
(SALARIOS EN DÓLARES)

ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2								
Albañil	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Operador de equipo liviano	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Pintor	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Fierro	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Carpintero	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Encofrador	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Carpintero de ribera	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Plomero	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Electricista	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Instalador de revestimiento en general	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Ayudante de perforador	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Cadenero	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Mamostero	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Enlucidor	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47
Hojalatero	282,81	282,81	264,00	412,34	282,81	4.635,68	19,73	2,47

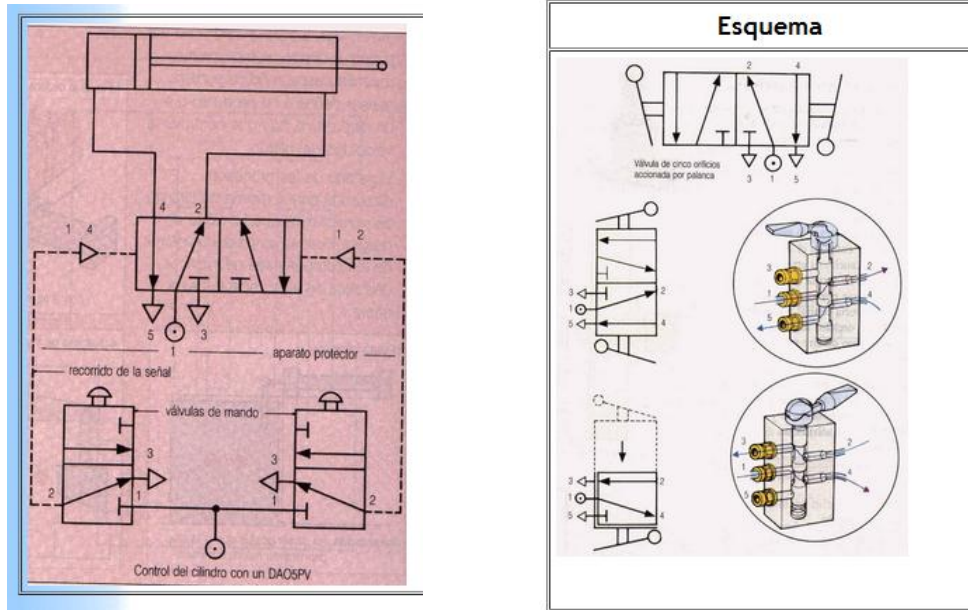
OPERADORES Y MECÁNICOS DE EQUIPO PESADO Y CAMINERO DE EXCAVACIÓN, CONSTRUCCIÓN, INDUSTRIA Y OTRAS SIMILARES

MECÁNICOS								
Mecánico mantenimiento-reparación equipo pesado y/o responsable de taller (Estr.Oc.C1)	294,39	294,39	264,00	429,22	294,39	4.814,68	20,49	2,56
Tomero fresador (Estr.Oc.C1)	294,39	294,39	264,00	429,22	294,39	4.814,68	20,49	2,56
Soldador eléctrico y/o acetileno (Estr.Oc.C1)	294,39	294,39	264,00	429,22	294,39	4.814,68	20,49	2,56
Técnico mecánico-electricista (Estr.Oc.C1)	294,39	294,39	264,00	429,22	294,39	4.814,68	20,49	2,56

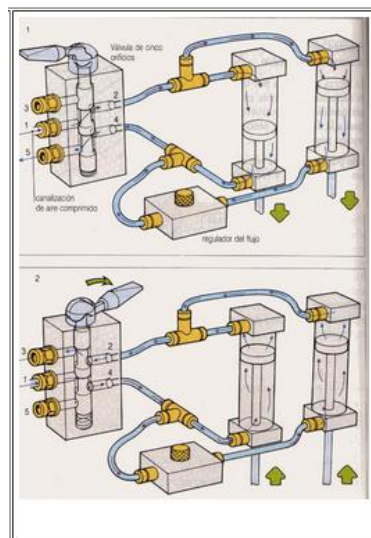
ANEXO C

ELECTROVÁLVULAS DE DOBLE EFECTO 5/2

Válvula 5/2 accionada por neumática

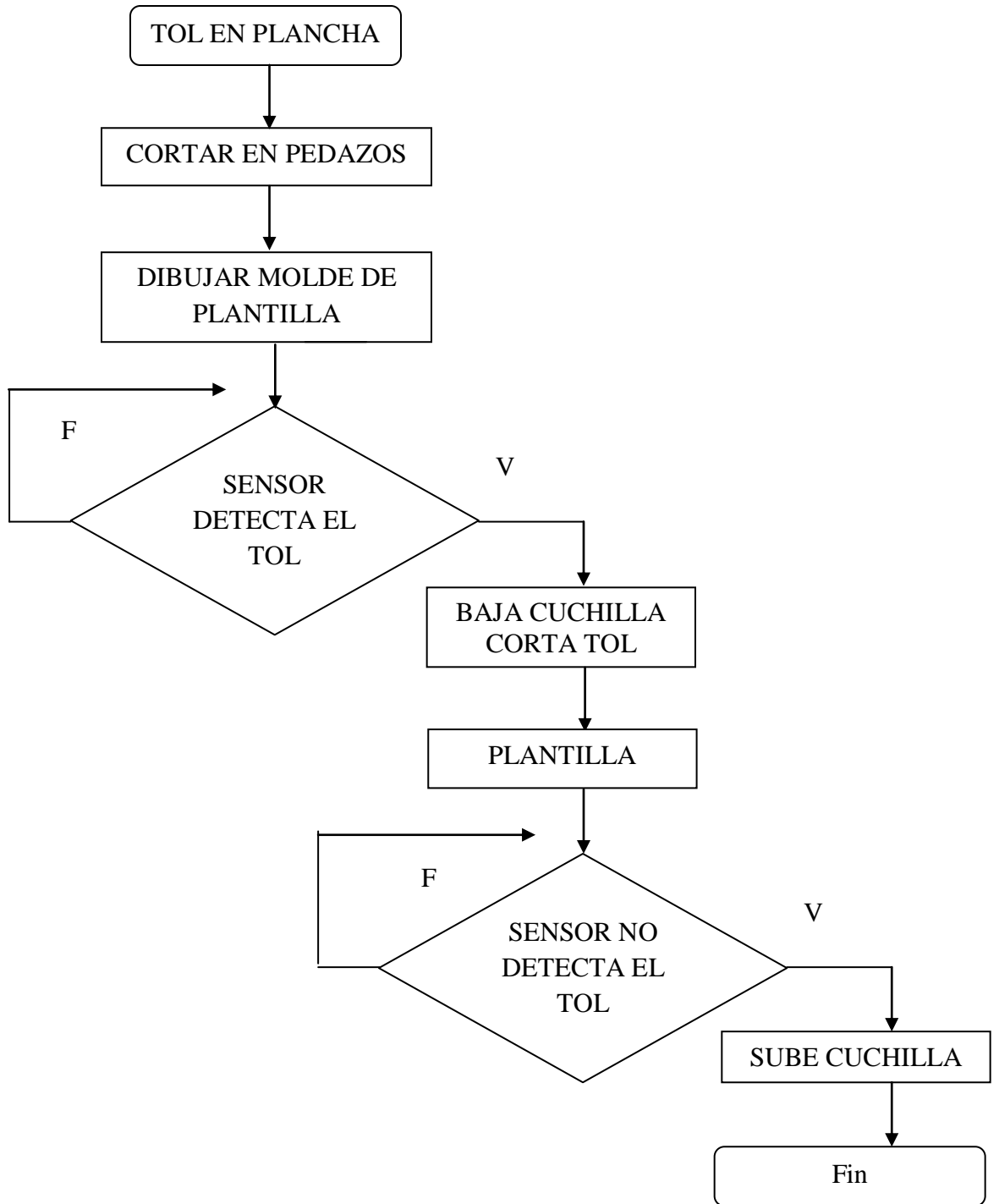


Funcionamiento de un circuito con válvula 5/2



ANEXO D

DIAGRAMA DEL PROCESO



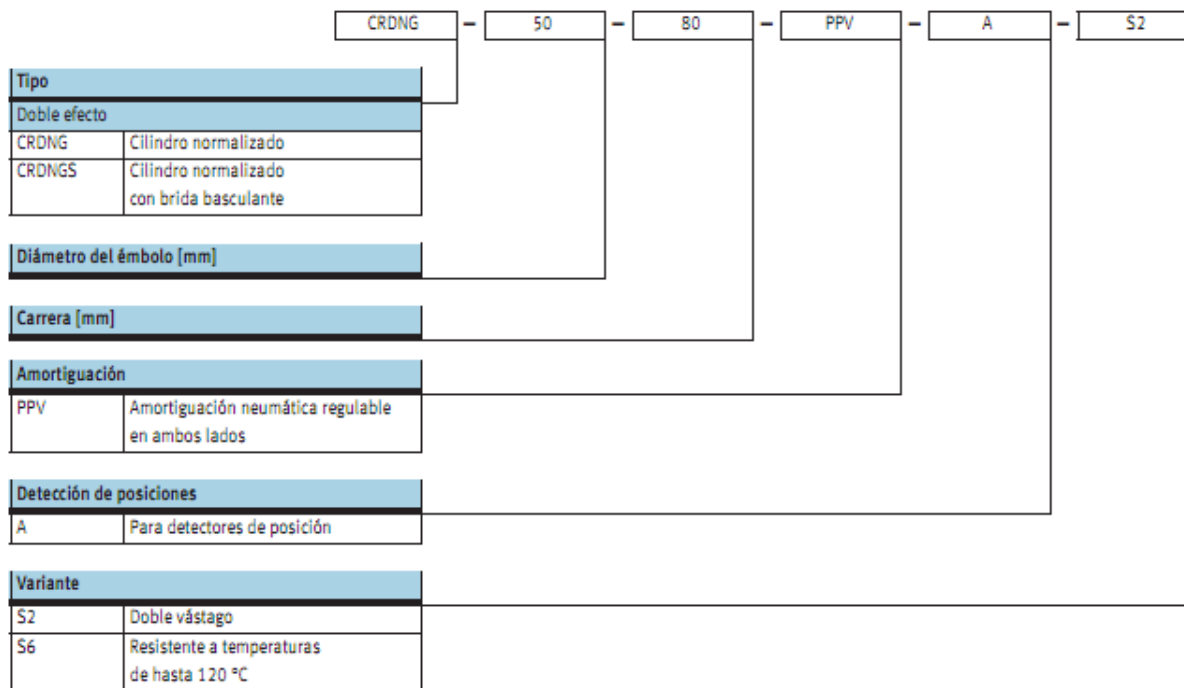
ANEXO E

DATOS DEL BOOSTER NEUMÁTICO

Cilindros normalizados CRDNG, ISO 15552, acero inoxidable

FESTO

Código del producto



ANEXO E.1

DATOS TECNICOS DEL BOOSTER

Datos técnicos generales							
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
Conexión neumática	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{4}$	G $\frac{1}{4}$	G $\frac{3}{8}$	G $\frac{3}{8}$	G $\frac{1}{2}$	G $\frac{1}{2}$
Rosca del vástago	M10x1,25	M12x1,25	M16x1,5	M16x1,5	M20x1,5	M20x1,5	M27x2
Construcción	Émbolo						
	Vástago						
	Camisa del cilindro						
Amortiguación	Amortiguación neumática regulable en ambos lados						
Carrera de amortiguación [mm]	20	20	23	23	30	30	40
Detección de posiciones	Para detectores de posición						
Tipo de fijación	Con accesorios						
	Con rosca interior						
Posición de montaje	Indistinta						

Condiciones de funcionamiento y del entorno	
Variante	CRDNG/CRDNGS S6
Fluido	Aire comprimido filtrado, lubricado o sin lubricar
Presión de funcionamiento	0,6 ... 10 bar
Temperatura ambiente ¹⁾ [°C]	-20 ... +80 0 ... +120
Clase de resistencia a la corrosión ²⁾	4

1) Tener en cuenta las condiciones de funcionamiento de los detectores

2) Clase de resistencia a la corrosión 4 según norma de Festo 940 070

Piezas expuestas a gran peligro de corrosión. Piezas expuestas a sustancias agresivas, por ejemplo en la industria alimentaria o química. Si procede, deben realizarse pruebas especiales con las sustancias presentes en estas aplicaciones.

ANEXO E.2

SELECCIÓN DE LA FUERZA TEÓRICA

Fuerzas [N]							
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
Fuerza teórica con 6 bar en avance	482	753	1 178	1 870	3 015	4 712	7 360
Fuerza teórica con 6 bar en retroceso	415	633	990	1 682	2 720	4 418	6 880

ANEXO F

FUERZA DE EMPUJE Y FUERZA A RESTAR POR EL AREA DEL VASTAGO DEL PISTON EN EL RETROCESO

Fuerza de empuje actuando el aire en toda el área del pistón						Fuerza a restar por el área del vástago del pistón en el retroceso					
Diámetro del cilindro (mm)	Área del pistón (mm ²)	Fuerza de empuje en Newton a varias presiones (bar)				Diámetro vástago del pistón (mm)	Área del vástago del pistón (mm ²)	Fuerza de retroceso a varias presiones (Newton)			
		1,0	5,0	7,0	10,0			1,0	5,0	7,0	10,0
6	28	2,8	14,1	19,8	28,3	4	13	1,3	6,3	8,8	12,6
8	50	5,0	25,1	35,2	50,2	6	28	2,8	14,1	19,8	28,3
10	79	7,9	39,3	55,0	78,5	8	50	5,0	25,1	35,2	50,2
12	113	11,3	56,5	79,1	113,0	10	79	7,9	39,3	55,0	78,5
14	154	15,4	76,9	107,7	153,9	12	113	11,3	56,5	79,1	113,0
16	201	20,1	100,5	140,7	201,0	16	201	20,1	100,5	140,7	201,0
20	314	31,4	157,0	219,8	314,0	20	314	31,4	157,0	219,8	314,0
25	491	49,1	245,3	343,4	490,6	25	491	49,1	245,3	343,4	490,6
32	804	80,4	401,9	562,7	803,8	32	804	80,4	401,9	562,7	803,8
40	1.257	125,6	628,0	879,2	1.256,0	40	1.257	125,6	628,0	879,2	1.256,0
50	1.963	196,3	981,3	1.373,8	1.962,5						
63	3.117	311,6	1.557,8	2.181,0	3.115,7						
80	5.027	502,4	2.512,0	3.516,8	5.024,0						
100	7.854	785,0	3.925,0	5.495,0	7.850,0						
125	12.272	1.226,6	6.132,8	8.585,9	12.265,6						
160	20.106	2.009,6	10.048,0	14.067,2	20.096,0						
200	31.416	3.140,0	15.700,0	21.980,0	31.400,0						

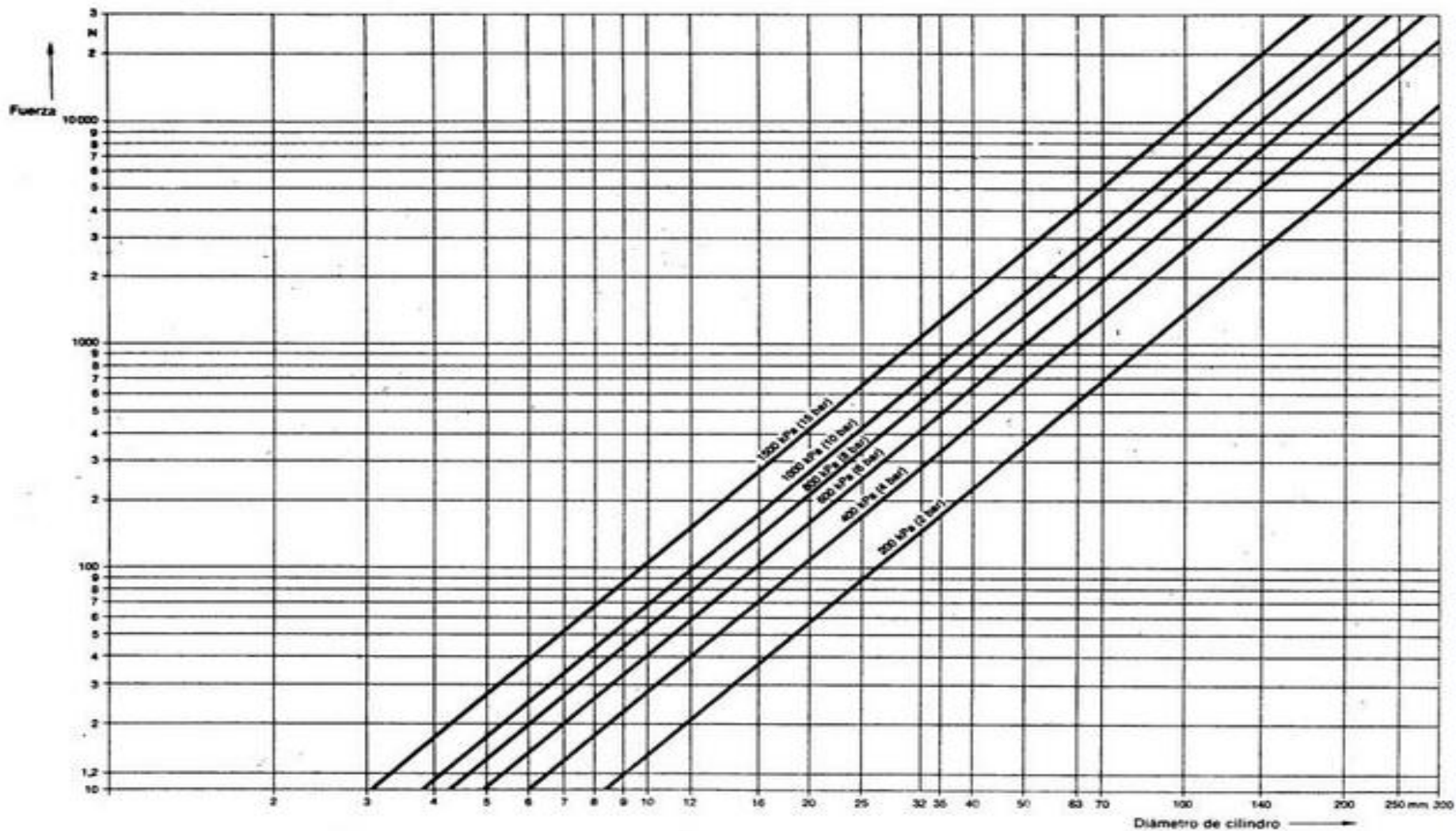
ANEXO G

SELECCIÓN DE LA TABLA DE PESOS

		[kg]					
Ø	Montaje	32	40	50	63	80	100
Peso básico	Básico B	0.59	0.87	1.44	2.00	3.37	4.45
	Escuadra de fijación L	0.16	0.20	0.38	0.46	0.89	1.09
	Brida delantera/trasera F	0.20	0.23	0.47	0.58	1.30	1.81
	Fijación osc. macho C	0.16	0.23	0.37	0.60	1.07	1.73
	Fijación osc. hembra D	0.20	0.32	0.45	0.71	1.28	2.11
	Fijación oscilante a 90°	0.16	0.22	0.42	0.52	0.94	1.40
	Fij. osc. hembra DS	0.17	0.27	0.45	0.64	1.37	2.05
	Fijación oscilante a 90° con rótula	0.18	0.27	0.46	0.55	0.97	
Peso adicional por 50 mm		0.11	0.17	0.28	0.40	0.67	0.89
Accesorios	Rótula	0.15	0.23	0.26	0.26	0.60	0.83
	Horquilla hembra GKM	0.22	0.37	0.43	0.43	0.87	1.27
	Junta flotante JA	0.015	0.20	0.26	0.26	0.9	0.9

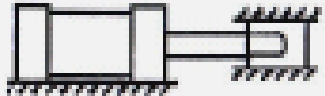
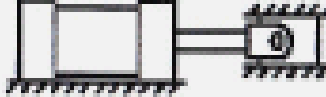


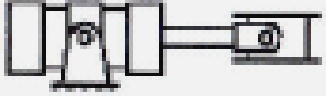

ANEXO H

FUERZA DE CARGA DEL CILINDRO



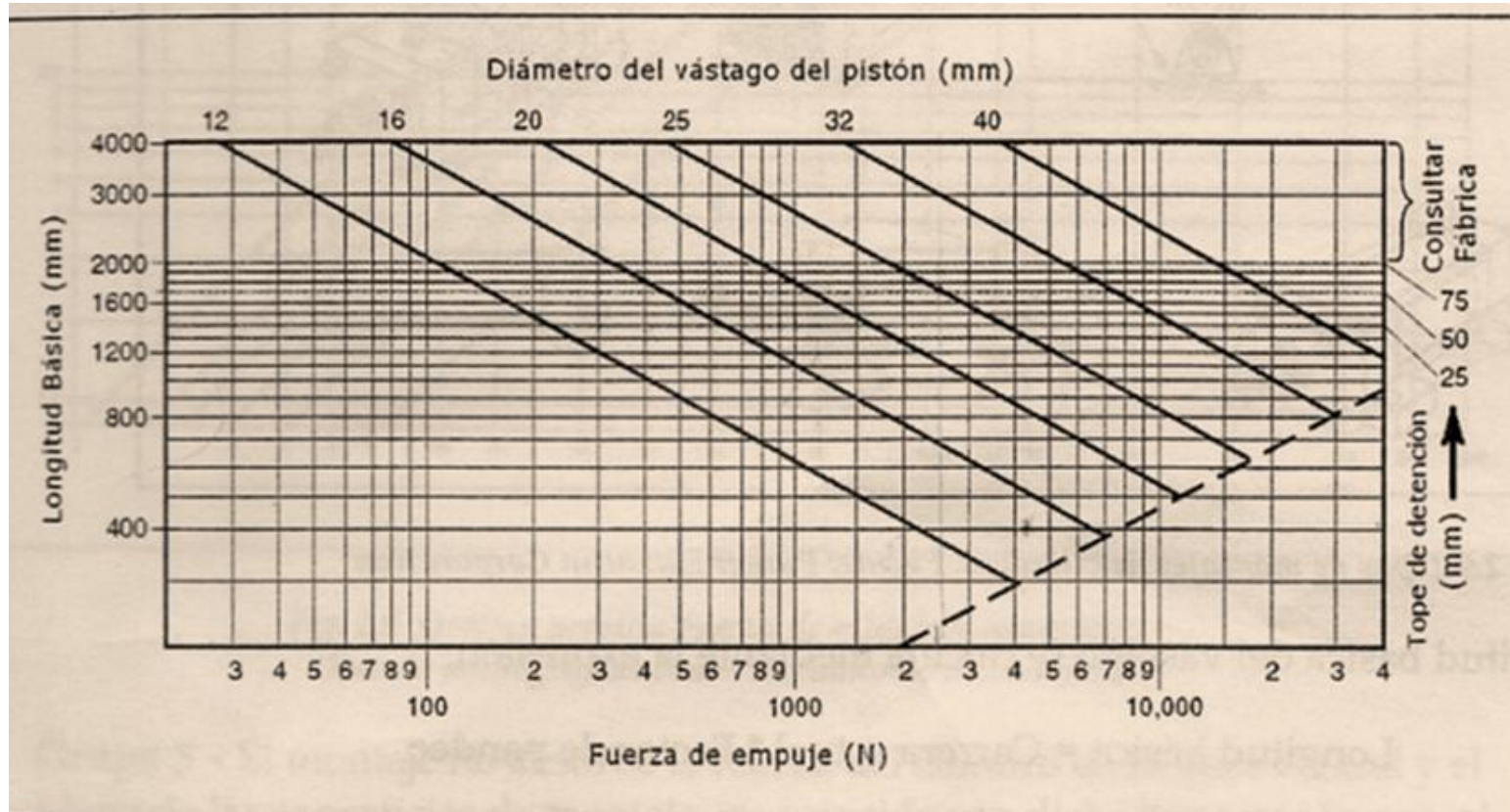
ANEXO I

FACTOR DE MONTAJE

Tipos de montaje	Conexión del extremo del vástago	Tipo de conexión	Factor de pandeo
<p>Grupos 1 o 3 - Los cilindros de gran longitud de cámara deben montarse usando en un extremo una base rígida y alineada para soportar la fuerza principal y en el extremo opuesto un soporte parecido. Se aconseja un soporte intermedio para el caso de cámaras muy largas</p>	Fijo y guiado rígido	I 	0,5
	Pivote y guiado rígido	II 	0,7
	Soporte sin guiado rígido	III 	2
<p>Grupo 2</p>	Pivote y guiado rígido	IV 	1
	Pivote y guiado rígido	V 	1,5
	Pivote y guiado rígido	VI 	2

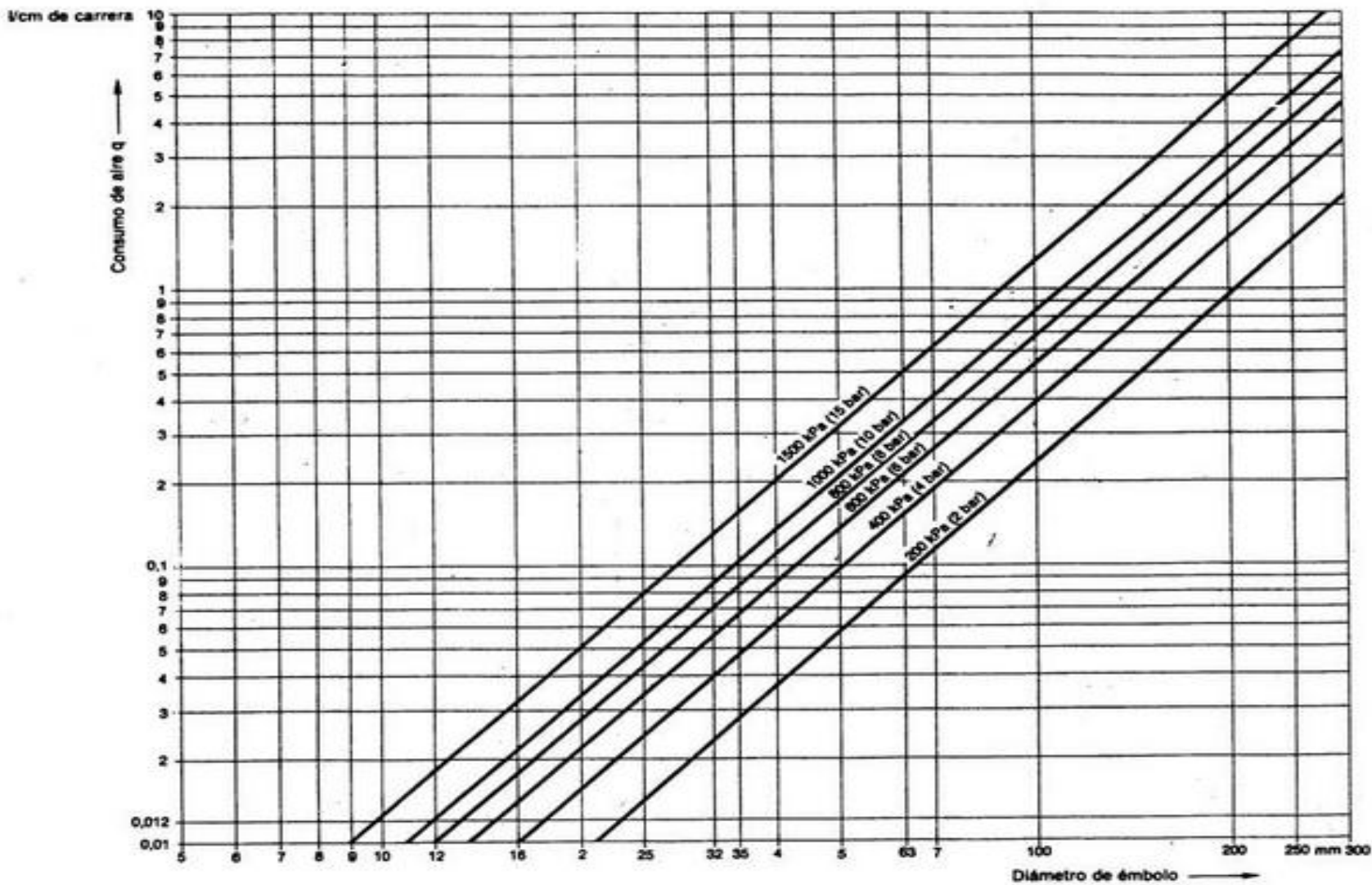
ANEXO J

DIAMETRO DEL VASTAGO DEL PISTON



ANEXO K

DIAGRAMA DE CONSUMO DE AIRE

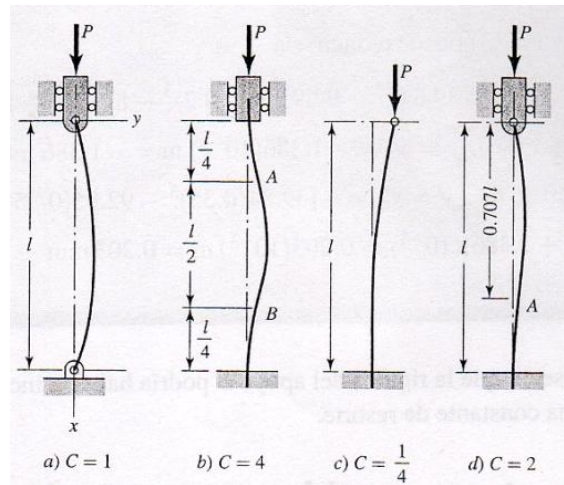


ANEXO L
PROPIEDADES DEL ACERO

Material	Densidad kg/m ³	Módulo de elasticidad [Gpa]	Resistencia a fluencia [Mpa]	Resistencia a la rotura [Mpa]	Ductilidad % alarg. en 2 pulgadas	coeficiente de Poisson	Conduct. Térmica [W/m.°C]	Coef. de dilatación (°C) ⁻¹ 10 ⁻⁶
Fundición	7870	207	130	260	45	029	80	11.8
fundición gris	7150	variable	---	125	--	variable	46	10.8
fundición nodular	7120	165	275	415	18	0.28	33	11.8
fundición maleable	7200	172	220	345	10	0.26	51	11.9
Acero AISI 1020	7860	207	295	395	37	0.30	52	11.7
Acero AISI 1040	7850	207	350	520	30	0.30	52	11.3
Acero AISI 1080	7840	207	380	615	25	0.30	48	11.0
Acero AISI 446	7500	200	345	552	20	0.30	21	10.4
Acero AISI 316	800	193	207	552	60	0.30	16	16.0
Acero AISI 410	7800	200	275	483	30	0.30	25	9.9

ANEXO M

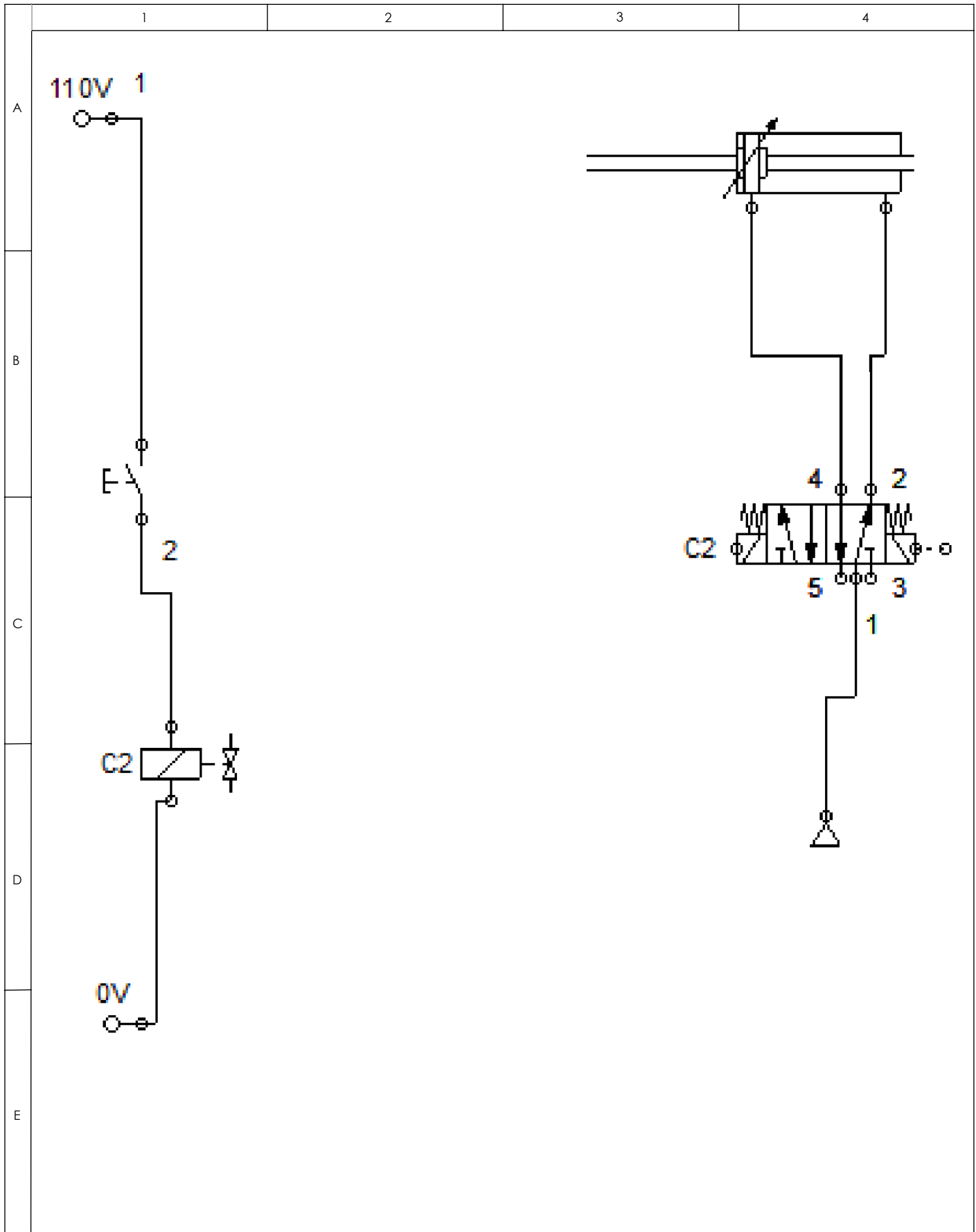
CONSTANTES DE LAS COLUMNAS DE EULER



Condiciones de extremos de columnas	Constante C de condición de extremos		
	Valor teórico	Valor conservador	Valor recomendado*
Empotrado-libre	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Articulado-articulado	1	1	1
Empotrado-articulado	2	1	1.2
Empotrado-empotrado	4	1	1.2

*Para usarse sólo con factores de seguridad amplios cuando la carga de la columna se conozca con exactitud.

LÁMINAS

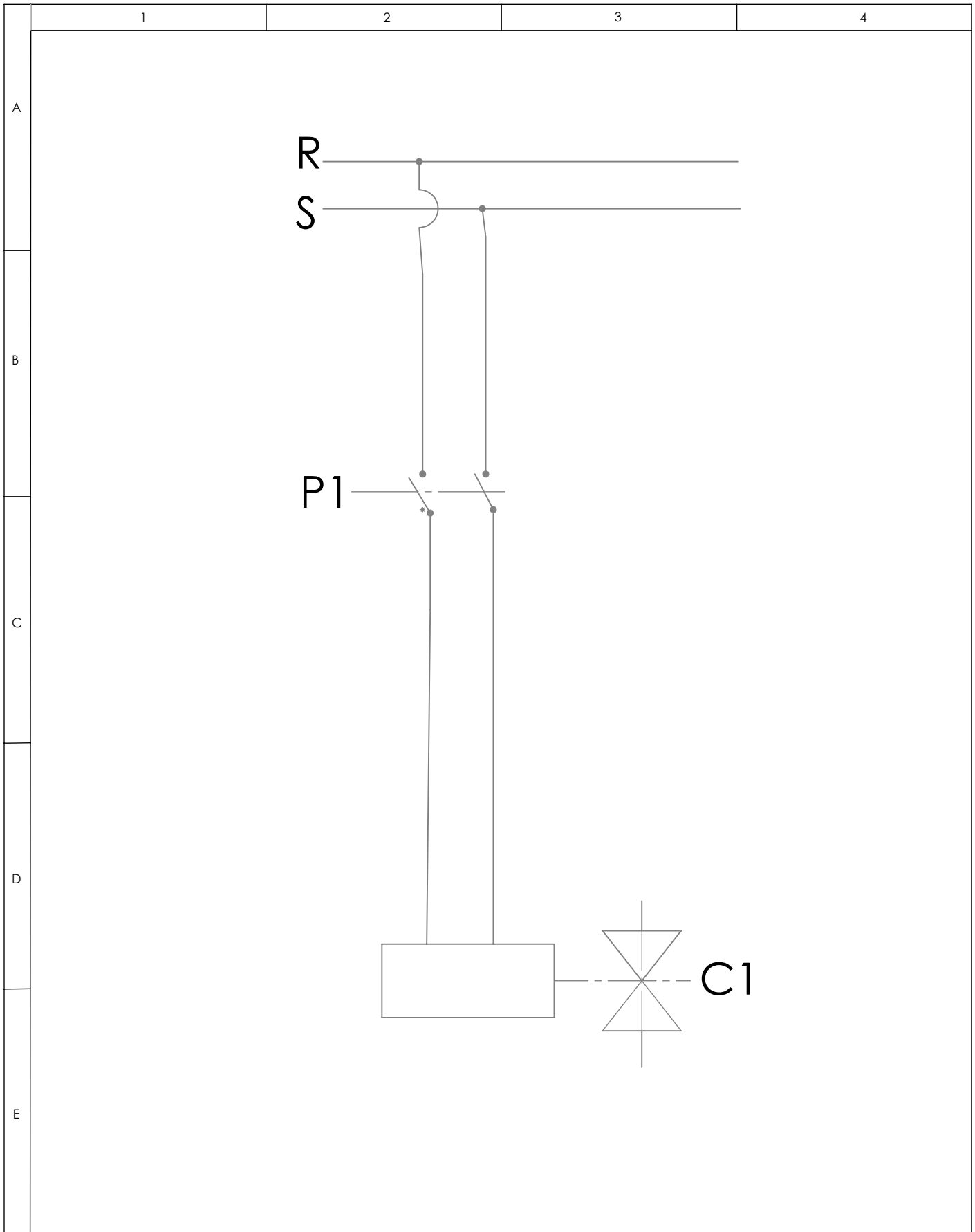


				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				NOMBRE	FECHA	TITULO:	
				Dibujo: Aroca D.	2011/09/16	PLANO DE CONTROL	
				Reviso: Ing. Correa J.	2011/09/16		
				Aprobo: Ing. Correa J.	2011/09/16		
				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		NUMERO DE LAMINA:	
				INGENIERÍA MECÁNICA		1 DE 1	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			SUSTITUCION:	
							

ESCALA:

1:1





				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				NOMBRE	FECHA	PLANO DE POTENCIA	ESCALA:
				Dibujo: Aroca D.	2011/09/16		1:1
				Reviso: Ing. Correa J.	2011/09/16		
				Aprobo: Ing. Correa J.	2011/09/16		
				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		NUMERO DE LAMINA: 1 DE 2	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		SUSTITUCION:	