UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE

Previo a la obtención del título de:

Ingeniero Mecánico

TEMA:

"ESTUDIO DE UN SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO MOLDEADOR DE LADRILLOS DE ARCILLA PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ELABORACIÓN EN LA LADRILLERA ARTESANAL DEL CANTÓN CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO"

AUTOR: Hernán Eredy Balseca Balseca

TUTOR: Ing. Santiago Villacís

AMBATO – ECUADOR

2013

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor de la tesis ”**ESTUDIO DE UN SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO MOLDEADOR DE LADRILLOS DE ARCILLA PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ELABORACIÓN EN LADRILLERA SAN JUAN DEL CANTÓN CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**
Trabajo elaborado por el Sr. Hernán Eredy Balseca Balseca.

Certifico

Que la presente tesis es original de su autor, ha sido prolijamente revisado en cada uno de sus capítulos se encuentra concluida con todas las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad, por lo tanto autorizo la presentación de este Trabajo de Investigación y pueda continuar con el trámite correspondiente.

ING SANTIAGO VILLACIS

TUTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo Hernán Eredy Balseca Balseca con C.I. 1803444312, declaro que el presente trabajo de investigacion aquí descrito en cada uno de sus capítulos es de mi autoria; que he consultado de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Además debo indicar que los criterios, contenidos, ideas, análisis, propuesta y concluciones emitidos en el trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Egresado. Hernán Eredy Balseca Balseca

AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios por consederme la vida, la salud y principalmente al sabiduría para poder culminar con esta etapa de mi vida, a mis padres por darme la vida y haberme inculcado buenos modales y principios en mi formación de niño.

El mayor agradecimiento a Carlos y Yolanda quienes han sido mis segundos padres, por estar siempre conmigo dandome todo su apoyo y ayuda, y porque han sido y seran mis modelos a seguir a lo largo de mi formación profesional.

A la Universidad Técnica de Ambato y todos los docentes que conforman la Facultad de Ingeniería Mecánica por los conocimientos impartidos en las aulas.

A mis compañeros de promoción, por su amistad y compañerismo compartido durante los años de estudio en la Facultad.

Como una muestra de mi cariño y agradecimiento, por todo el amor y el apoyo brindado y porque hoy veo llegar a su fin una de las metas de mi vida, les agradezco la orientación que siempre me han otorgado. **¡Gracias a ustedes!**

Hernán Eredy Balseca Balseca

DEDICATORIA:

El presente proyecto lo dedico primeramente a Dios por la infinita ayuda que me ha dado de sacarme adelante y culminar con este proyecto sabiendo que no tenía fuerzas para levantarme del abismo que me encontraba.

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y apoyo durante todo el periodo de estudio.

A Carlos y Yolanda por ser las personas que dios les puso en mi camino, porque con su apoyo y consejos he llegado a realizar la más grande de mis metas. La cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir. Quiero que sientan que el objetivo logrado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo. Con todo cariño y admiración.

A mis padres Mesías y María de quienes me siento orgulloso por haberme dado la vida, y sobre todo el apoyo en todo momento de mi vida.

A mis hermanos Lourdes, Rebelo y Mirian como muestra del y aprecio cariño que les tengo.

A mi abuelita Alegría y a la memoria de mi querido abuelito que siempre soñó con ver a sus nietos convertidos en unos excelentes profesionales.

Hernán Eredy Balseca Balseca

ÍNDICE

Página de portada ……..i
Página de aprobación por el tutor……..ii
Página de auditoría de tesis……..iii
Página de agradecimiento…….iv
Página de dedicatoria…….v
Índice general de contenido…..vi
Índice de tablas……..…xi
Índice de figuras ……..xii
Simbología……xv
Resumen ejecutivo…….xviii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema……..….1
1.2 Planteamiento del problema……..……..……...1
1.2.1 Contextualización……..….1
1.2.2 Análisis crítico……....2
1.2.3 Prognosis…….…….....3
1.2.4 Formulación del problema……...…...3
1.2.5 Preguntas directrices……...……3
1.2.6 Delimitación del problema de investigación……..……4
1.2.7 Delimitación de contenido…….....4
1.2.8 Delimitación espacial…….…….....…4

1.2.9 Delimitación 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…….……..……9
2.4 Red de categorías fundamentales……...10
2.4.1 Variable independiente…….....10
2.4.1.1 Diseño mecánico……...……..11
2.4.1.1.1 Elementos mecánicos……..…...11
2.4.1.1.2 Elementos materiales…….…....19
2.4.1.1.3 Vibración mecánica……..……..22
2.4.1.2 Control automático……..……...23
2.4.1.2.1 Elementos de control y potencia eléctrica……..……24
2.4.2 Variable dependiente……..…….…….31
2.4.2.1 Proceso de fabricación del ladrillo……..……..……..31
2.4.2.2 Industrialización del ladrillo……..……...……...36
2.5 Hipótesis……..…….37
2.5.1 Unidades de observación……..……37
2.5.2 Variables……...……37
2.5.3 Término de relación……...……...37

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque investigativo……..……38
3.2 Modalidad básica de la investigación……..……38
3.3 Nivel o tipo de investigación……..……..39
3.4 Población y muestra……..…….……...40
3.4.1 Población…….……..…….40
3.4.2 Muestra…….…….....40
3.4.2.1 Tipo de muestra……..……41
3.5 Operacionalización de variables……...……42
3.5.1 Variable independiente…….....42
3.5.2 Variable dependiente……..……..……..43
3.6 Técnicas de la recolección de la información……...…...44
3.6.1 Técnicas e instrumentos……...…..……44
3.7 Plan de procesamiento de la información……..…..45

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados…….46
4.2 Interpretación de datos……..……...57
4.3 Verificación de la hipótesis……..……70
4.3.1 Hipótesis……70
4.3.2 Comprobación……...70

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones……...71
5.2 Recomendaciones……...…….....…....72

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos informativos…….…….…73
6.2 Antecedentes de la propuesta……....73
6.2.1 Antecedentes del diseño……..……...…...75
6.3 Justificación…….…...….76
6.4 Objetivos…….…… ……76
6.5 Análisis de factibilidad…..……....77
6.5.1 Análisis técnico…….…..77
6.5.2 Análisis económico financiero……...…....77
6.6 Fundamentación…….…..….79
6.6.1 Diseño del contenedor y sistema de abastecimiento……...…...…79
6.6.2 Diseño del husillo extrusor ……..…..……..…..…..84
6.6.3 Cálculo de la potencia del motor……..……..……92
6.6.4 Diseño del cilindro o camisa……..…….…..95
6.6.5 Diseño del eje……..…….…..…….99
6.6.7.1 Análisis estático……..……...100

6.6.7.2 Diseño por fatiga…….…… ..…..103
6.6.8 Selección del electrodo de soldadura……...……...…….……105
6.6.9 Diseño de cojinetes ……...…….…....106
6.6.10 Cálculos de los diámetros de las poleas……...…….....…….109
6.6.11 Diseño t selección de la banda tipo vv……110
6.6.12 Diseño de la tolva……..…….114
6.7 Metodología……...…….....116
6.7.1 Máquina…..……..……117
6.7.2 Construcción……...……..……118
6.7.2.1 Base……...……..……118
6.7.2.2 Estructura……..…….…...……..118
6.7.2.3 Tolva……...……..…...…120
6.7.2.3 Cilindro……..…122
6.7.2.4 Eje y tornillo extrusor……123
6.7.2.5 Cono extrusor…….123
6.7.2.6 Matriz de moldeo …...……..……...……..124
6.7.2.7 Cabezal de corte……..……..…….125
6.7.2.8 Palanca de corte…….…..……..…...127
6.7.2.9 Estructura del corte……..……..…127
6.7.3 Instrumentos utilizados para el control……...……129
6.7.3.1 Moto reductor……...…...129
6.7.3.2 Variador de frecuencia…….129
6.7.3.3 Pc”(Logo)…….…129
6.7.3.4 Sensor fotoeléctrico de distancia……...……..130
6.7.3.5 Final de carrera……...….130
6.7.3.6 Selector……...…….130
6.7.4.7 Contactar y relé térmico…….....131
6.7.4 Conexiones Eléctricas…….……131
6.7.4.1 Conexiones Eléctricas de potencia……...….132
6.7.4.2 Conexiones eléctricas para el control.....……..…..133
6.8 Administración……..134
6.8.1 Montaje de la máquina de moldeo y sistema de corte……..….124

6.8.2 Pasos para realizar pruebas de funcionamiento…….....135
6.9 Previsión de la evaluación……...……...…...136
6.9.1 Características técnicas……..…136
6.9.2 Plan de mantenimiento……...136
6.9.3 Recomendaciones de limpieza……..….137
7. Materiales de referencia……..…138
7.1 Bibliografía…….…….....138
Anexos…….……..141

ANEXO A: Planos.

ANEXO B: Ficha de observacion ,cuestionario, registro.

ANEXO C: Tablas de parámetros de diseño del extrusor.

ANEXO D: Tablas de condiciones para diseño de elementos macánicos.

ANEXO E: Tablas de especificaciones para procesos de soldadura.

ANEXO F: Tablas de materiales de aceros utilizados para la construcción de la máquina.

ANEXO G: Instrumentos utilizados para el control.

ANEXO H: Instrumentos utilizados para circuito de potencia.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Datos unidades de observación…….……...….37
Tabla 2.2 Datos de población y muestra……...37
Tabla 3.1 Estratos para unidades de análisis…….41
Tabla 3.2 Variable independiente…….....42
Tabla 3.3 Variable dependiente……43
Tabla 3.4 Plan de recolección de la información …….44
Tabla 3.5 Técnicas e instrumentos ……...45

Tabla 4.1 Características para la homogenización de la masa ….……46
Tabla 4.2 Características del trabajo de moldeo de forma manual……...50
Tabla 4.3 Datos de variación de medidas de ladrillos de forma manual…...…52
Tabla 4.4 Datos de variación de medidas de forma semiautomática ……...53
Tabla 4.5 Comparación de alternativas del mecanismo de moldeo ……56
Tabla 4.6 Resultado de la calidad del ladrillo forma manual……...65
Tabla 4.7 Resultado de calidad de moldeado proceso automático….....66
Tabla 4.8 Comparación de tiempo entre manual y automático……...……67
Tabla 4.9 Análisis de gastos de modo manual…….68
Tabla 4.10 Análisis de gastos de modo automático…….....69
Tabla 6.1 Datos generales de la propuesta……...73
Tabla 6.2 Costo de materiales para la tolva…….77
Tabla 6.3 Costo de materiales para el cilindro……...….78
Tabla 6.4 Costo de materiales para el gusano extrusor……...…..……78
Tabla 6.5 Costo de materiales para transmisión de movimiento…….78
Tabla 6.6 Costo de materiales de automatización……..…….…….....79
Tabla 6.7 Costo de materiales para la estructura……...…….……..79
Tabla 6.8 Datos de la base……..……..118
Tabla 6.9 Datos de la abrazadera inferior……..……..119
Tabla 6.10 Datos de la abrazadera superior……..…….……...120
Tabla 6.11 Datos de la tolva……..……...121
Tabla 6.12 Datos de soporte y placa……..……..121
Tabla 6.13 Datos del cilindro……..…….122
Tabla 6.14 Datos del eje para el tornillo……..…….123
Tabal 6.15 Datos del cono extrusor……..……124
Tabla 6.16 Datos de la matriz de moldeo……..……...125
Tabla 6.17 Datos del cabezal de corte……..……126
Tabla 6.18 Datos de la palanca de corte……..…….127
Tabla 6.19 Datos de la estructura para el corte……..……..128
Tabla 6.20 Datos características placa de la máquina….……..…...136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Bastidor……..……...12
Figura 2.2 Tornillo de fuerza…….…..……...13
Figura 2.3 Cojinete de bolas……..…….14
Figura 2.4 Chumacera…….…..……..14
Figura 2.5 Chavetera…….……....15
Figura 2.6 Banda y polea…….……..…….16
Figura 2.7 Eje……..……...17
Figura 2.8 Flexión y torsión……..…….18
Figura 2.9 Husillo de extrusión……..……19
Figura 2.10 Protección ocular……..……21
Figura 2.11 Soldadura de arco eléctrico……..……..22
Figura 2.12 Operación de control……...24
Figura 2.12 Motor eléctrico……..……..25
Figura 2.13 Conductores eléctricos……..……..26
Figura 2.14 Contactor……..…...27
Figura 2.15 Relé térmico……..…..28
Figura 2.16 Pulsador……...……28
Figura 2.17 PLC`s…….……..……...29
Figura 2.18 Sensor……..…..…...30
Figura 2.19 Final de carrera……...…….31
Figura 2.20 Extracción Arcilla……..…….32
Figura 2.21 Mesclado de la arcilla ……..…..……..……...33
Figura 2.22 Mescladora homogénea……..…….34
Figura 2.23 Procesó de moldeo……..……34
Figura 2.24 Partes de un ladrillo……..…...35
Figura 4.1 Etapas del proceso de moldeo……..…..…51
Figura 4.2 Moldeado del ladrillo en gaveras de madera…….51
Figura 4.3 Rejilla sin fondo……..…..51
Figura 4.4 Balanza…….....52

Figura 4.5 Máquina de tornillo extrusor para elaborar ladrillos…….....54
Figura 4.6 Máquina de prensa rodillo para elaborar ladrillos…….……55
Figura 4.7 Máquina de embolo pistón ……...……56
Figura 4.8 Vista isométrica extrusora ……..…….…59
Figura 4.9 Esquema del tornillo extrusor ……..……..…….….59
Figura 4.10 Producción diaria de ladrillos de forma manual…….…..…….…61
Figura 4.11 Grado de factibilidad del mecanismo de la máquina ……...…..….61
Figura 4.12 Elementos de control de la máquina ……..…..…….….62
Figura 4.13 Frecuencia del mantenimiento…..…….….63
Figura 4.14 Tipo de ladrillo comercializado……..64
Figura 4.15 Posición ergonómica para operar la máquina……64
Figura 4.16 Moldeo forma manual……..……..…..…66
Figura 4.17 Moldeo con proceso automático……..…….....66
Figura 4.18 Comparación del tiempo para un lote de 1200 ladrillos…….....67
Figura 6.1 Vista isométrica extrusora……..…..70
Figura 6.2 Esquema del tornillo extrusor……..…….70
Figura 6.3 Altura máxima de la tolva……..……..……..80
Figura 6.4 Tolva con mecanismo extrusor……..……...81
Figura 6.5 Tornillo sin fin……..……82
Figura 6.6 Extrusor seccional……..……..……..83
Figura 6.7 Paso estándar……..……..83
Figura 6.8 Angulo de hélice……..…….87
Figura 6.9 Cilindro sometido a presión externa e interna……..…….……95
Figura 6.10 Diagrama de fuerzas tornillo extrusor ……99
Figura 6.11 Diagrama distribución de cargas……,.……101
Figura 6.12 Diagrama de momentos flectores……..……101
Figura 6.13 Esquema de la tolva de alimentación……..……..114
Figura 6.14 Configuración de la tova …….....115
Figura 6.15 Metodología de la tesis…….116
Figura 6.16 Maquina semiautomática de moldeo de ladrillo…….…….117
Figura 6.17 Base para la estructura……..……118
Figura 6.18 Abrazadera inferior……..…….119

Figura 6.19 Abrazadera superior……..……120
Figura 6.20 Tolva de alimentación……..….121
Figura 6.21 Soporte y placa……..…...122
Figura 6.22 Cilindro o camisa…….……..…...122
Figura 6.23 Eje……..…...123
Figura 6.24 Cono extrusor……..…..124
Figura 6.25 Matriz de moldeo……...…125
Figura 6.26 Mecanismo de corte……..125
Figura 6.27 Cabezal de corte……....126
Figura 6.28 Carro móvil para el corte …….127
Figura 6.29 Palanca de corte……..…..127
Figura 6.30 Estructura……..…128
Figura 6.31 Moto reductor de 2HP……..……..…129
Figura 6.32 Variador de frecuencia……..…129
Figura 6.33 Controlador lógico……..…..129
Figura 6.34 Sensor de distancia……..….130
Figura 6.35 Final de carrera……..…...130
Figura 6.36 Selector on- off……..……..….131
Figura 6.37 Relé térmico y contacto…….131
Figura 6.38 Diagrama eléctrico de potencia ……132
Figura 6.39 Diagrama eléctrico de control ……..133
Figura 6.39 Diagrama de programación logo ……..134

SIMBOLOGÍA

d_1	Diámetro de la polea motriz [plg]
N_1	Velocidad de la polea motriz (r.p.m.)
d_2	Diámetro de la polea conducida [plg]
N_2	Velocidad de la polea conducida (r.p.m.)
dp_1	Diámetros primitivos polea motriz [plg]
dp_2	Diámetros primitivos polea impulsada [plg]
A	Ancho de la polea (plg),
B	Ancho de la banda (plg)
V	Volumen de un ladrillo [m^3].
ℓ	Lado del ladrillo [m]
h	Altura [m]
n	Tamaño de muestra
p	Paso del tornillo [cm]
D	Diámetro [m]
a	Ancho [m]
A	Área de flujo del cilindro
Z^2	Nivel de confiabilidad [%]
p	Probabilidad de ocurrencia [%]
E	Error máximo admisible [%]
N	Población
Ap.	Ancho de la polea [plg]
B	Ancho de la banda [plg]
Q	Flujo másico requerido [kg/h]
ρ	Densidad del ladrillo [kg/m^3]
L	Longitud del extrusor [m]
d	Diámetro del eje [m]

e	Ancho de filete [mm]
φ	Ángulo de hélice [º]
δ	Holgura tolerancia [mm]
n	Velocidad del tornillo [rpm]
d_b	Densidad del barro [kg/m^3]
CF1	Factor de capacidad del paso
CF2	Factor de capacidad de acuerdo el tipo de hélices
V	Velocidad del tornillo [m/s]
D_{iC}	Diámetro interno del cilindro o camisa [m]
γ_{ap}	Razón de corte [s^{-1}]
H_t	Altura del hilo del tornillo [m]
u_{app}	Viscosidad aparente [N/m2] Pas
m	Índice de consistencia de flujo
nc	Índice de flujo del comportamiento del flujo
τ	Esfuerzo cortante
ΔP	Presión de extrusión KPas
Lc	Longitud de la camisa
r_{ic}	Radio interno del cilindro
P_t	Potencia total [Hp]
P_f	Potencia para mover el tornillo desocupado [Hp]
P_m	Potencia para mover el material [Hp]
P_w	Potencia de bombeo [Hp]
F_O	Factor de sobrecarga
ef	Factor de eficiencia
F_d	Factor según el diámetro del tornillo.
f_b	Factor de rozamiento
C	Capacidad equivalente [ft^3/h]
F_f	Factor debido al porcentaje de carga
F_m	Factor de material

F_p	Factor por el número de hélices por paso.
W	Carga transmitida [Lb.]
T	Torque [N.m]
r_{oc}	Radio externo del cilindro [mm]
t_c	Espesor del cilindro [mm]
r_{ic}	Radio interno del cilindro [mm]
σ_t	Esfuerzo tangencial$[MPas]$
σ_r	Esfuerzo radial $[KPas]$
σ_l	Esfuerzo radial $[MPas]$
σ'	Esfuerzo equivalente en el dado $[MPas]$
Fs_c	Factor de seguridad
Sy_c	Límite de fluencia del acero
HRC	Dureza del acero
W_1	Peso de la colada de barro [kg]
W_2	Peso del eje macizo [kg]
nf	Factor de seguridad de diseño eje
S_y	Límite de fluencia del material eje [kpsi]
σeq	Esfuerzo equivalente del eje [kpsi]
τ_{xy}	Esfuerzo cortante viga a torsión $[Mpa]$
σ_x	Esfuerzo cortante viga a flexión $[Mpa]$
S_e	Límite de resistencia a fatiga del elemento
$S_e^{`'}$	Límite de la muestra a fatiga de viga rotatoria
K_a	Factor de acabado de superficie
K_b	Factor de tamaño
K_c	Factor de confiabilidad
K_d	Factor de temperatura
K_e	Factor de concentración de esfuerzos
k_t	Factor teorico de concentración de esfuerzos
q	Sensibilidad a las ranuras
Co	Capacidad de carga estática requerida [N]
Po	Carga estática equivalente [N]

So	Factor de seguridad estático
Fr	Fuerza radial [N]
a_1	Factor de duración de un cojinete
a_{23}	Factor de temperatura de un cojinete
$L_{10}h$	Duracion nominal en horas de servicio
L_{10}	Duración nominal en millones de revoluciones
$n_{1\ motoreductor}$	Revoluciones del motor [rpm]
$n_{2\ eje}$	Revoluciones del eje [rpm]
k_s	Factor de servicio
L_P	Longitud de paso banda [plg]
C	Distancia entre centros [plg]
n_d	Factor de seguridad diseño de banda
H_d	Potencia de diseño [hp]
H_{nom}	Potencia nominal [hp]
K_1	Factor de corrección del ángulo de cobertura
K_2	Factor de corrección de longitud de banda
H_{tab}	Potencia tabulada [hp]
n_{fs}	Factor de seguridad de diseño
m	Masa [kg]
h_t	Altura de la tolva [m]
Ceq	Capacidad equivalente [$[ft^3/h]$
$Creq$	Capacidad requerida [$[ft^3/h]$

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación se refiere al estudio del proceso de moldeo de ladrillos, este tiene como propósito implementar un sistema óptimo que permita reducir el tiempo de elaboración en dicho proceso, además este sistema permite facilitar la manipulación de la materia prima (arcilla) con el operador. Sobre esa idea se enfocó este proyecto pero no se debe dejar de mencionar que se busca también es aumentar la competitividad de los pequeños fabricantes de ladrillos presentando una alternativa de desarrollo tecnificada.

Para la realización del proyecto fue necesario recabar información sobre el proceso completo de la elaboración del ladrillo. Se muestra la investigación de campo que se realizó en la zona ladrillera de San Juan del cantón Chambo provincia del Chimborazo, con la finalidad de ir desglosando las funciones que justifican la construcción de la máquina, se someten a evaluación las diferentes alternativas para la realización de cada una de las funciones que realiza la máquina, y una vez seleccionadas se aplican metodologías adecuadas para el diseño de los componentes mecánicos. Es el caso del tornillo extrusor que se diseña en base a una metodología ya desarrollada en donde se toman en cuenta características de la arcilla. Así como para el tornillo extrusor, para los demás mecanismos se consideran diversos parámetros como el diseño de los subsistemas como fuerzas de aplicación, velocidades de los mecanismos, potencias etc. El proyecto abarca la presentación de los planos de despieces y sus ensambles, así como el ensamble general; se realiza una evaluación de los costos para la construcción de la máquina y su

respectivo manual de funcionamiento, de igual modo se anexa los parámetros de diseño.

Pensando en esto se tiene la confianza de la rentabilidad que puede resultar invertir en el desarrollo tecnológico de la fabricación del ladrillo en nuestro país es por eso que se realizó este estudio. Los parámetros sobre los cuales se trabajaron para justificar la rentabilidad de la maquina comparada con la máquina del mismo tipo pero de otros países es la cantidad de piezas por periodo de tiempo. Finalmente, en las conclusiones se analiza el resultado de evaluar el diseño que se tiene como resultado de la máquina en base a los objetivos y alcances que se plantearon en un principio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO DE UN SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO MOLDEADOR DE LADRILLOS DE ARCILLA PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ELABORACIÓN EN LA LADRILLERA ARTESANAL DEL CANTÓN CHAMBO PROVINCIA DEL CHIMBORAZO

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

La importancia que ha adquirido el ladrillo a través de su historia ha colocado como un material indispensable en la industria de la construcción, y aún dominante en cuanto a cantidades de comercialización se refiere a nivel mundial.

El ladrillo posee algunas características idóneas que hace que mucha gente lo prefiera para construir. Pese a eso el ladrillo en algunos países todavía se sigue elaborando de una manera artesanal que da como resultado inconvenientes en la producción, esto ha repercutido en la creciente necesidad de optimizar los métodos de producción en las industrias procesadoras, con una mayor exigencia de seguridad y calidad.

La elaboración de ladrillos de barro constituye un alto grado de demanda en nuestro país, por ello se puede decir que son parte de un buen mercado para la elaboración de este proceso industrial para el servicio de la construcción en obras

civiles, para lo cual las micro industrias se esmeran en mejorar sus procesos de manufactura.

En nuestro país no existen industrias en la elaboración de ladrillo de arcilla, sin embargo existe una gran cantidad de pequeños artesanos que tratan de mejorar sus procesos tanto en reducir costos y el tiempo de manufactura consecuentemente los sectores que se dedican a este campo tratan de mejorar sus sistemas de procesos acorde a la tecnología que dispone nuestro país, aplicando correctamente los procedimientos de manufactura con el propósito de tener excelentes resultados para el cual se va a llevar a cabo este proyecto.

La gran demanda que existe del material de construcción en todo el país obliga que el ladrillo se fabrique en grandes cantidades. En vista de esto algunas provincias del país ya fabrican el producto de forma similar o diferente, especialmente la provincia de Chimborazo provee este producto a una gran parte de la sierra. En el cantón Chambo se encuentra la mayor producción muchos de sus habitantes se dedican a la fabricación del ladrillo ya que es el principal ingreso económico, de ahí que nace la importancia de ir mejorando el proceso de moldeo del ladrillo, por lo tanto se ha visto la necesidad de ir comprando máquinas que permitan elaborar este proceso, por tal motivo es necesario diseñar un sistema más cómodo y automático que elimine el trabajo de forma manual.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

El presente proyecto está orientado a facilitar el trabajo de la industria ladrillera, por lo tanto al crecimiento de la oportunidad de producir grandes cantidades y en tiempos cortos. Además la utilización de esta máquina permitirá que se pueda cuantificar de un modo más técnico y preciso la obtención del producto y el costo de producción. Es decir se pretende elevar la productividad de todo tipo de proceso de la industria del ladrillo en el Ecuador.

Actualmente los productores de ladrillos se ven limitados en el número de unidades producidas debido a que la elaboración se la efectúa de modo manual o con

máquinas descontinuadas, lo que impide el crecimiento de los mismos y limita la expansión de este tipo de industria.

Adicionalmente se debe manifestar que el proceso de elaboración artesanal es agotador porque involucra varias actividades sin tener un procesamiento técnico de las actividades.

En el proceso de producción de las ladrilleras sus máquinas tienen falencias en sus mecanismos lo cual produce pérdidas de tiempo y mano de obra en el llenado de moldes y compactación del mismo.

1.2.3 PROGNOSIS

En la actualidad la producción nacional artesanal de una forma manual del proceso de moldeo de ladrillos genera varias desventajas como tiempo elevado, existencia de un nivel alto de esfuerzo físico de la persona que realiza esta actividad causando gastos innecesarios de mano de obra. Por esta razón en la actualidad se puede solucionar los problemas ya mencionados implementando un sistema mecánico semiautomático que ayude a optimizar el proceso mejorando de esta manera el tiempo de moldeo para aprovechar y explotar de mejor manera la producción del ladrillo y así obtener una mayor demanda en el mercado de la construcción.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Es factible la implementación de un sistema semiautomático moldeador de ladrillos de arcilla para reducir el tiempo de elaboración en la industria ladrillera?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Qué parámetros son necesarios analizar para mejorar el proceso de moldeo manual de los ladrillos de arcilla?

¿Qué tipos de sistemas de máquinas existen para la elaboración del moldeo de ladrillo de arcilla?

¿Qué tipo de sistema moldeador será el más eficiente para satisfacer la necesidad de reducir el tiempo de moldeo en la industria del ladrillo?

¿El diseño de un sistema semiautomático remplazará al proceso de moldeo manual y permitirá obtener el producto en menor tiempo?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.6.1 DELIMITACIÓN DE CONTENIDO

De acuerdo a este proyecto de investigación a realizarse cubre básicamente los siguientes temas de estudio por lo que se tiene que proceder a la delimitación de contenidos.

- La asignatura que se aplica es el diseño de elementos mecánicos, así como también las vibraciones en elementos mecánicos.
- Se realiza un estudio para la utilización de materiales para lo cual se utiliza la asignatura Ciencia de los materiales.
- Para la optimización en la automatización se utiliza los contactores y relés de tiempos los mismos que tienen un sistema de control.
- Existen materias adicionales que son importantes mencionar ya que tienen un porcentaje significativo para la elaboración como son, soldadura y procesos de manufactura.

1.2.6.2 DELIMITACIÓN DE ESPACIAL

Este proyecto tiene los estudios de campo e investigación en el cantón Ambato y cantón Chambo, y se completa con la investigación que se encuentra a disposición en las bibliotecas de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi y Politécnica de Chimborazo.

1.2.6.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El estudio a investigar se realizó a partir de enero del 2011 y concluirá en julio del 2012 con el análisis e interpretación de resultados.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el éxito de un empresario, un administrador de empresas o el de alguien encargado de conducir o producir un proyecto, es lograr la satisfacción del cliente, planificando las necesidades de una sociedad.

Para lograr se necesita conocer los orígenes de la producción sus etapas y en que influyen en la actualidad para esto se expondrá sus etapas y sus consecuencias para así lograr un mejor y amplio manejo de un sistema automático, caracterizado por los deseos a los que el hombre requiere, y que con los cuales domina un mercado que requiere mejor cumplimiento.

La industria ladrillera se encuentra directamente relacionada con la industria de la construcción, por ser proveedora de una de las materias primas fundamentales para su desarrollo, radicando aquí su importancia, y la necesidad de mejorar los sistemas productivos actuales, puesto que no se observa un proceso productivo acorde a la importancia de éste noble material y es frecuente observar técnicas obsoletas y bajo grado de desarrollo tecnológico en los productores de ladrillo de la zona, sumado a esto el grave estado de marginación y desamparo en el que se encuentran sumidos desde hace largo tiempo.

Por esta razón lo interesante de esta investigación es construir un sistema semiautomático que se pueda mejorar los diferentes inconvenientes que se presentan en el proceso de moldeo.

La necesidad principal para la realización de este proyecto es la diminución de tiempos en el proceso de moldeado, es por esto que se va a buscar un diseño

óptimo para las condiciones requeridas en el volumen que se desee obtener para cumplir las necesidades de la industria que requiere de este servicio de investigación que tiene un interés socioeconómico para la asociación de ladrilleros.

Se lo puede considerar como un proyecto de investigación novedoso ya que es una buena alternativa para los ladrilleros poder disponer de una máquina que realice el proceso de moldeo en menos tiempo que de una forma manual, lo que se realizaría aplicando un estudio científico que garantice la investigación realizada.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer un sistema óptimo semiautomático moldeador de ladrillos de barro para reducir el tiempo de elaboración en la industria ladrillera.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la materia prima utilizada para los métodos tradicionales de la elaboración de ladrillos de arcilla y obtener datos de propiedades del material.

- Investigar los tipos de mecanismos y dispositivos de control de la máquina que sean los adecuados para perfeccionar su trabajo de acuerdo a la exigencia del proceso de elaboración de ladrillos.

- Proponer la construcción de un sistema semiautomático óptimo manipulado sin utilizar fuerza excesiva en la elaboración del proceso de moldeo de ladrillos.

- Realizar la demostración de pruebas de funcionamiento del sistema construido y compararlos por medio de pruebas de ensayo la reducción del tiempo de producción al momento de su trabajo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Las investigaciones realizadas por técnicos de nuestro país referente al tema están primordialmente enfocadas al ámbito productivo. Enfocados dentro de estos proyectos el tema de la industrialización de los procesos pero sin adentrarse a fondo en el tema.

Hasta el momento no existe en nuestro país ningún documento que tenga una información técnica científica sobre lo que se desea implementar.

Las indagaciones realizadas de sistemas de moldeo de ladrillos se basan en equipos de construcción extranjera, maquinaria de moldeo altamente eficiente e industrializado para una producción elevada, con lo cual la presente investigación tiene un apoyo de partida para el diseño y construcción del sistema.

Existen modelos de máquinas extrusoras para moldeo de ladrillo, de tipo tornillo, paletas, y prensa neumática en países industrializados en maquinaria y tecnología como Argentina, Italia Alemania y España que se caracterizan por construir maquinaria industrial.

La primera fábrica de ladrillos industrializados del norte argentino asoma en los años 80 al 90, el avance en la tecnología de fabricación dio un gran impulso a la industria ladrillera, con una mayor eficiencia en la calidad del material y en la reducción de los tiempos de fabricación. En una fábrica moderna totalmente

automatizada, donde el proceso es continuo, la elección de la cava es una operación determinante del producto final, comprende la fabricación del producto por extrusión o prensado.

El Arq. Mario Averardo BIANUCCI, Cátedra Introducción a la Tecnología del ladrillo realizó varios estudios y pruebas se lanzó TRIXOFIL, revolucionario alambre de corte para controlar la efectiva validez del nuevo producto, se organizó un mega test práctico en todas las fábricas italianas productoras de ladrillos.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

En el presente estudio de investigación. Sistema semiautomático para el moldeo de ladrillos, es un desarrollo a partir de diversos modelos ya existentes en otros países de América y Europa, pero el propósito general es llegar a dar solución a la necesidad que tiene la micro empresa artesanal San Juan del Cantón Chambo que desde hace varias generaciones, la fabricación del ladrillo común ha sido, en esta zona de la sierra una práctica habitual, generadora de recursos económicos para personas, y a la vez, productora de cantidades de uno de los materiales más utilizados en la construcción tradicional de casas y edificios.

Si bien los avances tecnológicos, el desarrollo de nuevos materiales y aleaciones y la adaptación de diversos sistemas constructivos, se encuentran en todos los mercados del mundo, pero cabe destacar que en esta región, el ladrillo común sigue siendo el material de mayor aceptación por parte de la población, es por esto el moldeado de los ladrillos se considera como un proceso fundamental para agregar valor al producto final, por lo que se puede proveer de un sistema a menor costo sencillo de manipular y de fabricación ecuatoriana.

El presente trabajo de investigación es parte de una investigación documental y de campo para tener un mejor entendimiento del desarrollo de la propuesta se describen los principios fundamentales de los procesos de elaboración, luego se incorporan variables y conceptos de diseño. En el proceso de preparación y

moldeado del material de arcilla. En las etapas de estos procesos se analizan las potencialidades y como optimizar cada etapa, luego se dan las causas y formas de mejorar.

Se incorpora tópicos de ingeniería de diseño y se muestran temas de diseño mecánico. Se profundiza en la automatización adecuada para el moldeo posteriormente se incorpora tópicos de sistema de control en sistemas automáticos de máquinas moldeadoras de ladrillos, utilizando formas de hacer comparación de técnicas de propuestas de estas máquinas con un alto grado de eficiencia y finalmente un control estadístico de proceso orientado al moldeado adecuado de los ladrillos.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Para el caso del moldeo de ladrillos no es necesario una norma o permiso para la elaboración de este producto, es un material que se puede elaborar libremente sin restricción legal en el ámbito ecuatoriano, sin embargo se enuncian algunas normas de fabricación y de materiales existentes en nuestro medio.

ASTM A 992 M: Especificación para perfiles de acero estructural.

ASTM A 36 M: Especificación para acero estructural al carbón.

NTE INEN 698 (ASTM C142): Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables.

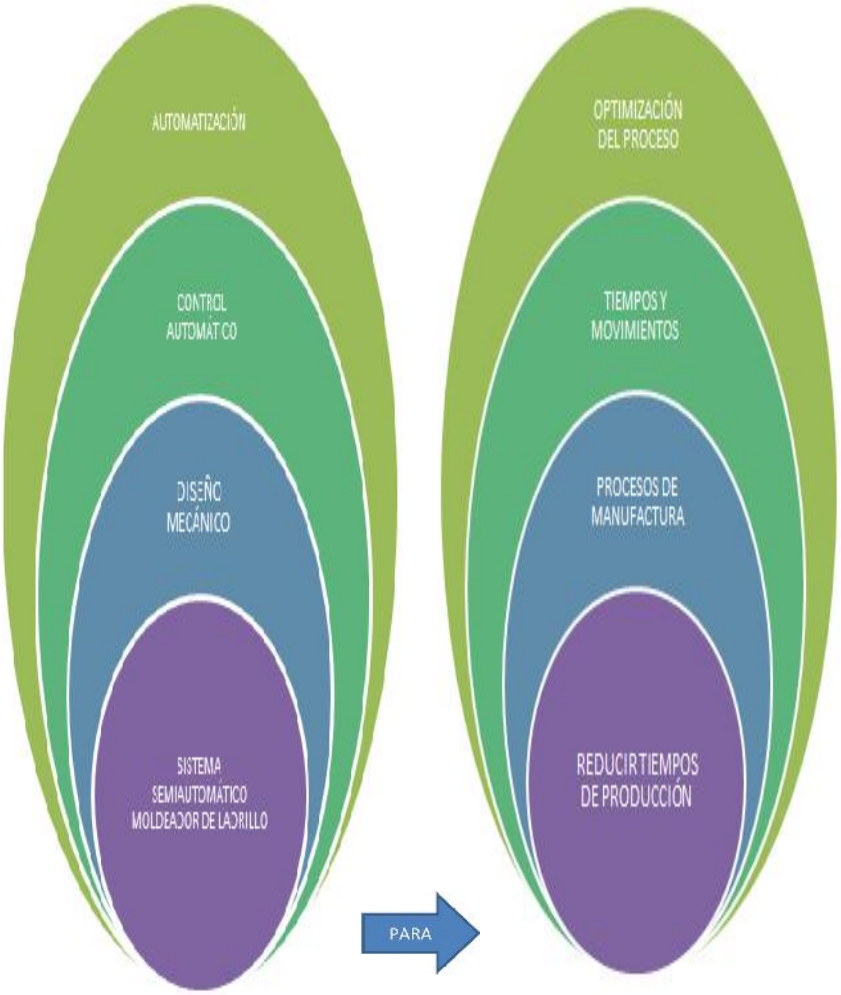
Normas DIN-105 para ladrillos macizos,

Normas DIN-1053 para obras de fábrica de ladrillos macizos

La norma NTE INEN 0451:81 Vocabulario electrotécnico. Definiciones fundamentales Electrotechnicvocabulary. Fundamental definitions

La normaANSI/AWS D1.1:1998 Norma American welding society

2.4 RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



Variable Independiente **Variable Dependiente**

2.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Sistema Semiautomático Moldeador De Ladrillo De Barro

2.4.1.1 DISEÑO MECÁNICO

ALTEMIR, José (2011). Bases Del Diseño de Ingeniería Mecánica. Es una asignatura de la rama de la ingeniería mecánica en la cual se exponen los conceptos y técnicas de representación habituales en el proceso de diseño. Para la solución de problemas técnicos que requiera una organización mediante el análisis, información, conocimientos técnicos y también creatividad e imaginación.

En el diseño mecánico la forma debe ser siempre consecuencia de la función aunque, cumplida la función, la estética tiene cada vez más importancia en el proceso de comercialización del producto.

Existen objetos mecánicos que, como por ejemplo las máquinas herramientas o los automóviles, requieren incorporar en su diseño aspectos ergonómicos y antropométricos, de seguridad etc.

2.4.1.1.1 ELEMENTOS MECÁNICOS

- **Máquina**

Según ALTEMIR, José (2011). Una máquina es un conjunto de piezas o elementos móviles y fijos, cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo.

Una máquina es cualquier artefacto capaz de aprovechar, dirigir o regular una forma de energía para aumentar la velocidad de producción de trabajo o para transformarla en otra forma energética. Las máquinas son dispositivos usados para cambiar la magnitud y dirección de aplicación de una fuerza.

La utilidad de una máquina es que permite desplegar una fuerza mayor que la que una persona podría aplicar solamente con sus músculos, o aplicarla de forma más eficaz.
Combinando máquinas simples se construyen máquinas complejas. Con estas máquinas complejas, a su vez, se construye todo tipo de máquinas utilizadas en la

ingeniería, y construcción, y todo ámbito de nuestras vidas. Las máquinas también han posibilitado al hombre, el control de las fuerzas del viento, de los combustibles y del agua. Sin máquinas, el hombre viviría aún en estado primitivo y no habría podido alcanzar ninguna forma de progreso.

- **Bastidor**

Es la estructura rígida que soporta el motor y el mecanismo, garantizando el enlace entre todos los elementos.

Figura 2.1.Bastidor
Fuente: [http://pe.clasificados.com/maquina-para-hacer-ladrillos]

- **Tornillo de fuerza**

Los tornillos de Potencia son un dispositivo para cambiar movimiento lineal y usualmente para transmitir potencia. En forma más específica los tornillos de potencia se usan:

1. Para obtener una ventaja mecánica mayor con objeto de levantar pesos, como es el caso de los gatos tipo tornillos de los automóviles.
2. Para ejercer fuerzas de gran magnitud, como en los compactadores caseros o en una prensa.
3. Para obtener un posicionamiento preciso de un movimiento axial, como en el tornillo de un micrómetro o en el tornillo de avance de un torno [1].

[1] http://www2.ula.ve/dsiaportal/dmdocuments/elementos/TORNILLOPOTENCIA.pdf

En cada una de estas aplicaciones se utiliza un par de torsión en los extremos de los tornillos por medio de conjuntos de engranajes, creando de esta forma una carga sobre el dispositivo.

En los tornillos de potencia se usa el perfil de rosca Acmé. El ángulo de la rosca es de 29° y sus dimensiones se pueden determinar fácilmente después que se conoce el paso:

Figura 2.2. Tornillo de fuerza
Fuente: [http://www2.ula.ve/dsiaportal/dmdocuments/elementos/.pdf]

- **Cojinetes antifricción**

Según SHIGLEY, J.E. (2011). Diseño En Ingeniería Mecánica. Los nombres de cojinete de Rodamiento o simplemente rodamiento, se emplean para describir la clase de soporte de eje en el que la carga principal se transmite a través de elementos que están en contacto rodante y no deslizante, es decir, su utilización se debe a la característica de transferir las cargas entre los elementos rotatorios y los estacionarios, permitiendo la rotación relativamente libre con un mínimo de fricción.

La carga, la velocidad y la viscosidad de operación del lubricante afectan las características de fricción de un cojinete de rodamiento. Aunque no es muy correcto el nombre de cojinete antifricción, se usa comúnmente en la industria.

El especialista en el diseño de cojinetes antifricción, se enfrenta al problema de diseñar un grupo de elementos que componen un cojinete de rodamiento; estos elementos deben diseñarse para adaptarlos a un espacio cuyas dimensiones se

especifiquen; de igual forma deben estar diseñados para resistir una determinada carga y finalmente estos elementos deben estar diseñados para tener una duración o vida útil satisfactoria cuando la operación se realice según las condiciones especificadas.

Para el diseño de un rodamiento, se deben considerar los siguientes factores:

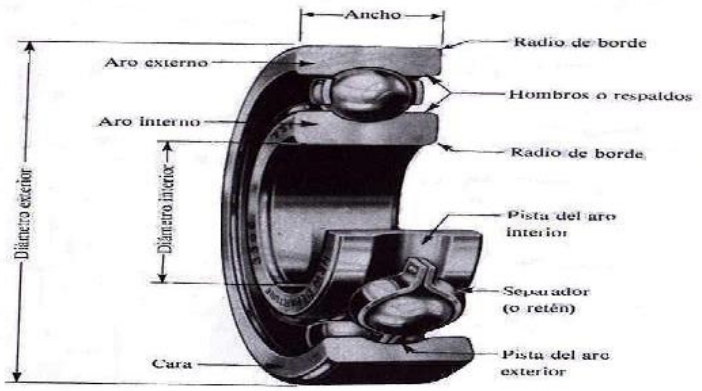


Figura 2.3. Cojinete de bolas
Fuente. [Catálogo de cojinetes SKF]

- **Chumacera**

Las chumaceras (Bearing Units) o unidades de rodamientos son una combinación de un rodamiento radial de bolas o de doble hilera de rodillos esféricos, sello, y un alojamiento (soporte) de hierro colado de alto grado o de acero prensado también pueden ser de acero inoxidable o algún material sintético, están disponibles en formas geométricas muy variadas [2].

Figura 2.4. Chumacera
Fuente:[Catálogo de chumaceras SKF]

[2] Catálogo de chumaceras SKF

- **Chaveteros**

SHIGLEY, Joseph E. (2011). La chaveta deberá dimensionarse de manera que pueda transmitir el mismo par de torsión que el eje correspondiente. Por ello, la longitud de la chaveta deberá ser como mínimo igual a 1,5 veces el diámetro del eje.

Los chaveteros de eje y rueda deberán tener los bordes redondeados para evitar grietas y posteriores roturas. http://es.scribd.com/doc/37597130/Dimensiones-Chaveteros-y-Chavetas.

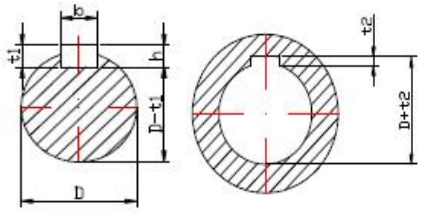


Figura 2.5. Chavetero
Fuente: [Autor Hernán Balseca]

- **Bandas**

Según LARBURO, Nicolás (2011). Una banda es un elemento flexible capaz de transmitir potencia que sienta en forma ajustada sobre un conjunto de poleas o poleas acanaladas. Cuando se utiliza para reducir de velocidad, el caso es más común, la polea acanalada más pequeña se monta en la flecha de alta velocidad, como la flecha de un motor eléctrico. La polea de mayor tamaño se monta en la máquina que es impulsada. La banda se diseña de manera que gire alrededor de las dos poleas sin deslizarse.

Cuando se transmite potencias, la fricción provoca que la banda se adhiera a la polea impulsora y, a su vez, se incrementa la tensión en un lado al que se denomina el “lado tensionado del impulsor”. El lado opuesto de la banda aún está en tensión, pero de menor valor. Por tanto se le da el nombre de “lado flojo”. LARBURO, Nicolás. (2005). Máquinas Prontuario. Tercera Edición. Editorial Thomson Paraninfo. Madrid

Cuando hay que transmitir movimiento rotacional continuo a rotacional continuo, se emplean poleas y bandas.

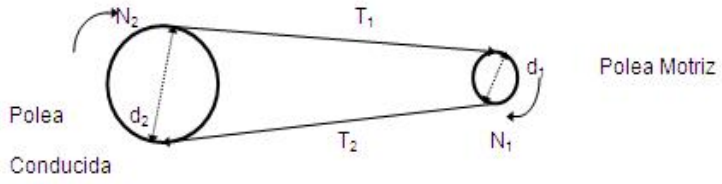


Figura 2.6. Banda y polea
Fuente: [Autor Hernán Balseca]

Dónde:

d_1 = Diámetro de la polea motriz

N_1 = Velocidad de la polea motriz (r.p.m.)

d_2 = Diámetro de la polea conducida

N_2 = Velocidad de la polea conducida (r.p.m.)

$$T_2 < T_1$$

Relación de transmisión: $N_! / N_2 = dp_2 / dp_1$

Dónde: dp_1 y dp_2 son “diámetros primitivos”.

- **Poleas.**

En la industria se utilizan diferentes tipos de poleas, apropiadas cada una para la naturaleza del servicio que prestan. Existen poleas disponibles prácticamente para todas las condiciones del servicio.

La información principal que interesa conocer en una polea es:

- Ancho
- Diámetro
- Material de construcción

- Al ancho de la polea debe ser algo superior al de la banda. Una fórmula aproximada, pero muy utilizada en la práctica es :

$$Ap = 1.2\ (B+0.4)$$ Fórmula de Robert

Dónde: Ap = Ancho de la polea (pulg), B = Ancho de la banda (pulg)

- El diámetro es importante para establecer la relación de transmisión :

$$N_1\ d_1 = N_2\ d_2$$ Ecuación 2.2

- **Eje y árboles**

Según MOTT, Robert L. (1995). En ingeniería mecánica se conoce como eje de transmisión o árbol de trasmisión a todo objeto axis métrico especialmente diseñado para transmitir potencia. Estos elementos de máquinas constituyen una parte fundamental de las transmisiones mecánicas y son ampliamente utilizados en una gran diversidad de máquinas debido a su relativa simplicidad.

Los árboles son elementos de máquinas que giran siempre con los elementos que soportan (poleas, ruedas dentadas, etc.) a los que hacen girar o giran con ellos. Estos elementos que soportan se fijan por medio de chavetas, ranuras estriadas o uniones forzadas. Los árboles de transmisión descansan radialmente sobre cojinetes o rodamientos, y cuando están dispuestos verticalmente, su extremo inferior se apoya sobre quicioneras. La parte del árbol que sobre cojinetes se denomina gorrón o muñón y cuando es vertical quicio.

Estos árboles, que al transmitir potencia cuando giran, se ven sometidos, a veces, a esfuerzos de torsión pura y casi siempre a esfuerzos combinados de torsión y flexión. El esfuerzo de torsión se produce al transmitir torque y la flexión debido a las fuerzas radiales que aparecen según sea la forma como se transmite la potencia a otro árbol (mediante acoplamientos, cadenas de transmisión, correas planas y trapeciales, por medio de engranajes, etc.) [3].

[3] Robert L. Mott (1995) Diseño de Elementos de Máquinas. México. Prentice Hall Hispanoamericana S.A

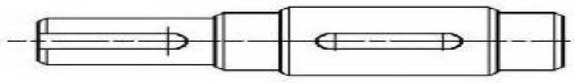


Figura 2.7. Eje
Fuente: [Robert L. Mott Diseño de Máquinas]

- **Flexión y Torsión**

En todo elemento cilíndrico de sección circular que transmite un movimiento de giro y que puede llevar montados distintos elementos mecánicos de transmisión de potencia (engranes, poleas, volantes, etc.) están sometidos a flexión por los tipos de cargas y torsión cuando están sometidos a transmisión de potencia [4].

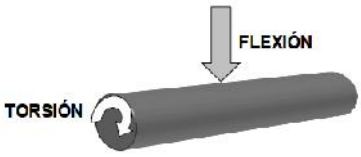


Figura 2.8. Diagrama de flexión y torsión
Fuente: [Beer, F. Johnston Jr. Mecánica de Materiales]

Cargas estáticas y dinámicas:

Flexión

$$\sigma_x = \frac{32\,.\,d/2}{I} = \frac{32\,.\,M}{\pi d^3} \qquad \text{Ecuación 2.3}$$

Torsión

$$\sigma_{xy} = \frac{T\,.d/2}{J} = \frac{16\,.\,T}{\pi d^3} \qquad \text{Ecuación 2.4}$$

- **Husillo (gusano)**

El husillo de extrusión es básicamente un tornillo de Arquímedes fijado por un extremo a un motor que lo hace girar a una velocidad angular previamente decidida en los procesos de Moldeo por inyección y extrusión. Este husillo tiene un canal separado por álabes que sirven para cortar y empujar el flujo. Sus formas y diseños

[4] Beer, Ferdinand P. Johnston Jr. E Russell (1993) Mecánica de Materiales. México McGraw-Hill.

son muy diferentes, dependiendo del polímero que se desee procesar. En ingeniería de polímeros no es común hablar de las características matemáticas de estos modelos.

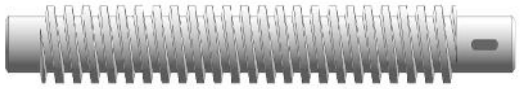


Figura 2.9. Husillo extrusor
Fuente. [http://www.clextral.com/industria-agroalimenticia/extrusor]

2.4.1.1.2 ELEMENTOS MATERIALES

- **Aceros**

ROSSELL, Abdy Briones (2011). Manual Del Acero. El acero es una aleación de hierro y carbono, donde el carbono no supera el 2,1% en peso de la composición de la aleación, alcanzando normalmente porcentajes entre el 0,2% y el 0,3%. Porcentajes mayores que el 2,0% de carbono dan lugar a las fundiciones, aleaciones que al ser quebradizas y no poderse forjar a diferencia de los aceros, se moldean.

Son aquellos productos ferrosos cuyo tanto por ciento de carbono está comprendido entre 0.05% y 1.7%; el acero endurece por el temple y una vez templado, tiene la propiedad de que si se calienta de nuevo y se enfría lentamente, disminuye su dureza. El acero funde entre los 1400 y 1500°C, y se puede moldear con más facilidad que el hierro.

Los aceros se pueden clasificar según se obtengan en estado sólido: en soldados, batidos o forjados; o, en estado líquido, en aceros de fusión y homogéneos. También se clasifican según su composición química, en aceros originarios, al carbono y especiales.

La proporción de carbono influye sobre las características del metal. Se distinguen dos grandes familias de acero: los aceros aleados y los no aleados. Existe una aleación cuando los elementos químicos distintos al carbono se adicionan al hierro según una dosificación mínima variable para cada uno de ellos.

- **Aceros al carbono**

El 90% de los aceros son aceros al carbono. Estos aceros contienen una cantidad diversa de carbono, menos de un 1,65% de manganeso, un 0,6% de silicio y un 0,6% de cobre. Con este tipo de acero se fabrican máquinas, carrocerías de automóvil, estructuras de construcción, etc.

- **Aceros aleados**

Estos aceros están compuestos por una proporción determinada de vanadio, molibdeno y otros elementos; además de cantidades mayores de manganeso, silicio y cobre que los aceros al carbono. Estos aceros se emplean para fabricar engranajes, ejes, cuchillas de corte, etc.

- **Aceros inoxidables**

Estos aceros contienen cromo, níquel, y otros elementos de aleación que los mantiene brillantes y resistentes a la oxidación. Algunos aceros inoxidables son muy duros y otros muy resistentes, manteniendo esa resistencia durante mucho tiempo a temperaturas extremas. Debido a su brillo, los arquitectos lo emplean mucho con fines decorativos. También se emplean mucho para tuberías, depósitos de petróleo y productos químicos por su resistencia a la oxidación y para la fabricación de instrumentos quirúrgicos o sustitución de huesos porque resiste a la acción de los fluidos corporales. Además se usa para la fabricación de útiles de cocina, como pucheros, gracias a que no oscurece alimentos y es fácil de limpiar.

- **Aceros de herramientas**

Estos aceros se emplean para fabricar herramientas y cabezales de corte y modelado de máquinas. Contiene wolframio, molibdeno y otros elementos de aleación que le proporcionan una alta resistencia, dureza y durabilidad.

- **Soldadura por arco**

Es la forma más común de soldadura. Se suele utilizar la denominación abreviada SMAW (del inglés *Shielded metal arcwelding*) o MMA (*manual metal arcwelding*).

CATÁLOGO (2006) Escuelas de Soldadura AGA. Mediante una corriente eléctrica (ya sea corriente alterna o corriente continua) se forma un arco eléctrico entre el metal a soldar y el electrodo utilizado, produciendo la fusión de éste y su depósito sobre la unión soldada. Los electrodos suelen ser de acero suave, y están recubiertos con un material fundente que crea una atmósfera protectora que evita la oxidación del metal fundido y favorece la operación de soldeo.

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

Normas de seguridad

Al realizar este tipo de trabajos hay que tener en cuenta que las radiaciones que se generan en el arco eléctrico (luminosas, ultravioletas e infrarrojas) puede producir daños irreversibles en la retina si se fija la vista directamente sobre el punto de soldadura, además de quemaduras en la piel.

Para la protección ocular existen pantallas con cristales especiales, denominados cristales inactínicos, que presentan diferentes niveles de retención de las radiaciones nocivas en función del amperaje utilizado, siendo de este modo totalmente segura la actividad.

Figura 2.10. Protección ocular
Fuente: [http://www.esmasa.com/]

- **Electrodos de soldadura**

Los electrodos son de carga negativa y se explotan con solo tocarlos. Mucho ojo en soldadura de arco un electrodo es usado para conducir corriente a través de la pieza

de trabajo y fusionar dos piezas juntas. Dependiendo del proceso, el electrodo puede ser consumible, en el caso de la soldadura con gas metal o la soldadura blindada, o no consumible, como la soldadura con gas tungsteno. Para un sistema de corriente directa, la barra de soldadura puede ser el Cátodo para una soldadura de tipo llenado o el Ánodo para cualquier otro tipo de soldadura. Para corriente alterna, el electrodo de soldadura no puede ser considerado Ánodo o Cátodo [5].

Figura 2.11. Soldadura de arco eléctrico
Fuente. [http://www.esmasa.com/]

2.4.1.1.3 VIBRACIÓN MECÁNICA

Ing. BARAJAS, Mauricio. (2012). Ensayos De Ingeniería Mecánica. La razón principal para analizar y diagnosticar el estado de una máquina es determinar las medidas necesarias para corregir la condición de vibración reducir el nivel de las fuerzas vibratorias no deseadas y no necesarias. De manera que, al estudiar los datos, el interés principal deberá ser la identificación de las amplitudes predominantes de la vibración, la determinación de las causas, y la corrección del problema que ellas representan.

El siguiente material muestra los diferentes causas de vibración y sus consecuencias, lo cual nos ayudara enormemente para interpretar los datos que podamos obtener , determinado así el tipo de vibración que se presenta y buscar así la debida corrección de las mismas.

- **Vibración libre**

Cuando se mueve naturalmente, sin fuerzas externas. Tiene dos elementos almacenadores de energía de distintos tipos.

[5] Catálogo. (2006) Escuelas de Soldadura AGA

- **Vibración forzada**

Cuando hay una fuerza exterior que impone el régimen de movimiento el resultado del movimiento siempre será la suma de la respuesta natural más la respuesta forzada, si es que existe esta última.

- **Amortiguador**

Es un dispositivo que absorbe energía, utilizado normalmente para disminuir las oscilaciones no deseadas de un movimiento periódico o para absorber energía proveniente de golpes o impactos.

- **Masa**

La masa, en física, es la medida de la inercia, que únicamente para algunos casos puede entenderse como la magnitud que cuantifica la cantidad de materia de un cuerpo. La unidad de masa, en el Sistema Internacional de Unidades es el kilogramo (kg). Es una cantidad escalar y no debe confundirse con el peso, que es una cantidad vectorial que representa una fuerza.

2.4.1.2 CONTROL AUTOMÁTICO

FONTT, Ihndira Elena, (2011). Ingeniería de Control Industrial. El control automático de procesos es una de las disciplinas que se ha desarrollado a una velocidad vertiginosa, dando las bases a lo que hoy algunos autores llaman la segunda revolución industrial. El uso intensivo de las técnicas del control automático de procesos tiene como origen la evolución y tecnificación de las tecnologías de medición y control aplicadas al ambiente industrial.

Su estudio y aplicación ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas y beneficios asociados al ámbito industrial, que es donde tiene una de sus mayores aplicaciones debido a la necesidad de controlar un gran número de variables, sumado esto a la creciente complejidad de los sistemas.

El control automático de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo asociado a la generación de bienes y servicios, incrementa la calidad y volúmenes de producción de una planta industrial entre otros beneficios asociados con su aplicación

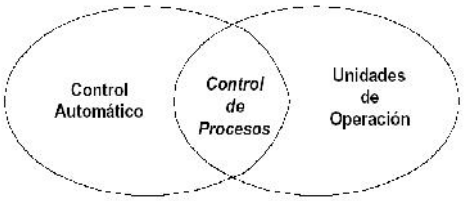


Figura 2.12. Operación del control
Fuente: [Autor Hernán Balseca]

2.4.1.2.1 ELEMENTOS DE CONTROL Y POTENCIA ELÉCTRICA

- **El motor**

Según VIDELA, Andrés. (2012). Control De Motores Eléctricos. El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, principalmente mediante el movimiento rotatorio. En la actualidad existen nuevas aplicaciones con motores eléctricos que no producen movimiento rotatorio, sino que con algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel. Estos motores se conocen como motores lineales.

Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica su uso ha disminuido en gran medida, pues los motores de corriente alterna, del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria. A pesar de esto los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micro motor, etc.).

La principal característica del motor de corriente continua es la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga.

Figura 2.13. Motor eléctrico

Fuente. [http://www.areatecnologia.com]

- **Conductores Eléctricos**

Según BATISTA, Juan (2112). Materiales Conductores De Corriente Eléctrica. Los cables cuyo propósito es conducir electricidad se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material, o de aluminio que aunque posee menor conductividad es más económico.

Generalmente cuenta con aislamiento en el orden de 500 µm hasta los 5 cm; dicho aislamiento es plástico, su tipo y grosor dependerá de la aplicación que tenga el cable así como el grosor mismo del material conductor.

Las partes generales de un cable eléctrico son:

- Conductor: Elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos. Puede estar formado por uno o varios hilos.

- Aislamiento: Recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.

- Capa de relleno: Material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.

- Cubierta: Está hecha de materiales que protejan mecánicamente al cable. Tiene como función proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, etc.

Figura 2.14. Conductores eléctricos

Fuente. [http://www.incoreacables.com]

Nivel de Tensión

- cables de muy baja tensión. (hasta 50 V)
- cables de baja tensión (hasta 1000 V)
- cables de media tensión (hasta 30 kV)
- cables de alta tensión (hasta 66 kV)
- cables de muy alta tensión (por encima de los 66 kV)

- **Potencia Eléctrica**

Es la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado ($p = dW / dt$). La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el Vatio.

Cuando una corriente eléctrica fluye en un circuito, puede transferir energía al hacer un trabajo mecánico o termodinámico. Los dispositivos convierten la energía eléctrica de muchas maneras útiles.

- **Contactores**

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".

En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden [6].

Partes del contactor:

- Carcasa
- Electroimán
- Bobina
- Núcleo
- Contactos auxiliares

Figura 2.15. Contactor trifásico
Fuente. **[**http://listado.mercadolibre.com.ar/industrias]

- **Relé**

Un relé es un sistema mediante el cual se puede controlar una potencia mucho mayor con un consumo en potencia muy reducido.

Están formados por una bobina y unos contactos los cuales pueden conmutar corriente continua o bien corriente alterna. Vamos a ver los diferentes tipos de relés electromecánicos.

a).- Relés de protección, estimados a proteger un circuito eléctrico contra las condiciones anormales de funcionamiento.

b).- Relés de mando, cuya misión es el mando de las diversas partes de una instalación eléctrica.

[6]Folleto. (2009) Instalaciones Eléctricas Universidad Técnica de Ambato. 7mo Semestre

c).- Relés de medida o regulación, mediante los cuales se determina una modificación de las características de funcionamiento de un circuito eléctrico.

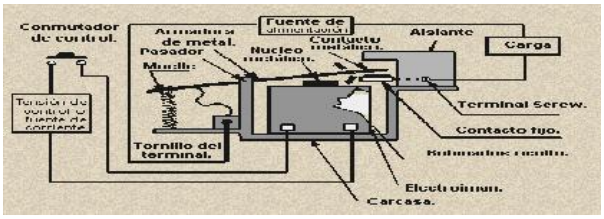


Figura 2.16. Esquema de un relé

Fuente. [Folleto de instalaciones eléctricas]

- **Pulsadores**

Elementos que permiten el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado. Cuando ya no se actúa sobre él vuelve a su posición de reposo.

Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto NA.

Consta del botón pulsador; una lámina conductora que establece contacto con los dos terminales al oprimir el botón y un muelle que hace recobrar a la lámina su posición primitiva al cesar la presión sobre el botón pulsador.[7]

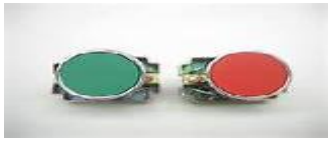


Figura 2.17. Pulsadores

Fuente. [http://www.ermec.es]

- **PLC`s**

Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

[7] Folleto. (2009) Instalaciones Eléctricas Universidad Técnica de Ambato. 7mo Semestre

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc, por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

Espacio reducido
Procesos de producción periódicamente cambiantes
Procesos secuenciales
Instalaciones de procesos complejos y amplios
Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Ejemplos de aplicaciones generales:

Maniobra de máquinas
Maquinaria industrial de plástico
Maniobra de instalaciones

Figura 2.18. PLC`s
Fuente. [Catálogo. (2010) Productos de Automatización]

- **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, movimiento.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.

Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, robótica, industria aeroespacial, medicina, industria de manufactura, etc. [8]

Figura 2.19. Sensor capacitivo

Fuente. [Catálogo. (2010) Productos de Automatización]

Final de carrera

El final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limitswitch, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA o NO en inglés), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado.

[8] Catálogo. (2010) Productos de Automatización

Funcionamiento

Estos sensores tienen dos tipos de funcionamiento: NA (normalmente abiertos) y NC (normalmente cerrado). la función de estos elementos o sensores, cortar o abrir paso de la corriente eléctrica ya que estos son utilizados para el control de elementos móviles; cuando este es accionado en su vástago internamente hace el cambio de posición.

Si este se encuentra conectado NA, cuando el vástago es accionado internamente permite el cambio y pasa hacer NC, permitiendo el flujo de corriente.

Si este se encuentra conectado NC, y el vástago es accionado este permite el cambio internamente y pasa hacer un contacto NO el cual corta el flujo de corriente.

Figura 2.20. Final de carrera
Fuente. [Catálogo. (2010) Productos de Automatización]

2.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE.

2.4.2.1 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL LADRILLO

- **Extracción De Arcilla**

Según DANAE, Milagros (2012). Extracción de la Materia Prima. Se extrae y transporta la materia prima necesaria para la elaboración de ladrillos, los cuales son arena, tierra fértil (tepetate) y barro, estos materiales son transportados en camiones de volteo de 6-10 m^3 desde ríos y bancos de material hasta los lugares donde se va a producir los ladrillos.

La producción esperada en tiempo normal es de 25 a 40 millares, y será en un periodo de cuatro semanas a un mes para llegar a esta cantidad. Los materiales se preparan previamente desde un día antes de preparar la masa homogénea según se aprecia en las figuras 2.21(a) y 2.21 (b).

Figura 2.21(a) Figura 2.21 (b)
Proceso de extracción de arcilla
Fuente. [http://www.slideshare.net]

Propiedades De La Arcilla.

Plasticidad: Mediante la adición de una cierta cantidad de agua, la arcilla puede adquirir la forma que uno desee.

Merma: Debido a la evaporación del agua contenida en la pasta se produce un encogimiento o merma durante el secado.

Refractariedad: Todas las arcillas son refractarias, es decir resisten los aumentos de temperatura sin sufrir variaciones, aunque cada tipo de arcilla tiene una temperatura de cocción.

Porosidad: El grado de porosidad varía según el tipo de arcilla. Esta depende de la consistencia más o menos compacta que adopta el cuerpo cerámico después de la cocción. Las arcillas que cuecen a baja temperatura tienen un índice más elevado de absorción puesto que son más porosas. [9]

Color: Las arcillas presentan coloraciones diversas después de la cocción debido a la presencia en ellas de óxido de hierro, carbonato cálcico.

[9] http://www.robertexto.com/archivo10/suelos1.htm

- **Mezclado.**

Se procede a realizar una mezcla de los tres materiales (arena, barro y tierra fértil) previo cernido, para evitar piedras pequeñas y grumos los cuales llegan a lastimar a la persona que está trabajando y en especial es indeseable porque se producen pequeñas fisuras en los ladrillos.

A la mezcla de tierras se le agrega agua de dos a tres ocasiones todo esto en un espacio al que llaman cajete, y debido a las cantidades de estos materiales se utiliza como mezclador un tractor agrícola o bien un mezclador eléctrico, que ayuda a dejar una masa homogénea, evitando la formación de grumos que pudieran generar porosidad o agrietamiento y por consecuencia tener baja producción debido a la mala calidad de este producto según se muestra en la figura 2.22(a).

Para la elección del material se evita que la tierra fértil sea dura, a este tipo de tierra se le dice que está liza y tiene como característica que al momento de mezclarse esta muy denso el material y esto hace que al momento de moldear los ladrillos no se maneja fácilmente dentro de los moldes de madera llamados popularmente “Gaveras”.

En la siguiente figura 2.22 (b) se aprecia parte de los materiales colocados en montoneras y el aparato revolvedor. En las figuras 2.23 (a) y 2.23 (b) aparece la masa homogénea.

Figura 2.22 (a)

Figura 2.22 (b)

Pasos de mesclado
Fuente: [Autor Hernán Balseca]

Figura 2.23 (a) Figura 2.23 (b)
Mescla homogénea
Fuente: [Autor Hernán Balseca]

- **Proceso de Corte y moldeo.**

Según CHÁVEZ, Diego (2012). Espol Tesis Proceso Del Ladrillo. Este consiste en vaciar la masa homogénea en moldes (gaveras), según se ve en la figura 2.24 (a), que generalmente están hechas de madera y son de 10, 14 y 16 piezas, existen tres tamaños de tabiques, el más producido es el de 6 x 11 x 24 cm, que es el que se emplea regularmente en la construcción de casas o edificios.

Una vez que están llenos se les retira el material excedente con una regla que puede ser de metálica o madera y este proceso se le llama “rasero” con el objeto de dar un acabado liso de los ladrillos. Posteriormente se retira el molde, y se rocía con agua para ayudar a desprender con mayor facilidad el ladrillo moldeado, para seguir nuevamente con el mismo proceso hasta concluir con la masa, según se ve en la figura 2.24 (b).

Figura 2.24 (a) Figura 2.24 (b)
Proceso de moldeo
Fuente:[http://catarina.udlap.mx/u]

- **El Ladrillo**

Según CALDERÓN, Cristian (2012). Introducción a la Tecnología y Producción. El ladrillo es la versión irreversible del adobe, producto de la cocción a altas temperaturas.

Geometría

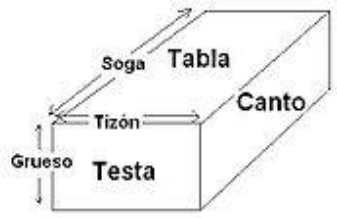


Figura 2.25 Partes de un ladrillo
Fuente. [http://www.taringa.net]

Nomenclatura de las caras de un ladrillo.

Su forma es la de un prisma rectangular, en el que sus diferentes dimensiones reciben el nombre de soga, tizón y grueso, siendo la soga su dimensión mayor. Así mismo, las diferentes caras del ladrillo reciben el nombre de tabla, canto y testa (la tabla es la mayor). Por lo general, la soga es del doble de longitud que el tizón o, más exactamente, dos tizones más una junta, lo que permite combinarlos libremente. El grueso, por el contrario, puede no estar modulado.

Existen diferentes formatos de ladrillos, por lo general de un tamaño que permita manejarlo con una mano. En particular, destacan el formato métrico, en el que las dimensiones son 24 x 11,5 x 5,25 / 7 / 3,5 cm (cada dimensión es dos veces la inmediatamente menor, más 1 cm de junta) y el formato catalán de dimensiones 29 x 14 x 5,2 / 7,5 / 6 cm, y los más normalizados que miden 24 x 11 x 6 cm.

Actualmente también se utilizan por su gran demanda dado su reducido coste en obra, medidas de 50 x 24 x 5 cm.

2.4.2.2 INDUSTRIALIZACIÓN DEL LADRILLO

- **Producción**

A nivel nacional la producción de ladrillos tiene un consumo principalmente interno, como parte de la cadena de las actividades de construcción es un subsector sumamente sensible a etapas recesivas o de bajo gasto público y privado.

En la provisión de insumos para el proceso productivo, esta actividad se articula hacia atrás con el sector minería mediante la adquisición de materiales no minerales (arcillas, arena, entre otros) utilizados como materia prima, y de carbón de piedra utilizado como combustible; con el sector hidrocarburos para la adquisición de petróleo residual; con el sector agricultura para obtener cáscara de arroz o de café, y con el forestal para obtener aserrín de madera, ramas y troncos de eucalipto que también son utilizados como combustibles.

- **Comercialización**

Según BIANUCCI, Averardo. (2012). Área de la Tecnología y Producción. Esta actividad se relaciona con el sector construcción mediante la venta de sus productos finales. La gestión empresarial en estas empresas es inexistente, no tienen control de sus costos y prácticamente viven al día a nivel de sobre vivencia laborando entre un mínimo de 12 horas diarias y hasta 24 horas cuando están en la etapa de llenado del horno y cocción; las labores son familiares interviniendo el padre, la madre, los hijos mayores y hasta los pequeños en las diversas etapas del proceso. En promedio, realizan dos “hornadas” por mes.

La comercialización se realiza a través de intermediarios que generalmente son distribuidores mayoristas quienes les compran el producto puesto en planta. Sus fuentes de financiamiento son propias y a través de los clientes o los intermediarios mediante el sistema de habilitación, en el cual les adelantan a manera de préstamo el pago de una parte de la carga del horno (hornada) cobrándole al fabricante un

interés sobre el capital prestado de entre 10% y 20% en un período de 2 a 3 semanas.

2.5 HIPÓTESIS

¿El diseño de una máquina semiautomática moldeadora de ladrillos de arcilla reducirá el tiempo de producción en la industria ladrillera San Juan?

2.5.1 UNIDADES DE OBSERVACIÓN

Tabla 2.1 datos de población y muestra

Población	**Muestra**
Productores	3
Trabajadores	12
Total	15

Elaborado por Autor: Hernán Balseca

Tabla 2.2 datos de población y muestra

Población	**Lote**	**Muestra**
Ladrillera 1	1200 ladrillos	134 ladrillos
Total	1200 ladrillos	134 ladrillos

Elaborado por Autor: Hernán Balseca

2.5.2 VARIABLES

Variable Independiente

- Diseño de una máquina semiautomática moldeadora de ladrillos de arcilla

Variable Dependiente

- Reducir Tiempo de producción

2.5.3 TÉRMINO DE RELACIÓN

Para

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE INVESTIGATIVO

La investigación de este proyecto está enfocada a realizar un estudio y diseño de un sistema de moldeo de óptimas características cuantitativas y cualitativas entre ellas.

Cualitativas. Es decir se investigará los elementos mecánicos adecuados que componen una máquina de moldeado de ladrillo de acuerdo a normas de diseño de máquinas, que sea novedoso y de cualidades de uso de tecnología moderna.

Cuantitativas. El diseño de una máquina de moldeado de ladrillo de arcilla debe tener dimensiones de ancho, alto y profundidad en dependencia de los parámetros del proceso de manufactura moderna.

Además se va a interpretar la cantidad de ladrillos elaborados por hora con relación al sistema actual que tiene.

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

De Campo: El estudio e investigación que se realizó en el campo a personas relacionadas a la producción de ladrillos nos centramos en las dificultades que presenta esta etapa de moldeo y saber si es conveniente realizar el mismo trabajo de forma semiautomática así satisfacer la necesidad de reducir el tiempo de proceso.

Experimental. El estudio se lo realiza mediante la observación, registro y análisis de las variables intervinientes en la investigación sobre modelos y ambientes artificiosamente creados para facilitar la manipulación de las mismas.

Se realiza una investigación que nos permita diseñar los elementos mecánicos para un correcto funcionamiento, y nos permita seleccionar los elementos de control necesarios.

Se realiza el análisis y comportamiento de los elementos mecánicos que componen la máquina moldeadora para adecuarlos a los instrumentos de control.

Bibliográfica: La investigación que se realiza se requiere de bibliografía que encontramos de varios libros, revistas y en el Internet para obtener información referente al estudio que es el eje principal para la realización de este proyecto de investigación.

3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es importante destacar que para la ejecución de este estudio los niveles de investigación que se utilizará son:

- Exploratoria
- Descriptiva
- Explicativa.

Exploratoria. El nivel exploratorio será utilizado por ser el más flexible, será un estudio poco estructurado y el objetivo en general será crear una hipótesis para poder comprobarlas de como es una máquina extrusora para moldeo de ladrillos ya existentes en el mercado.

Descriptiva. En este tipo de investigación nos permite predecir de una manera exacta el mecanismo y funcionamiento del sistema de extrusión en comparación a otros sistemas de máquinas existentes en el mercado.

Explicativa. Este nivel de estudio nos brinda una explicación parcial de lo que queremos realizar asociando la variable sistema de moldeo y reducir el tiempo de elaboración para resolver el problema planteado.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. POBLACIÓN

El universo que se analizó es, ladrillos moldeados recolectados por un periodo de un día de trabajo de ocho horas de proceso, obtenido de forma manual en tres días diferentes.

Según la encuesta anexo B3 la población establecida para realizar el análisis del proceso de moldeo se obtiene respecto al promedio de cantidad de unidades por día en una jornada de ocho horas de trabajo, el moldeado de ladrillo de forma manual está en un promedio de 1200 unidades con un número de cuatro personas.

3.4.2. MUESTRA

Se desea conocer las características del ladrillo obtenido de forma manual para la aceptación que tendría en el mercado, considerando que nuestra población de estudio es representativa, se procede al cálculo de la muestra que reflejará resultados obtenidos del total de la población que permitirá establecer los parámetros de calidad del proceso de moldeo. Para lo que se establecen las siguientes condiciones para el estudio:

q = Probabilidad de no ocurrencia 50% 0.5

n = Tamaño de la muestra.

Z^2 = Nivel de confiabilidad 95% 1.96

p = Probabilidad de ocurrencia 50% 0.5

E = Error máximo admisible 8% 0.08

N = Población 1200

$$n = \frac{N * Z^2 * P * q}{E^2 * (N-1) + (Z^2 * P * q)}$$

$$n = \frac{1200 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.08^2 * (1200-1) + (1.96^2 * 0.5 * 0.5)}$$

$$n = 103.48 = \mathbf{134}$$

3.4.2.1. TIPO DE MUESTRA

PROBABILÍSTICO O ALEATORIO

Se seleccionó este tipo de muestra ya que incluye todos los procedimientos que se basan en el cálculo de buenas probabilidades de ser seleccionados como unidades muestrales a cada elemento de la población.

Este proceso permite ahorrar recursos, y a la vez obtener resultados parecidos a los que se alcanzarían si se realizase un estudio de toda la población.

Cabe mencionar que para que el muestreo sea válido y se pueda realizar un estudio adecuado (que consienta no solo hacer estimaciones de la población sino estimar también los márgenes de error correspondientes a dichas estimaciones), debe cumplir ciertos requisitos anteriormente mencionados.

Tabla 3.1 Sistema semiautomático moldeador de ladrillos de arcilla

ESTRATOS	**POBLACIÓN**	UNIDAD DE ANÁLISIS	MUESTRA
Día uno Día dos Día tres	1000 unidades 1100 unidades 1200 unidades	Ladrillos moldeados de forma manual	134 unidades C/día
		Total	**402 ensayos**

Elaborado por Autor: Hernán Balseca

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Tabla 3.2 Sistema semiautomático moldeador de ladrillos de arcilla.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
Sistema de operación rápida y original en un proceso semicontinuo que consiste en fluir el material a través de sistemas mecánicos de transmisión controlado por elementos de control actividad que reduce el tiempo de proceso del moldeado del ladrillo.	Sistemas de transmisión	¿Qué sistema es el adecuado para fluir arcilla?	1. Tornillo 2. Pistón 3. Paletas	Bibliográfica Libros internet
	Elementos de control	¿Qué tipo de control necesitaría en la máquina para realizar el trabajo?	1. Manuales 2.Mecánicos 3.Eléctricos 4.Hidráulicos	Entrevista Cuestionario
	Tiempo de proceso	¿Qué tiempo toma en moldear 100 unidades de ladrillos?	1- 20 min 21- 40 min 41- 80min	Observación Registro específico
	Mantenimiento del sistema moldeador	¿Qué tipo de mantenimiento se daría a la máquina?	1.Semestral 2.Mensual 3.Cuando se dañe	Registro Ficha de observación
	Posturas de trabajo	¿Cómo se manipulará la máquina?	Pie Sentado	Registro Ficha de observación

Elaborado por Autor: Hernán Balseca

3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Tabla 3.3 Reducir el tiempo de elaboración en la industria ladrillera.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
Pasos y estrategias a poner en marcha la producción para agilitar los procedimientos de elaboración controlados de una manera adecuada desde que se aplica hasta que se encuentra listo esto se lo realiza mediante el control.	Estrategias de marcha	¿Qué tipo de trabajo es el más adecuado para su elaboración?	Manual Semiautomático	Observación Práctica Registro específico
	Procedimientos de elaboración	¿Qué tipo de ladrillo es el más requerido en el mercado?	Macizo Hueco	Entrevista Cuestionario
	Producción	¿El tiempo de producción de la máquina satisface la exigencia del productor?	Si No	Práctica Estadística

Elaborado por: Hernán Balseca

3.6. TÉCNICAS DE LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.6.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para el presente trabajo de investigación se utiliza técnicas como: observación directa y estructurada en tres lugares diferentes de moldeo de ladrillo para realizar un registro específico que permita determinar la factibilidad de un sistema automático de moldeo de ladrillo. Para la recolección de la información se utilizó el siguiente cuadro:

Tabla 3.4: PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1.- ¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación.
2.- ¿De qué personas u objetos?	Producción artesanal de ladrillos
3.- ¿Sobre qué aspectos?	Indicadores (Operacionalización de variables)
4.- ¿Quién? ¿Quiénes?	Investigador
5.- ¿Cuándo?	Enero del 2011
6.- ¿Dónde?	Cantón Chambo
7.- ¿Cuántas veces?	Una vez
8.- ¿Qué técnicas de recolección?	Observación y Encuesta
9.- ¿Con qué?	Instrumentos: registro y cuestionario
10.- ¿En qué situación?	Accesible, factible, sin restricciones,

Elaborado por: Hernán Balseca

En la investigación se tomaron en consideración técnicas e instrumentos que se detallan en el recuadro

Tabla Nº 3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Observación directa Observación estructurada	➢ Pruebas de estimación Normas Evaluación ➢ Registro específico
Medición	➢ Flexómetro ➢ Calibrador ➢ Balanza ➢ Medidor de dureza ➢ Cronómetro (reloj)

Elaborado por: Hernán Balseca

3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- Revisión crítica y analítica de la información recolectada en la investigación.
- Estudio estadístico de datos para la presentación de los resultados obtenidos.
- Obtener la relación porcentual con respecto al total, con el resultado numérico y el porcentaje se estructura el cuadro de resultados que sirven de base para la gráfica.
- Graficar, y representar los resultados mediante gráficas estadísticas comparativas
- Estudio estadístico de datos para la presentación de los resultados obtenidos.
- Analizar e interpretar los resultados relacionar los datos con diferentes partes de la investigación especialmente con los objetivos y la hipótesis.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Después de realizar el procedimiento del moldeo de ladrillo con todas sus etapas de proceso, como se mencionó anteriormente procedemos a recolectar toda la información necesaria adquirida, en nuestro caso los datos de proceso de moldeo, materia prima, aglutinantes, contextura de moldeado y tiempo de elaboración.

4.1.1 Características del proceso de elaboración para moldeo de ladrillos de arcilla anexo B1

Tabla 4.1 Características para homogenización de masa.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA MECÁNICA		
REGISTRO DE OBSERVACIÓN		
Ejecutor: Egresado Hernán Balseca		
Fecha de aplicación: Enero 2012		
Lugar: Cantón Chambo provincia de Chimborazo		
Nº Item	Acciones a evaluar	Observación directa
1	Materia prima para los ladrillos	Arcilla
2	Geometria del ladrillo	Rectangular
3	Tipos de ladrillos elaborados	Macizo y hueco
4	Aglutinante que utiliza	Aserrín y agua
5	Proceso de elaboracion	Continuo
6	Caracteristicas producto final del proceso de moldeo	Peso , volumen , densidad

Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

La arcilla para ladrillos

La arcilla con la que se elaboran los ladrillos es un material sedimentario de partículas muy pequeñas de silicatos hidratados de alúmina, además de otros minerales como el caolín. Se considera el adobe como el precursor del ladrillo, puesto que se basa en el concepto de utilización de barro arcilloso para la ejecución de muros, aunque el adobe no experimenta los cambios físico-químicos de la cocción. El ladrillo es la versión irreversible del adobe, producto de la cocción a altas temperaturas (350º) C.

Geometría del ladrillo

Su forma es la de un prisma rectangular, en el que sus diferentes dimensiones reciben el nombre de soga, tizón y grueso, siendo la soga su dimensión mayor. Así mismo, las diferentes caras del ladrillo reciben el nombre de tabla, canto y testa (la tabla es la mayor). Por lo general, la soga es del doble de longitud que el tizón o, más exactamente, dos tizones más una junta, lo que permite combinarlos libremente. El grueso, por el contrario, puede no estar modulado.

Existen diferentes formatos de ladrillo, por lo general son de un tamaño que permita manejarlo con una mano. En particular, destacan el formato métrico, en el que las dimensiones son 24 x 11,5 x 5,25 / 7 / 3,5 cm (cada dimensión es dos veces la inmediatamente menor, más 1 cm de junta) y el formato catalán de dimensiones 29 x 14 x 5,2 / 7,5 / 6 cm, y los más normalizados que miden 24 x 11 x 6 cm.

Tipos de ladrillos

Según su forma, los ladrillos producidos se clasifican en:

- Ladrillo perforado, que son todos aquellos que tienen perforaciones en la tabla que ocupen más del 10% de la superficie de la misma. Se utilizan en la ejecución de fachadas de ladrillo.

- Ladrillo macizo, aquellos con menos de un 10% de perforaciones en la tabla. Algunos modelos presentan rebajes en dichas tablas y en las testas para ejecución de muros.
- Ladrillo hueco, son aquellos que poseen perforaciones en el canto o en la testa que reducen el peso y el volumen del material empleado en ellos, facilitando su corte y manejo. Aquellos que poseen orificios horizontales son utilizados para tabiquería que no vaya a soportar grandes cargas. Pueden ser de varios tipos:
    - Ladrillo hueco simple: posee una hilera de perforaciones en la testa
    - Ladrillo hueco doble: con dos hileras de perforaciones en la testa
    - Ladrillo hueco triple: posee tres hileras de perforaciones en la testa

Aglutinante utilizado para elaborar ladrillos

Que necesitamos: Agua, Arcilla, Paja o aserrín vegetal resistente y los moldes, en general de madera. La manera con que se realiza la mezcla de los aglutinantes se realiza con el uso de los pies, con animales, y la utilización de elementos mecánicos como molinos mezcladores o el uso de un tractor, preferencialmente, unos cuantos de ellos pisan el barro mientras lo mojan.

El aserrín fino es agregado durante el pisoteo, es importante mezclar bien al barro con práctica, se puede descubrir la cantidad de agua más adecuada para prepararse los ladrillos. Hay que tener mucho cuidado para no echar demasiada agua, la mezcla no debe estar muy mojada. Cuando se obtiene una mezcla homogénea, ponemos en los moldes empezando por los rincones. Es importante colocar la mezcla en el molde de una forma que no se quede aire adentro de los ladrillos, lo más práctico es arrojarla con fuerza.

Proceso de elaboración

Hoy en día, cualquier micro productor de ladrillos se lleva a cabo una serie de procesos estándar que comprenden desde la elección del material arcilloso al

proceso de empacado final. La materia prima utilizada para la producción de ladrillos es, fundamentalmente, la arcilla.

Las partículas del material son capaces de absorber higroscópicamente hasta un 70% de su peso en agua. Cuando está hidratada, la arcilla adquiere la plasticidad suficiente para ser moldeada, a diferencia de cuando está seca; estado en el que presenta un aspecto terroso.

El barro mantendrá la forma si la cantidad de agua esta correcta, pero recuerda que los ladrillos recién moldados no deben ser manipulados. Ellos deben permanecer secando en el mismo local donde fueran fabricados, debidamente protegidos de lluvias.

Durante la fase de endurecimiento, por secado o por cocción, el material arcilloso adquiere características de notable solidez, y experimenta una disminución de masa, por pérdida de agua, de entre un 5 y un 15%.

Una vez seleccionado el tipo de arcilla el proceso puede resumirse en:

- Maduración
- Tratamiento mecánico previo
- Depósito de materia prima procesada
- Humidificación
- Moldeado
- Secado
- Cocción
- Almacenaje

Características del producto moldeado de (24x11x6.5)cm

- Volumen
- Peso
- Densidad

4.1.2 Proceso de moldeo manual según registro de observación anexo B 1

Tabla 4.2 Características del trabajo de moldeo de ladrillos de forma manual

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA MECÁNICA				
REGISTRO DE OBSERVACIÓN				
Ejecutor: Egresado Hernán Balseca				
Fecha de aplicación: Enero 2012				
Lugar: Cantón Chambo provincia de Chimborazo				
Nº Item	Acciones a evaluar	Registro		Observación
		si	no	Figuras
1	El sistema de moldeo utilizado ofrece comodidad al operario para realizar el trabajo.		**x**	Paso Etapa 2
2	El sistema de moldeo permite mantener calidad dimencional en el producto.		**x**	Figura 4.2
3	El proceso utilizado resulta fácil y rápido.		**x**	Paso Etapa 3
4	Se cuenta con moldes y herramientas necesarias.		x	Paso Etapa 1
5	El operario conoce los parámetros comodos de trabajo.		**x**	Paso Etapa 4

Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

Se procedió a observar y realizar fotografías de las etapas o pasos para realizar el proceso de moldeo lo que permitirá determinar la calidad de ladrillo obtenido en este lugar en forma manual.

Paso etapa 1

Paso etapa 2

Paso etapa 3

Paso etapa 4

Paso etapa 3 Paso etapa 4

Figuras 4.1. Etapas del proceso de moldeo
Fuente: [Autor Hernán Balseca]

Para realizar la recolección de la información de los datos, en nuestro caso partimos con la cantidad de 134 unidades por ensayo al realizar el moldeado del ladrillo (fig. 4.1) nos dimos cuenta que teníamos un llenado en los moldes de madera de una forma no homogénea desde el asiento hasta la capa final, se observó que quedaban porosidades en la estructura, se decidió clasificar al producto en tres categorías (bueno, regular, malo).

Figura 4.2. Moldeado de ladrillo en gaveras o bastidores de madera
Fuente: [Autor Hernán Balseca]

Se debe indicar que se realizaron tomas de datos de tres días diferentes es decir por cada ensayo se tomó una muestra de 134 ladrillos, esto se realizó con la finalidad de verificar y comparar el proceso de moldeo, obteniendo el mismo proceso de elaboración. Es decir se coge únicamente con las manos la cantidad necesaria hasta llenar la rejilla, para después compactarla igualmente con las manos ver figura 4.3 (b)

Figura 4.3 (a) rejilla sin fondo Figura 4.3 (b) moldeo
Fuente. [Autor Hernán Balseca]

Como instrumento para realizar la recolección de datos del peso de la humedad después del moldeo, se utilizó una balanza. Ver figura 4.4

Figura 4.4 balanza
Fuente. [Autor Hernán Balseca]

La muestra se recolecta cada 2 minutos con la verificación de medidas exactas, homogeneidad de la estructura, peso uniforme con el fin de verificar el peso del ladrillo moldeado manualmente.

- Con los datos efectuados procedemos a realizar la tabulación para una mejor interpretación, para luego realizar los gráficos con los datos obtenidos de la tabulación, con el fin de darnos cuenta de cómo a medida que transcurre el tiempo que cantidad y calidad de ladrillo se obtiene en cada ensayo.

4.1.3 Medición de la calidad de moldeado de forma manual

Los datos que se observa en la ficha de registro según el anexo B 2:

Moldeado de ladrillo aceptado: medidas exactas

Moldeado de ladrillo desechado: no cumple medidas

Tabla 4.3 Datos de variación de medidas de ladrillos elaborados de forma manual.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA MECÁNICA							
Características del ladrillo elaborado de forma manual							
Nº lote De 135 unidades	Acciones a evaluar						
	Varaiación de la dimensión en unidades			Compactación Bueno (u)	Textura Bueno (u)	Unidades Aceptado	Unidades recahazado
	Ancho 11 cm ± 3mm	Largo 24cm ±5mm	Espesor 6.5cm ±3mm				
Lote 1	100	104	97	120	115	**97**	**38**
Lote 2	121	125	90	132	125	**121**	**14**
Lote3	127	109	112	124	127	**109**	**26**

Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

4.1.4 Medición de la calidad de moldeado de forma automática

Los datos que se observa en el Anexo B 2 son:

Moldeado de ladrillo aceptado: medidas exactas

Moldeado de ladrillo desechado: no cumple medidas

Tabla 4.4 Datos de variación de medidas de ladrillos elaborados de forma semiautomática

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA MECÁNICA							
Características del ladrillo elaborado de forma manual							
Nº lote De 135 unidades	Acciones a evaluar						
	Varaiación de la dimensión en unidades			Compactación Bueno (u)	Textura Bueno (u)	Unidades Aceptado	Unidades recahazado
	Ancho 11 cm ±ó3mm	Largo 24cm ±5mm	Espesor 6.5cm ±3mm				
Lote 1	134	135	135	135	134	**134**	**1**
Lote 2	135	135	135	132	132	**132**	**1**
Lote 3	135	135	135	135	135	**135**	**0**

Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

4.1.5 Comparación de alternativas de diseño del mecanismo extrusor.

Mecanismo de tornillo

Extrusora de tornillo, del tipo de las que comprenden un cilindro o cuerpo, en el que va alojado el tornillo y que da origen a un trabajo de fricción sobre el material que es extruido; un mecanismo motor para comunicar al tornillo un movimiento de rotación; una tolva de alimentación de material situada en un extremo del cilindro; y una boquilla o matriz situada al otro extremo del cilindro y que da forma al material extruido.

Máquina extrusora de tornillo este equipo de extrusión es ideal para ser utilizado en la línea de producción de alimentos y la línea de producción de pastas de alta densidad.

1. La máquina extrusora de tornillo consiste en un sistema de alimentación, un sistema de extrusión, un sistema de corte,

2. El sistema de alimentación de materiales, el sistema principal de manejo y el sistema de corte rotatorio están equipados con un sistema de varias frecuencias de velocidades ajustable, lo cual garantiza una operación confiable y estable de la máquina extrusora.

3. El tornillo, el barril y los moldes están diseñados con un cálculo de presión interna asegurando la homogenización estable durante el proceso de extrusión.

4. El tornillo debe ser procesado por las técnicas únicas de procesamiento, por lo que es resistente a la abrasión y tiene una larga vida útil.

5. A fin de satisfacer las diferentes demandas de los clientes, la máquina extrusora de tornillo puede ser diseñada en diferentes estructuras y con diferentes índices de longitud a diámetros.

Figura 4.5 Máquina de prensa rodillos para elaborar ladrillos

Fuente. [http://image.made-in-china.com/]

Mecanismo de prensa

La máquina de rodillos puede reemplazar el sistema de mecanismo de bolas de pre-triturado. Se reduce el consumo de acero y ruido. Es adecuada para la construcción de nueva fábrica y transformación tecnológica de fábrica antigua.

Puede permitir que el sistema de mecanismo de bolas aumente el rendimiento en un 50~110%. Entre los materiales después de la extrusión, 20~35% tiene menos de 0,08 mm y 65~85% menos de 2 mm de granularidad de descarga de la masa.

Se utiliza para maquinaria de trituración de cemento, escoria granulada de alto horno, materias primas del cemento (caliza, arenisca, esquisto, etc.), arena de cuarzo, piedra de hierro, etc. El equipo de rodillos es para la trituración de materiales frágiles que se obtiene las siguientes ventajas.

1. Excelentes efectos de extrusión y trae grandes cantidades de polvo fino.
2. La tecnología avanzada de soldadura permite al sistema tener una más de 8000 horas vida útil.
3. Tiene alta capacidad de carga y fiable rendimiento de operación.
4. El sistema hidráulico es seguro y sensible, funciona de forma fiable y fácil mantenimiento.
5. El sistema de control es adecuado con PLC centro de control,

6. El sistema de alimentación motorizada es flexible, producción y operación fácil.
7. La torsión del eje de cruce tiene un mejor ajuste de rendimiento de sus partes móviles.

Figura 4.6 Máquina de prensa rodillos para elaborar ladrillos
Fuente. [http://www.maderapaloma.com]

Mecanismo de émbolo pistón

En sentido general, el pistón o émbolo es el órgano que, en el mecanismo cinemática que transforma un movimiento rectilíneo en uno giratorio, tiene la función de deslizarse alternativamente dentro de su guía (cilindro).

El mecanismo, denominado de biela-manivela, está compuesto por pistón, biela y manivela, y encuentra su aplicación natural tanto en máquinas motrices (motores de combustión interna, motores de vapor) como en máquinas operadoras o de trabajo

(bombas hidráulicas alternativas, compresores, etc.). Su movimiento no es armónico simple, pero se diferencia muy poco.

En todas las aplicaciones en que se emplea, el pistón recibe (o transmite) fuerzas en forma de presión de (a) un líquido o de (a) un gas.
En este tipo de máquinas el flujo no es continuo se puede decir que es a pasos por medio de ciclos de tiempo. Para nuestro mecanismo es muy compleja la implementación de este mecanismo.

Figura 4.7 Máquina de prensa rodillos para elaborar ladrillos
Fuente. [http://cdn2.clasificados.com/]

Tabla 4.5 Comparación de características para cada alternativa del mecanismo de moldeo

CARACTERÍSTICAS	PUNTAJE DEL 1 AL 5			
	M. De Tornillo sin fin	M. De Prensa Rodillo	M. De Émbolo Pistón	Ideal
Costo	4	2	3	5
Facilidad de diseño y construcción	5	2	4	5
Facilidad de montaje	4	3	3	5
Durabilidad	4	4	3	5
Disponibilidad de materiales	5	3	4	5
Seguridad	4	4	5	5
Facilidad de mantenimiento	5	4	5	5
Facilidad de operación y control	5	4	3	5
TOTAL	36	26	30	40
ÍNDICE %	90	65	75	100
ORDEN DE SELECCIÓN	1	3	2	

Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

La interpretación de los datos obtenidos permitirá encontrar un punto de partida, para poder establecer adecuadamente las estrategias y parámetros de diseño básico para las necesidades requeridas en este proceso.

Para el diseño lo principal es obtener las características del material con el que se va a trabajar que en este caso es el barro. Lo primero a considerar en este aspecto es la masa total que deberá soportar el contenedor o tolva que proveerá del abastecimiento de la materia para llevarse a cabo el moldeo.

Los componentes que conforman la masa homogenizada para un lote de 300 ladrillos tienen los siguientes porcentajes en volumen.

Volumen total de maza homogenizada 0.58 m^3, compuestos de la siguiente forma:

- Arcilla 75% = 0,43 m^3
- Aglutinante 15% = 0,087 m^3
- Arena de rio 10% = 0,058 m^3

Solvente agua el 20% del volumen homogenizado

- 0.116 m^3

La masa de un ladrillo recién moldeado es decir con toda la humedad posible, es de alrededor de los 3kg, el volumen de un ladrillo está dado considerado las medidas que se manejaran las cuales son 6.5x11x24 cm, lo que da un volumen de 1716 cm^3 y por consiguiente una densidad de 1748 kg/m^3, la consistencia del barro es muy viscosa, lo que se puede considerar como un fluido newtoniano.

En resumen y considerando además otras características importantes, las propiedades del material a moldear son:

- Densidad: 1748 kg/m^3
- Tamaño: se considera por observación de campo de que el tamaño máximo de las partículas es de ½”.

- Fluidez: lenta
- Medianamente abrasivo

Una vez que se tome en cuenta la forma de introducir en el molde al barro, el esfuerzo de deformación va a ser muy importante a la hora de diseñar el contenedor y el mecanismo de abastecimiento, pero habría que considerar otros aspectos como la velocidad de flujo, lo cual obliga a diseñar un mecanismo que empuje para ayudar a que salga con mayor rapidez según las necesidades del flujo necesario para la producción.

De acuerdo a la cantidad de producción que se tiene como objetivo, el flujo necesario seria de 0.515 m^3/h (volumen para 300 ladrillos en una hora), esto de manera continua.

4.2.1 FACTORES DEPENDIENTES DE LA MÁQUINA DE EXTRUSIÓN

Se han utilizado tres sistemas diferentes para la extrusión de las pastas de arcilla: el pistón el rodillo y la hélice. Las galleteras de pistón consiguen una mejor uniformidad en la velocidad y presión en toda la sección de salida, sin embargo no otorga un flujo continuo y no se puede trabajar en frio.

Con el sistema de rodillos el flujo de barro es continuo pero no se logra una distribución uniforme de velocidades y presiones en la sección de salida ni se consigue la homogenización que tiene lugar cuando se trabaja con hélice. El sistema de hélice es el que se impone puesto que se logra una producción continua y se consigue una mejor homogenización de la pasta ya que la mayor parte del barro que llega al final de la hélice retrocede por el mismo canal o por el espacio existente en la hélice y las costillas; todo lo cual produce un efecto de homogenización de la arcilla, que no se logra en los dos tipos de extrusoras antes citados.

El modelo que se planea utilizar para el diseño del prototipo escala real es el presentado en la figura 6.1. El cual contiene el tornillo extrusor que es el dispositivo sobre el cual se planean los diferentes diseños complementarios para la experimentación

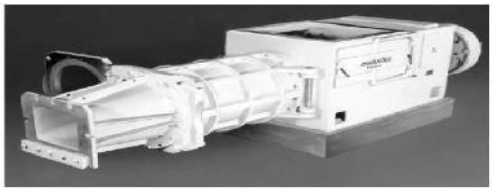


Figura 4.8. Vista isométrica extrusora
Fuente: [http://spanish.alibaba.com/products/clay-brick-extruder.html]

Un tornillo extrusor generalmente se encuentra diseñado como se presenta en la figura 6.2. Tal como se puede apreciar la longitud total del tornillo se encuentra subdividida en tres secciones, conocidas como zona de alimentación, en la cual el material es transportado para posteriormente ser comprimido en la sección de compresión y una vez atravesado este trayecto pasar a la zona de dosificación en la cual se conduce el material hasta el bloque que determina la sección transversal del ladrillo.

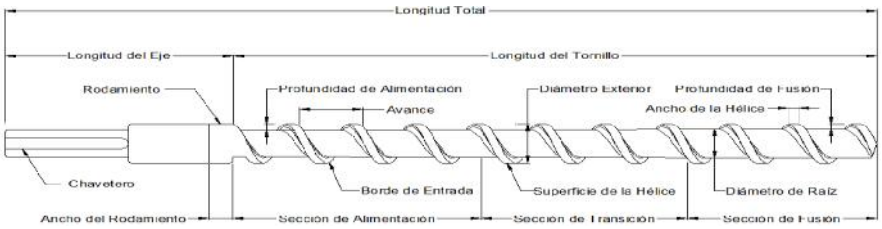


Figura 4.9. Esquema del tornillo extrusor.
Fuente: [http://search.certified-toolbar.com/]

Principalmente estos serían los parámetros a considerar para el diseño de esta máquina ya que si bien es cierto que los demás subprocesos de la fabricación del ladrillo también tienen cada uno de sus parámetros a considerar, como se ha mencionado antes esta máquina solo está enfocada al proceso de moldeo.

4.2.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL BARRO

El sistema de abastecimiento deberá cumplir con las necesidades requeridas del mecanismo de moldeo, además de que deberá contar con el almacenaje suficiente en su contenedor, como para que sea abastecido manualmente de manera periódica y no necesite de que la persona encargada de esta labor sea absorbida en su

totalidad para realizar solo esta actividad; sinó que pueda darle tiempo incluso de realizar otra actividad.

Las opciones en las que han pensado para la realización de esta labor son.

- Que el contenedor (tolva) deje salir el barro y que por efecto de la gravedad el barro de desplace hasta el espacio de moldeo.

  Ventajas: Muy económico.

  Desventajas: Lento y con un solo flujo.
- Que el contenedor utilice un mecanismo de extrusión para empujar el barro.

  Ventajas: Se puede controlar la velocidad de flujo.

  Desventajas: Incremento en el costo de la máquina.

El mecanismo de moldeo es obviamente por ser una moldeadora, la columna vertebral de la máquina, este mecanismo va a recibir el sistema de abastecimiento la cantidad de masa necesaria que deberá pasar por el plato inyector que deberá ayudar a compactar con una fuerza calculada empíricamente de alrededor de unos 30N por ladrillo con el fin de que no queden huecos y por consiguiente se produzcan ladrillos defectuosos, estas acciones provienen de las consideraciones utilizadas en el proceso manual, del capítulo II.

Datos de la entrevista realizada al productor microempresario y operarios del área de producción siendo los directamente relacionados con la máquina a construir.

Pregunta 1.2 según anexo B 3

¿Qué cantidad de ladrillos se produce en una jornada de 8 horas diarias?

En su labor diaria trabajan de 8 a 10 horas al día, normalmente se elaboran entre 1000 y 1200 unidades, sin tener efectos de problemas externos como lluvia, materia prima o falta de recurso humano.

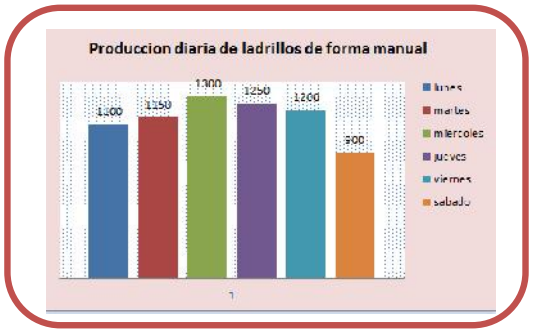


Figura 4.10 Producción diaria de ladrillos de forma manual
Fuente: Registro
Elaborado por: [Autor. Hernán Balseca]

Análisis e interpretación

Esta pregunta se refiere a la cantidad de ladrillos en un promedio diario que servirá como justificación de la capacidad que debe tener la máquina para moldear, se tomará como muestra un lote de 1200 en promedio, esto será operado en función del tiempo.

Alternativa de diseño

Sistema mecánico más óptimo y adecuado para extruir ladrillo de arcilla

Esta alternativa se refiere al tipo de mecanismo que se va diseñar para el proceso de moldeo, según las condiciones enunciadas en la tabla 4.5 se obtiene el grado de factibilidad del mecanismo.

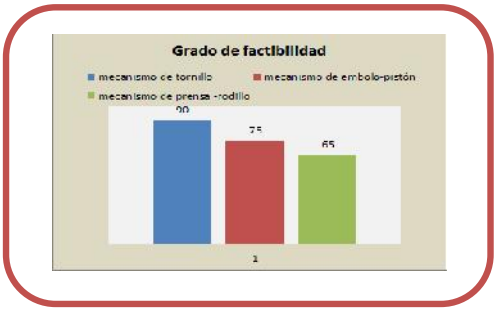


Figura 4.11 Grado de factibilidad del mecanismo de la máquina
Fuente: Registro
Elaborado por: [Autor. Hernán Balseca]

Análisis e interpretación

Mediante la gráfica de todos los 8 ítems seleccionados con una puntuación de 0 a 5 según el nivel de factibilidad para cada mecanismo, de un total de 40 puntos que equivale a 100% de factibilidad, se obtiene 36 puntos para el mecanismo de tornillo-gusano que nos da un grado de factibilidad de 90%, siendo el adecuado para nuestro diseño.

Alternativa de operación y control

Selección de tipos de control adecuados para operar la máquina que realize el trabajo de moldeo

Esta pregunta se refiere al tipo de control que se va a utilizar en la máquina de acuerdo a las entrevistas realizadas y la capacidad de manipulación.

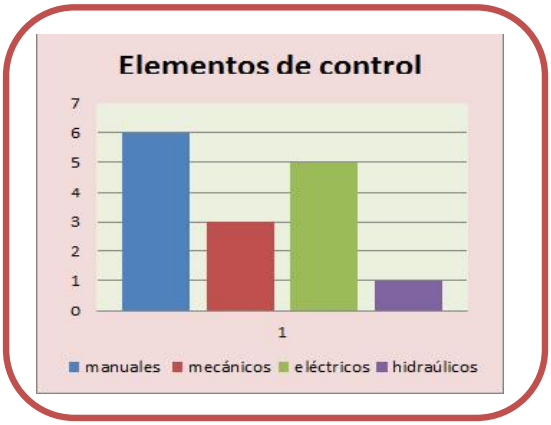


Figura 4.12 Elementos de control de la máquina
Fuente: Encuesta
Elaborado por: [Autor: Hernán Balseca]

Análisis e interpretación

Mediante los resultados obtenidos en la gráfica de una alternativa de porcentaje de aceptación se tomará en cuenta los dos ítems más altos, manuales y eléctricos que nos da una proporción de 11 puntos que es la mayoría y nos da un porcentaje del 74% que se toma como un valor representativo.

El tipo de control que se necesita es el manual y eléctrico, manual se utilizará selectores y pulsadores, eléctricos se utilizará contactores relés y sensores

Alternativa de mantenimiento de la máquina

Selección de tipo de mantenimiento adecuado para este tipo de máquina para conservar su eficiencia y vida útil.

Esta alternativa nos permite realizar el plan de mantenimiento que se debe dar a la máquina durante su vida útil.

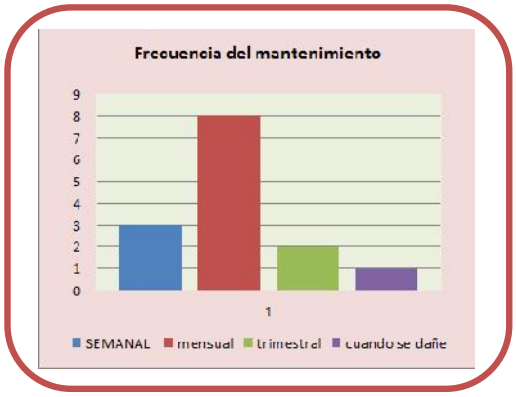


Figura 4.13 Frecuencia del mantenimiento
Fuente: Encuesta
Elaborado por: [Autor. Hernán Balseca]

Análisis e interpretación

Mediante el estudio y datos obtenidos de los ítems, con opción a escoger uno de los cuatro ítems planteados se tiene, los siguientes resultados, el 54 % de los puntos que se debe dar mantenimiento cada mes, un 20% que debe ser semanal, mientras que un 13% que debe ser trimestral y un 7% que debe ser semestral, se toma en cuenta el mensual para nuestro estudio por ser el más representativo.

Pregunta 1.4 según anexo B 3

¿Qué tipo de ladrillo es el más requerido en el mercado de la construcción?
Esta pregunta nos permite realizar un estudio de qué tipo y medidas de ladrillo va elaborar la máquina.

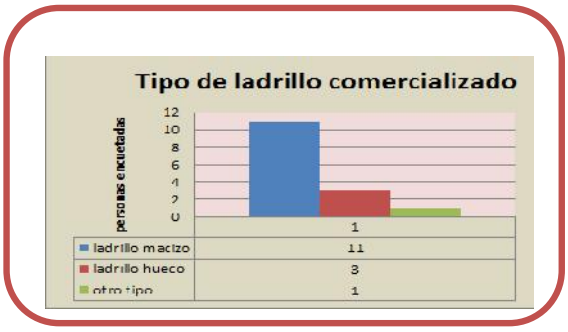


Figura 4.14 Tipo de ladrillo comercializado
Fuente: Encuesta
Elaborado por: [Autor. Hernán Balseca]

Análisis e interpretación

De la encuesta realizada a un total de 15 personas con opción a seleccionar uno de los 3 ítems planteados se tiene, los siguientes resultados, el 74 % afirman que el ladrillo macizo es el más utilizado y comercializado para la construcción, un 20% afirman que el ladrillo hueco es el más comercializado, y el 6% no tiene conocimiento, por lo que se tomara en cuenta el dato del ladrillo macizo para el diseño del molde y las medidas a cortar en nuestro estudio por ser el más representativo.

Pregunta 1.9 según anexo B 3

¿Qué posición se adaptaría para operar la máquina durante el proceso de moldeo?

Esta pregunta nos permite realizar un estudio de la posición de trabajo de los operadores y seguridad de riesgos que pueda ocasionar.

Figura 4.15 Posición para operar
Fuente: Encuesta
Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

Análisis e interpretación

De la encuesta realizada a un total de 15 personas con opción a seleccionar uno de los 2 ítems planteados se tiene, los siguientes resultados, 13 encuestados que representa el 87 % afirman que de pie es la mejor posición, 2 personas que representa 13% afirman que sentado es la posición adecuada, por lo que se tomara en cuenta para nuestro diseño la posición de pie por ser la más representativa en el estudio.

Comparación del proceso manual vs proceso semiautomático

Características y ventajas del proceso de moldeo que se obtiene entre el ladrillo elaborado de forma manual vs forma automática.

En esta comparación nos permite realizar un estudio de calidad del producto y proceso, que consta de medidas del ladrillo, compactación de la masa, fisuras y resquebrajamientos del ladrillo elaborado.

Análisis e interpretación

Tabla 4.6 Resultado de la calidad de moldeado de ladrillo de forma manual

Universidad Técnica De Ambato		
Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica		
Calidad de ladrillo moldeado forma manual		
	CANTIDAD unidades	
MUESTRA	**Aceptado**	**Desechado**
1	97	26
2	121	14
3	109	26
Total	**327**	**78**
Porcentaje	81%	19%

Fuente: Registro
Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

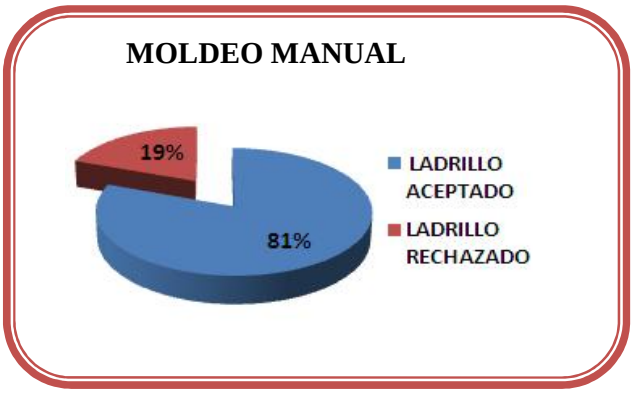


Figura 4.16 Moldeo de forma manual
Fuente: Registro
Elaborado por:[Autor. Hernán Balseca]

Tabla 4.7 Resultado de la calidad de moldeado de ladrillo mediante proceso automático.

Universidad Técnica De Ambato

Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica

Calidad de ladrillo moldeado forma automático

MUESTRA	CANTIDAD unidades	
	Aceptado	Desechado
1	134	1
Total	**134**	**1**
Porcentaje	99%	1%

Fuente: Consulta
Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

Figura 4.17 Moldeo de forma semiautomática
Fuente: Registro
Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

Análisis de tiempo de proceso manual vs proceso semiautomático

Tiempo toma en moldear un lote de 100 ladrillos de forma manual vs forma semiautomática.

En este análisis nos permite realizar un estudio del tiempo de elaboración para el moldeo del ladrillo, puesto que es el proceso más demorado y que requiere de mucho esfuerzo físico, por lo que se procede a medir cuanto se demora en realizar el moldeo en forma manual y de forma automática para su respectiva comparación.

Análisis e interpretación

Tabla 4.8 Resultado de comparación del tiempo de moldeado entre el proceso automático y de forma manual.

Universidad Técnica De Ambato

Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica

Tiempo de moldeado forma manual vs automático

Proceso	Rango de tiempo	Unidades de ladrillos	Nº Personas
De forma manual	41 – 80min	100	4
De forma automática	21 - 40 min	100	2
TOTAL AHORRO	**30 min aprox**	**100**	**2 PERSONAS**

Fuente: Registro
Elaborado por: Hernán Balseca

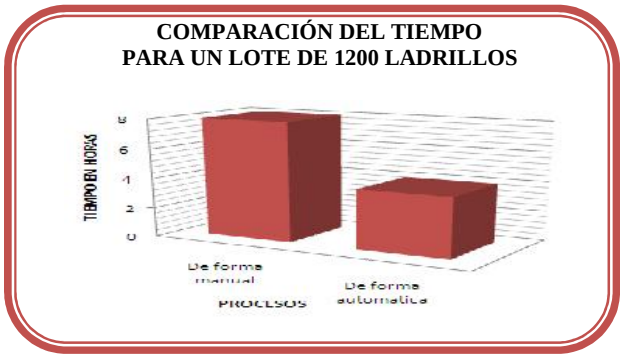


Figura 4.18 comparación del tiempo par un lote de 1200 unidades
Fuente: Registro de observación
Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

Pregunta 1.5 según anexo B 3

¿El tiempo de producción de la máquina satisface la exigencia del productor en relación a la inversión de costos de producción?

En esta pregunta nos permite realizar un estudio del tiempo y costos de inversión que representa el proceso de moldeo del ladrillo, en cada una de sus etapas por lo que se procede a realizar su respectiva comparación.

Tabla 4.9 Análisis de gastos del ladrillo. (Con moldeo manual) para una jornada de ocho horas.

Universidad Técnica De Ambato **Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica** Análisis de gastos por etapas	
GASTO POR CADA 1200	**PRECIO EN DÓLARES**
Materias Primas	30.00
Amasado	20.00
Salario Por Moldeo	55.00
Horneado	20.00
TOTAL APROXIMADO	**125.00**

Fuente: Entrevista
Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

Análisis e interpretación

c) Resultado de comparación del costo del ladrillo moldeado entre el proceso manual y de forma automática. Entrevista Anexo B 3.

El objetivo primordial de este proyecto es como se mencionó antes el lograr producir por lo menos 285 ladrillos por hora, por lo que en una jornada de 5 horas se producirán los mismos 1200 ladrillos que se produce de forma manual durante 8 horas, esto significa un ahorro de tiempo de 3 horas con relación al proceso manual esto significa una ganancia económica en la producción con prácticamente los

mismos gastos que se emplean para la producción manual, solo considerando un aumento en el gasto de energía consumida por la máquina.

En la siguiente tabla 4.10 se muestran los gastos a groso modo, que se emplean en la producción manual del ladrillo de acuerdo a los propietarios sus ganancias oscilan alrededor de $25 a $30 por cada mil.
La finalidad de esta entrevista y las guías de observación se da cuenta que tiene su respectiva justificación en solución del problema planteado. Mediante los datos obtenidos se puede decir que el costo y tiempo que se emplea en el proceso de moldeo es el más crítico en la elaboración de los ladrillos.

Tabla 4.10 Análisis de gastos del ladrillo. (Con moldeo automático)

Universidad Técnica De Ambato **Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica** Análisis de gastos por etapas moldeado forma automático	
GASTO POR CADA 1200	**PRECIO EN DÓLARES**
Materias Primas	30.00
Amasado	20.00
Salario Por Moldeo	25.00
Horneado	20.00
Energía	5.00
TOTAL APROXIMADO	**100.00**

Fuente: Entrevista
Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

De esta manera, se intenta demostrar que el conocido cuello de botella se encuentra en el proceso de moldeo, y es objetivo de este proyecto el proporcionar una opción que tenga como fin el aumentar la producción. Empleando un número de 2 personas pero con menor esfuerzo y mayor rapidez.

En lo referente a alguna desventaja que pudiera existir sobre la creación de este proyecto no se encontró ninguna, los operadores seguirán ganando lo mismo e

inclusive ganar más una vez que el propietario considere el aumento de su producción y de sus ganancias.

- Con las gráficas encontradas procedemos a realizar la interpretación con el fin de observar el crecimiento de la producción, en estas gráficas también podemos encontrar el índice de rapidez de moldeo.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

4.3.1 Hipótesis

¿El diseño de una máquina semiautomática moldeadora de ladrillos de arcilla reducirá y tiempo de producción en la industria ladrillera?

4.3.2 Comprobación

Mediante la implementación de este sistema mecánico semiautomático de moldeo de ladrillos en ladrillera San Juan, se consiguió reducir el tiempo del proceso de moldeo puesto que se elabora el mismo lote en la mitad del tiempo que se realiza de forma manual lo que nos da un 50% más en producción en un mismo intervalo de tiempo.

Además con la utilización de este sistema se mejora la homogeneidad de la mezcla la compactación del material lo que nos da un mejor producto elaborado, y se disminuye las tareas repetitivas, puesto que esta tarea lo realiza con menor contacto manual con la mezcla, menor esfuerzo físico y una posición de trabajo cómoda para el cuerpo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al finalizar el desarrollo del diseño de la máquina semiautomática para el proceso de moldeo del ladrillo, se presentan los siguientes juicios valorativos que se detallan a continuación de la siguiente manera.

- Mediante el estudio de campo realizado del proceso de moldeo se identifica los componentes para la masa homogénea como son la arcilla 75% , arena de río 10% , aserrín orgánico 15% y el solvente utilizado es el agua en un 20% de la masa total de la mezcla.

- Por medio de un estudio técnico científico e investigativo se seleccionó que debe ser un sistema extrusor con un mecanismo de tornillo para arrastrar la mezcla de este tipo de densidad alta como son las pastas, y debe ser un movimiento lento continuo.

- La máquina se divide en dos partes automático y manual, la parte automática consta del proceso de homogenización y moldeo de la maza y la parte manual realiza el proceso de corte.

- Por medio de las pruebas de operación de moldeo realizadas se determina que la máquina semiautomática tiene mejores ventajas que realizar de forma manual reduce el tiempo de proceso.

- Después de realizar la tabulación de los datos obtenidos en el ensayo se demuestra la hipótesis de reducir el tiempo de producción.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda seleccionar adecuadamente la arcilla y tener mucha precaución en los porcentajes de los compuestos para obtener un punto de estado óptimo de la mezcla de la masa.

- Cuando se vaya a diseñar una extrusora de pastas o de masas de densidad alta es recomendable que sea mecanismo de tornillo de arrastre, ya sea a escala real o prototipo se recomienda poner énfasis en la precisión de las dimensiones para la construcción de elementos mecánicos de máquinas.

- Se recomienda hacer semiautomática la maquina por costos y mantenimiento de los dispositivos electrónicos.

- Se recomienda realizar un mantenimiento adecuado en la máquina y sus componentes eléctricos, de forma que se pueda evitar que estos elementos sufran de desgastes prematuros.

- Se deben seguir todas las recomendaciones de seguridad industrial, para realizar los distintos trabajos en las máquinas y herramientas utilizadas cuando se construya maquinaria.

- Se sugiere continuar con este tipo de proyectos orientados a mejorar la industria del país con el fin de facilitar el trabajo y mejorar la producción artesanal.

- Se recomienda la seguridad y el orden en el área de funcionamiento y operación incluyendo los suministros de materia prima y producto terminado, ello contribuye a de dejar el acceso necesario para poder realizar los trabajos adecuados sin que hayan condiciones inseguras.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS.

La propuesta es el diseño y construcción de un sistema a extrusión semiautomático moldeador de ladrillos de arcilla.

En la tabla 6.1 se presentan algunos datos generales.

Tabla 6.1 Datos generales de propuesta.

Universidad Técnica De Ambato **Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica** Datos de propuesta Elaborado por Hernán Balseca	
Ejecutor	Hernán Eredy Balseca Balseca
Descripción	Sistema semiautomático moldeador de ladrillos
Lugar de construcción	Taller particular
Lugar de ensayos	Espacio físico "Barrio la Victoria"
Beneficiarios	Micro productores
Tiempo de ejecución	Marzo 2012 – marzo 2013
Costo	3000 dólares americanos

Elaborado por Autor: Hernán Balseca

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La primera condición para lograr unos buenos resultados en la extrusión es que el material a extruir presente las mínimas variaciones posibles, tanto el lo que respecta

a su composición (plasticidad) como a su grado de preparación (granulometría más o menos fina) y a su contenido de humedad.

En una masa arcillosa, además de las partículas arcillosas plásticas, existen compuestos acompañativos, no plásticos tales como el cuarzo, feldespatos, carbonato calcio entre otros, cuyo comportamiento frente al agua difiere sensiblemente del propio de la arcilla

Cuando se agrega agua a las arcillas, no se consigue un incremento apreciable de la consistencia hasta que se alcanzan los porcentajes de humedad relativamente altos: entre el 18% y 20%. Durante el periodo inicial el agua es absorbida por la superficie de las partículas arcillosas formando una capa rígida que se comporta como si fuera una película sólida. A medida que aumenta el número de capas de agua se envuelven a la partícula arcillosa van perdiendo rigidez, hasta que sobre el 18% comienza a aparecer moléculas de agua libre entre partícula y partícula.

Si aumenta excesivamente el componente arcilloso, aumenta paralelamente la cohesión de la masa la resistencia interna que opone al flujo o deslizamiento entre partícula y partícula: en cambio, deslizará mejor sobre las superficies metálicas (menor rozamiento). La consecuencia de esto será que el molde quedará desequilibrado, pues la arcilla fluirá con mayor velocidad por la periferia que por el centro. En cambio, un incremento en el porcentaje de desgrasante traerá como consecuencia una disminución de la cohesión interna de la masa y un aumento de su resistencia interna por roce contra las paredes del molde (cantos vivos de los granos de arena). La arcilla fluirá con mayor velocidad por el centro, quedando igualmente desequilibrado.

Incluso manteniéndose constantes los porcentajes de arcilla, pueden presentarse modificaciones en las condiciones de flujo de la arcilla si varia el contenido de humedad de la pasta. Una vez alcanzado el punto de máxima consistencia, si se aumenta sensiblemente el porcentaje de humedad. La cohesión desciende rápidamente facilitándose el deslizamiento entre partícula y partícula, con lo cual la masa tenderá a fluir por el centro del molde con mayor velocidad.

El grado de orientación de las partículas aumenta con la velocidad de salida. Si la velocidad de salida varía en la sección de la pieza por cambios en la plasticidad o humedad de la masa arcillosa, en la pieza cerámica recién extorsionada existirán diferentes grados de orientación. Cuanto menor sea el contenido de humedad, mayor será el grado de orientación menor y más baja la contracción de secado.

A nivel del sector no existen estudios que optimicen todos estos parámetros que afectan la calidad del producto final, por lo cual se desarrollará este diseño que determine cuáles son los rangos más eficientes. Sin embargo se han desarrollado estudios de optimización de procesos de extrusión, pero teniendo en cuenta solamente los componentes o piezas que conforman el proceso.

6.2.1 ANTECEDENTES DEL DISEÑO

A pesar que el proceso de fabricación del ladrillo ya ha sido mecanizado tanto aquí como en muchos países, las formas en que se ha hecho son a nivel industrial de mayor escala, utilizando maquinaria muy cara, la mayoría de las veces de importación pero eso conlleva a que el precio de ese ladrillo industrial, pese a que tiene un mejor acabado y una mejor relación de resistencia—peso, sea muy caro comparado con el ladrillo común.

La maquinaria diseñada actualmente para este tipo de actividad, se ha fabricado con el propósito de obtener una mayor producción, pero demanda de una gran inversión, lo cual es una limitante muy importante para los pequeños productores, es por eso que pensó en el desarrollo de este proyecto con la finalidad de cubrir esa necesidad pero haciendo una opción más económica, además de que como se mencionó anteriormente no existe en el campo de los artesanos ladrilleros una máquina con las características que se tiene como objetivo en este proyecto que además cuenta con la automatización del proceso.

Con este proyecto se pretende ser el inicio para este sector artesanal de la creación de máquinas que funcionen automáticamente los procesos, y se pueda tener un ambiente de trabajo similar al de una planta de producción.

6.3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la construcción de viviendas está creciendo permanentemente, y esto se debe al crecimiento demográfico que se ha presentado en los últimos años y por lo tanto al déficit acumulado de viviendas de interés social que se ha venido dando en nuestro país, por lo tanto las microempresas dedicadas a la producción de materia prima para la construcciones se está dando un nivel de demanda elevado a nivel nacional, puesto que la elaboración artesanal demanda de mucho trabajo y esfuerzo físico de las personas.

En el desarrollo del presente trabajo está enfocado básicamente en los siguientes puntos: el primero la experimentación de un prototipo escala real que se vea reflejado en la producción y a un costo moderado, reduciendo paralelamente los costos en la realización de piezas necesarias con relación a las importadas.

El segundo es permitir a los pequeños industriales adquirir una máquina de construcción nacional a un precio económico y que cumpla con su función de manera similar a las máquinas importadas, beneficiando en capacidad de producción, tiempo de elaboración, y por consiguiente aumente de utilidad.

Y como último punto se plantea este proyecto de innovador y tecnológico porque su funcionamiento está basado en la utilización de elementos de sistemas de control para la operación y maniobra de la máquina.

6.4 OBJETIVOS

- Desarrollar una adaptación tecnológica de una máquina extrusora de arcilla a una línea de manufactura de ladrillos.

- Realizar el análisis mecánico del husillo de extrusión a fin de predecir teóricamente las variables más importantes del proceso.

- Documentar el diseño de operación del equipo, con la finalidad de mejorar la investigación que se realice en el futuro con la máquina en mención.

- Seleccionar los materiales y elementos de sistemas de control adecuados para el funcionamiento automático.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

6.5.1 ANÁLISIS TÉCNICO

Las pruebas de funcionamiento y ensayos del producto moldeado se puede realizar con normalidad, puesto que se dispone de suficiente espacio físico y la toma de datos de tiempos y movimientos se los puede realizar con equipos e instrumentos existentes en propiedad.

6.5.2 ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

En este análisis se toma en cuenta todos los componentes y recursos necesarios para concluir el estudio planteado como tema de investigación; entre los cuales detallo a continuación.

Compra de materiales necesarios requeridos para la construcción del sistema e instalaciones necesarias para su funcionamiento operativo y la mano de obra requerida.

Tabla 6.2 Costo de materiales para la tolva del sistema semiautomático

ESTRUCTURA DE LA TOLVA					
Ítem	**Descripción**	**Cantidad**	**Unidad**	**Costo Unidad**	**Costo Total**
1	Angulo IMP 50mm*4mm (2" X 3/16")	1	u	22,69	22,69
2	Placa Galvanizada 2,0mm	1	u	59,65	59,65
3	Placa cuadrada 3/8" x 7,5cm	4	u	8,00	32,00
4	Electrodo 6013	1	Lbs	1,75	1,75
5	Electrodo 304	3	Lbs	1,00	3,00
6	Pintura Anticorrosiva	1	Lt	3,00	3,00
7	Tiñer	2	Lt	2,50	5,00
8	Pernos 3/8 x 1" M10	16	u	0,25	4,00
9	Guaipe	1/2	Lbs	0,50	0,50
10	Lija Nº80	1	u	0,50	0,50
TOTAL					**132,09**

Elaborado por Autor: Hernán Balseca

Tabla 6.3 Costo de materiales para el cilindro extrusor del sistema

CILINDRO EXTRUSOR					
Ítem	**Descripción**	**Cantidad**	**Unidad**	**Costo Unidad**	**Costo Total**
1	Tubo 6" diam. X 1,2 m long	1	u	42,00	42,00
2	Rodelas 210mm X 6mm esp	4	u	3,8	15,2
3	P. Acero Galvanizado	1	u	16,50	16,5
4	Pernos 3/8 x 1" M10	12	u	0,25	3,00
5	Electrodo 6013	1	Lbs	1,50	1,50
6	Pintura Anticorrosiva	1	Lt	6,00	6,00
7	Tiñer	2	Lt	2,50	5,00
TOTAL					**89,20**

Elaborado por Autor: Hernán Balseca

Tabla 6.4 Costo de materiales para el gusano extrusor sistema semiautomático

MECANISMO GUSANO EXTRUSOR					
Ítem	**Descripción**	**Cantidad**	**Unidad**	**Costo Unidad**	**Costo Total**
1	Eje acero AISI 1035 CD 2" X 1/4 Diam. X 1,50m	1	u	61,81	61,81
2	Platina 2" X 3/8"	1	u	24,04	24,04
3	P. Acero Galvanizado	1	u	8,25	8,25
4	Pernos sujeción 3/8 x 1" M10	4	u	0,25	1
5	Electrodo 6013	2	Lbs	1,5	3
6	Chumaceras 50mm diam.	2	u	24	48
7	Retenedor	1	u	4,2	4,2
TOTAL					**150,3**

Elaborado por Autor: Hernán Balseca

Tabla 6.5 Costo de materiales para transmisión de movimiento del sistema

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO					
Ítem	**Descripción**	**Cantidad**	**Unid**	**Costo Unidad**	**Costo Total**
1	Motor Reductor	1	u	820,00	820,00
2	Polea Motriz	1	u	28,00	28,00
3	Polea Impulsada	1	u	40,00	40,00
4	Plancha de Anclaje Motor	1	u	30,00	30,00
5	Pernos de 1/2" X 11/2"	4	u	0,5	2,00
6	Pintura Anticorrosiva	1	Lt	6,00	6,00
7	Tiñer	2	Lt	2,50	5,00
8	Tapa de Protección banda	1	u	22,00	22,00
TOTAL					**953,00**

Elaborado por Autor: Hernán Balseca

Tabla 6.6 Costo de materiales de automatización del sistema semiautomático

MATERIALES DE AUTOMATIZACIÓN					
Ítem	**Descripción**	**Cantidad**	**Unidad**	**Costo unidad**	**Costo total**
1	Sensor de Distancia	1	u	72,00	72,00
2	Plc´ Logo SIEMENS	1	u	148,00	148,00
3	Variador de frecuencia 2HP	1	u	388,00	388,00
4	Relé Térmico	1	u	42,00	42,00
5	Contactor Trifásico Telemecanic	1	u	65,00	65,00
6	Selectores de Mando	2	u	22	44,00
7	Caja de Control	1	u	50,00	50,00
8	Cable Eléctrico Nº 14	30	m	1,50	45,00
9	Manguera anillada	10	m	3,00	30,00
10	Amarras Plásticas	1	ciento	8,00	8,00
TOTAL					**1040,00**

Elaborado por Autor: Hernán Balseca

Tabla 6.7 costo de materiales para la estructura del sistema semiautomático

ESTRUCTURA					
Ítem	**Descripción**	**Cantidad**	**Unid**	**Costo Unidad**	**Costo Total**
1	Tubo cuadrado 7.5 cm	1	u	52,54	52,54
2	Tubo Rectangular 20 X 40 X 2mm	1	u	14,20	14,20
3	Platina de 3/8" X 11/2	1	u	24,04	24,04
4	Pernos M10 X 2" Galvanizados	40	u	0,50	12,00
5	Electrodos 6013	2	Lbs	1,50	3,00
6	Pintura Anticorrosiva	2	Lt	6,00	12,00
7	Tiñer	4	Lt	2,50	10,00
8	Lija Nº80	2	u	0,50	1,00
TOTAL					**142,98**

Elaborado por Autor: Hernán Balseca

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1. DISEÑO DEL CONTENEDOR DEL BARRO Y DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

En este capítulo se analizan y se seleccionan las piezas que mejor se adaptan al diseño de este proyecto de acuerdo a una metodología proporcionada por el

fabricante en extrusores y otros elementos mecánicos con la finalidad de tener un respaldo más confiable a la hora de seleccionar las características específicas del extrusor así como de todos sus componentes necesarios para su correcto funcionamiento y de acuerdo a las necesidades de la máquina.

Selección de alternativa y croquis

Para fundamentar y formular las bases para el diseño detallado que se desarrolla en este capítulo se plantea en esta alternativa las dimensiones sobre las cuales se va a iniciar el diseño y también un bosquejo de cómo se pretende que funcione la máquina para tener una idea más clara de lo que se está desarrollando en lo posterior.

Iniciando con el mecanismo de abastecimiento del barro para cumplir con las funciones requeridas de este mecanismo en una tolva. Esta tolva deberá estar conectada a su vez con el mecanismo abastecedor del barro, el extrusor. Como la tolva deberá ser abastecida manualmente por una persona con la ayuda de una pala se considera que la boca por donde ve a ser introducido el barro no debe estar a una altura mayor a 1.00m, esto con la finalidad de no exigir demasiado trabajo al operador al intentar subir a una mayor altura una pala cargada de barro.

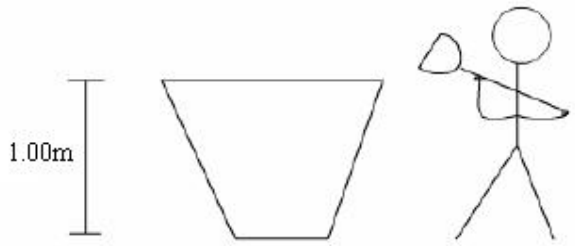


Figura 6.3. Altura máxima de la tolva.
Fuente: [http://www.engormix.com/manejo/articulos/diseño]

La capacidad y tamaño de la tolva se define masa adelante.

Estando el barro en la tolva va a der necesario un mecanismo para hacer llegar al barro desde la tolva hasta el área transversal del inyector o molde. Para esto se pensó en un extrusor colocado en la base de la tolva (ver figura 6.4).

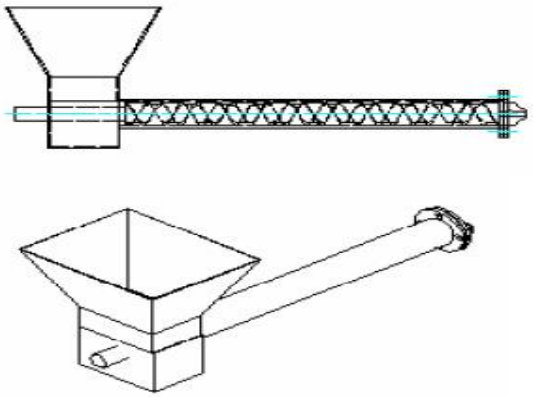


Figura 6.4. Tolva con mecanismo extrusor.

Fuente: [http://catarina.udlap.mx/tales/documentos/lim/Ibarra]

Mecanismo de abastecimiento del barro

Para iniciar, el primer paso que se debe considerar al seleccionar un extrusor el caracterizar el material y de las características del tipo de material a extruir, como su densidad, el tamaño promedio de las partículas, el tipo de fluidez y su abrasividad, sin ser tan indispensable el hecho de contar con valores tan específicos de estas propiedades.

Las características del barro en las condiciones necesarias para este tipo de actividad son:

- Densidad: 1748 kg/m³
- Tamaño: se considera por observación de campo de que el tamaño máximo de las partículas es de ½".
- Fluidez: lenta
- Medianamente abrasivo

El extrusor de hélices, es el que más se adapta a nuestro diseño por las diversas ventajas como es el hecho de que tenga un nivel muy alto de producción, la alimentación es de una manera sencilla con la ayuda de una tolva, su mantenimiento es mínimo y sencillo, además de que termina de resolver los problemas de amasamiento que no hayan sido resueltos con el tractor. Aunque

como desventajas tenga el hecho de que aumente relativamente la complejidad de la máquina aun así se piensa que es la mejor opción.

Características del extrusor de hélices

Las hélices que se utilizan en los extrusores a su vez cuentan con características propias que permiten tener mayor o menor resistencia, mayor o menor capacidad de flujo, etc. Esto gracias a la forma de las hélices y a sus ángulos de inclinación, a las características del tornillo sinfín, principalmente el diámetro y el paso, que es la distancia entre hélice y hélice, y las categorías del mismo si es corto, estándar, largo o escalonado. Para la selección de estos detalles se toman los resultados de una referencia bibliográfica (diseño Shirley) en donde se analizan cada una de estas características para llegar a concluir en que la mejor opción para trabajar con mezclas arcillosas es:

Figura 6.5. Tornillo sinfín
Fuente: [http://catarina.udlap.mx/tales/documentos/lim/Ibarra]

Tipo de hélice: de forma seccional, es decir que las hélices se forman con secciones soldadas entre sí ver (figura 6.6).

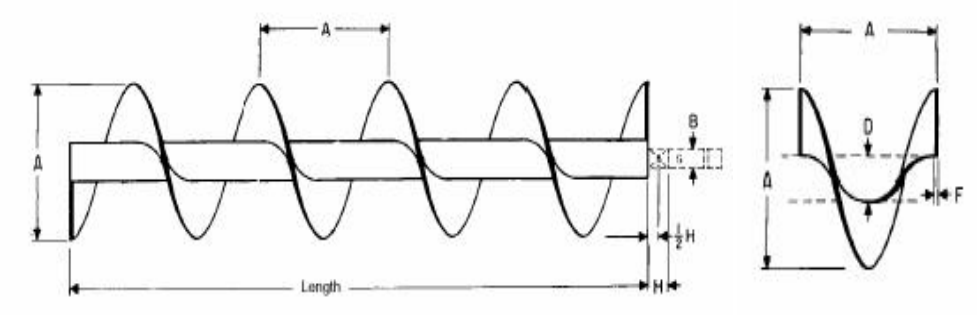


Figura 6.6. Extrusor seccional

Fuente: [http://catarina.udlap.mx/tales/documentos/lim/Ibarra]

Y el tornillo sin fin de tipo estándar lo que significa que su paso es la misma distancia que el diámetro del tornillo sinfín como s indica en la figura.

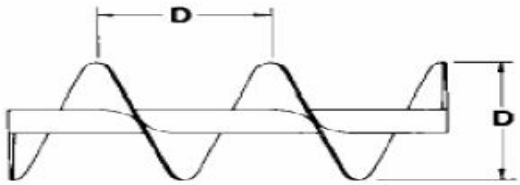


Figura 6.7. Paso estándar

Fuente: [http://catarina.udlap.mx/tales/documentos/lim/Ibarra]

Cálculo del flujo requerido

El volumen de un ladrillo está dado por sus dimensiones.

$$V = l\ x\ a\ x\ h \qquad \textbf{Ecuación 6.1}$$

Donde:

V = Volumen de un ladrillo, [m^3].

l = lado del ladrillo = 0.25m

a = Ancho del ladrillo = 0.11m

h = Alto del ladrillo = 0.070m

V = 0.001925m^3

Para poder cumplir que se tiene que producir los 300 ladrillos en una hora se necesita un volumen de 0.655 [m³], que este volumen sea moldeado por la máquina en un lapso de tiempo de una hora.

De tal forma que convirtiendo a volumen por hora, queda de la siguiente forma:

$$\text{Flujo requerido} = \frac{V(\#\ de\ ladrillos)}{\Delta tiempo} \qquad \textbf{Ecuación 6.3}$$

$$\text{Flujo requerido} = \frac{0.001925(300)_{[m^3]}}{hora}$$

Flujo requerido = 0.5775 m³/h

Cálculo del flujo másico requerido (Q)

Para el cálculo del flujo másico nos apoyamos con el dato de la densidad del barro que es la siguiente:

Densidad: 1748 kg/m³

$$Q = d(flujo\ requerido)^* \rho \qquad \textbf{Ecuación 6.4}$$

$$Q = 1748\ kg/\mathrm{m}^3(0.5775)\mathrm{m}^3/\mathrm{h}$$

$$\boldsymbol{Q = \frac{1009kg}{h}}$$

6.6.2 DISEÑO DEL HUSILLO EXTRUSOR

Con los cálculos realizados tenemos las condiciones para el diseño del husillo extrusor para esto partimos de las condiciones de diseño para ejes de transmisión, en nuestro caso es para extrusora de material de densidad alta donde estará sometido a cargas combinadas de torsión y flexión, y se considerara como una viga simplemente apoyada con una carga distribuida.

Relación L/D

Según ANGUITA, Ramón (1997). Extrusión de plásticos. Flume Ediciones Madrid. Es una relación entre la longitud y el diámetro L/D; debe ser menor que 30 si es para extrusores de fundidos, aproximadamente igual a 25, y teniendo en cuenta las características estandarizadas que gobiernan los diseños de las extrusoras es recomendable L/D = 8

Cálculo de Longitud del husillo

Tiene una importancia especial; influye en el desempeño productivo de la máquina y en el costo de ésta. Funcionalmente, al aumentar la longitud del husillo, también aumenta la capacidad de plastificación y la productividad de la máquina.
Otro aspecto que se mejora al incrementar la longitud es la calidad de mezclado y homogeneización del material.

El diámetro asumimos en relación a los tipos de máquinas existentes
estandarizando los valores así.

D = 150mm
Dónde:
D= diámetro del extrusor
L = longitud del extrusor

$$L/D = 8 \qquad \textbf{Ecuación 6.5}$$

$$L = 8(D)$$

$$L = 8(150)mm$$

$$L = 1200mm$$

Área de flujo (A)

Dónde:

V = volumen del ladrillo

p = paso del tornillo, (tomado de las condiciones de diseño de la figura 6.8 paso estándar D = p

$$A = \frac{V}{p} \qquad \textbf{Ecuación 6.6}$$

$$A = \frac{0.001925\text{m}^3}{0.15m}$$

$$A = 0.0129m^2$$

Diámetro del eje (d)

$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \qquad \textbf{Ecuación 6.7}$$

$$d = \sqrt{D^2 - \frac{4A}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{(0.15m)^2 - \frac{4(0.0129m^2)}{\pi}}$$

$$d = 0.072m$$

Ancho del filete (e)

Está en un rango de (0.06D- 0.12D) según dato de la tabla, en nuestro caso tomamos el inferior de 0.06D.

$$e = 0.06D \qquad \textbf{Ecuación 6.8}$$

$$e = 0.06(150)mm$$

$$e = 9mm$$

Ángulo de hélice de canal (φ)

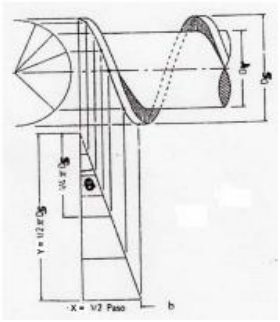


Figura 6. 8 Ángulo de hélice

Fuente: [http://search.certified-toolbar.com/Images]

$$\varphi = tan^{-1}\frac{p}{\pi x D} \qquad \textbf{Ecuación 6.9}$$

Dónde:

D= diámetro del extrusor

p = paso del tornillo

$$\varphi = tan^{-1}\frac{(0.15)}{\pi x(0.15)}$$

$$\varphi = tan^{-1}\frac{(0.15)}{\pi x(0.15)}$$

$$\varphi = 17.65^{0}$$

Cálculo del número de filetes del tornillo

El número de filetes se calcula por medio de la relación de longitud diametral que comprende el diámetro del husillo y el número de filetes.

Debido a que L= 1200mm y D = 150mm.

$$\frac{1200mm}{150mm} = 8Filetes$$

Tolerancias del tornillo /cilindro holgura (δ)

Tiene mucha importancia en el trabajo de una extrusora la medida de la holgura entre la cresta del filete del husillo y la superficie interior del cilindro, cuando la holgura es grande el material se mezcla con mayor efectividad, pero disminuye el avance del mismo. Generalmente se suele emplear husillos de diámetro constante como lo es en este diseño manteniendo una holgura entre el husillo y el cilindro de 0.02D.

$$\boldsymbol{\delta} = 0.02xD$$

Dónde:

D= diámetro del extrusor

δ = holgura

$$\boldsymbol{\delta} = 0.02x(150mm)$$

$$\boldsymbol{\delta} = 3mm$$

Determinar la capacidad del diseño.

En este paso lo que se pide es calcular una capacidad equivalente de flujo, tomando como base la capacidad que se requiere y que ya se calculó, pero considerando además unos factores que indican algunas características del extrusor que se pretende diseñar.

$$Ceq = (Creq)(CF_1)(CF_2)(CF_3) \qquad \textbf{Ecuación 6.10}$$

Dónde:

CF1: Factor de capacidad del paso del extrusor. Como ya se había seleccionado el tipo de paso a utilizar es el estándar por lo que de acuerdo a la tabla 2 del anexo el valor correspondiente es de 1.00.

CF2: Factor de capacidad de acuerdo el tipo de hélices. Como se indica en la tabla 3 del anexo se selecciona un tipo de hélices sin ninguna formas en especial (cutflight) como las que se encuentran ahí se selecciona un valor de 1.00

CF3: Factor de capacidad en caso de que se utilice un extrusor de paletas, como no es el caso el valor de este factor es de 1.00 de acuerdo a la tabla 4 del anexo.

Por lo tanto:

$$Ceq = \frac{21.45 ft^3}{h}(1.00)(1.00)(1.00)$$

$$Ceq = \frac{21.45 ft^3}{h}$$

Cálculo de la velocidad del extrusor rpm (*n*)

En la tabla 6 del anexo C se indica que el factor de carga sugerido para este material es de 30%B, la diferencia que existe entre los 30%A y los 30%B, es que los primeros tienen la capacidad de trabajar a mayor rpm.

Con la ayuda de la tabla 6 del anexo y teniendo el dato de la capacidad de extrusión requerida y el diámetro se puede seleccionar y calcular las rpm a las cuales debe trabajar, para que proporcione el flujo de material que se requiere.

Datos:

Factor de carga de material 30%B

Capacidad requerida $\frac{21.45 ft^3}{h}$

Diámetro del extrusor 150mm o 5.9plg

Como puede verse en la tabla mencionada con el diámetro de 6 plg, es suficiente para cumplir con la necesidad, ya que su rango de producción se encuentra entre el siguiente rango.

$$1.49 ft^3/h \text{ 1rpm}$$

$$90 ft^3/h \text{ a } 60\text{rpm}$$

Con estos datos procedemos al cálculo de las rpm a las cuales debe trabajar el extrusor y se calcula de la siguiente manera.

$$n = \frac{Creq\ (\frac{ft^3}{h})}{capacidad\ proporcionada(ft^3/h)\ a\ 1rpm} \qquad \textbf{Ecuación 6.11}$$

$$n = \frac{21.45\ (ft^3/h)}{1.49(ft^3/h)\ a\ 1rpm}$$

$$n = 14.39rpm = 15rpm$$

Velocidad periférica del tornillo (V)

$$V = \pi D_{iC} N \qquad \textbf{Ecuación 6.12}$$

Dónde:

V= velocidad del tornillo

D_{iC} = diámetro interno del cilindro o camisa

N= velocidad angular del tornillo rpm

$$V = \pi(0.156m)15rpm$$

$$V = 0.05m/s$$

Razón de corte

Debido a que el material dentro del extrusor se comporta como un fluido no newtoniano se debe realizar una corrección a esta para que se aproxime a este tipo de flujo, para lo cual se utiliza la razón de corte dado por la siguiente ecuación.

$$y_{ap} = \frac{\pi.N.D}{H_t} \qquad \textbf{Ecuación 6.13}$$

Dónde:

y_{ap} = razón de corte $[s^{-1}]$

H_t = altura del hilo del tornillo[m]

N = velocidad de rotación del tornillo

$$y_{ap} = \frac{\pi . 15 . (0.15)}{0.039}$$

$$y_{ap} = 181.24 \frac{1}{S}$$

Viscosidad aparente

En términos de la ley de potencia la viscosidad aparente puede ser descrita como:

$$u_{app} = m{y_{ap}}^{n-1} \qquad \textbf{Ecuación 6.14}$$

En esta ecuación existen factores de corrección dados por el tipo de flujo a extruir, denominados índices de flujo n y m estos factores se encuentran en tabla 7 ver anexo C para extrusión**.**

En nuestro caso es la arcilla o barro que se considera una pasta sin grasa y el material mojado a un 85% tenemos que m = 1580 y n = 0.37

Dónde:

u_{app} = viscosidad aparente [N/m2] Pa.s

m = índice de consistencia de flujo

y_{ap} = razón de corte

n = índice de flujo del comportamiento del flujo

$$u_{app} = m{y_{ap}}^{n-1}$$

$$u_{app} = 1580(181.24)^{0.37-1}$$

$$u_{app} = 59.70\ Pa.s$$

Cálculo del esfuerzo cortante

La formulación matemática para un fluido pseudoplástico es bastante compleja, sin embargo puede ser modelada con varias fórmulas como:

$$\tau = m{y_{ap}}^{n} \qquad \textbf{Ecuación 6.15}$$

Dónde:

τ = esfuerzo cortante [MPa]

$$\tau = 1580(181.24)^{0.37}$$

$$\tau = 10.81\ KPa$$

Presión de extrusión en longitud efectiva del tornillo

La presión de extrusión se puede determinar considerando la longitud de la camisa o cilindro, y el diámetro interno de la camisa (igual que el diámetro del tornillo) mediante la siguiente ecuación.

$$\Delta P = \frac{2Lc.\tau}{r_{ic}} \qquad \textbf{Ecuación 6.16}$$

Dónde:

ΔP = presión de extrusión KPa

Lc = longitud de la camisa

r_{ic} = Radio interno del cilindro

$$\Delta P = \frac{2(1.2m)10810Pas}{0.078m}$$

$$\Delta P = 332.61\ [KPas]$$

6.6.3 CÁLCULO POTENCIA DEL MOTOR PARA EL EXTRUSOR (P_t)

La potencia necesaria para operar el sistema de extrusión, con una carga uniforme y regular de alimentación se debe a las sumatoria de la potencia necesaria parar mover el espiral venciendo agentes extremos como la fricción y la potencia necesaria para mover el material, las expresiones utilizadas para dichos cálculos son:

$$P_t = \frac{(P_f + P_m + P_w)FO}{e} \qquad \textbf{Ecuación 6.17}$$

Dónde:

P_t= potencia total [Hp]

P_f = potencia para mover el tornillo desocupado [Hp]

P_m = potencia para mover el material [Hp]

P_w = potencia de bombeo [Hp]

F_O = factor de sobrecarga

e = factor de eficiencia

Cálculo de la potencia para mover el tornillo

Para realizar este cálculo nos apoyamos de la siguiente expresión:

$$P_f = \frac{L * N * F_d * f_b}{100000}$$ **Ecuación 6.18**

Dónde:

L = longitud del tornillo 3.94 pies

N = velocidad del tornillo 15 rpm

F_d= factor según el diámetro del tornillo.

f_b = factor de rozamiento

Como se puede ver en la tabla del anexo, con el diámetro del extrusor de 6pug seleccionamos el valor para el factor F_d= 18.

Así como también para el factor de rozamiento ver tabla del anexo, material a utilizar arcilla tomamos un valor de f_b = 4.4.

$$P_f = \frac{3.94ft * 15rpm * 18 * 4.4}{100000}$$

$$P_f = 0.468Hp$$

Cálculo de la potencia para mover el material

Para realizar este cálculo nos apoyamos de la siguiente expresión:

$$P_m = \frac{C \cdot L \cdot \rho * F_f * F_m * F_p}{100000}$$ **Ecuación 6.19**

Dónde:

C = capacidad equivalente $21.45 ft^3/h$

ρ = Densidad: 1748 kg/m³ o 108.97 [lbs /ft^3]

F_f= factor debido al porcentaje de carga

F_m = factor de material

F_p = factor por el número de hélices por paso.

$$P_m = \frac{(21.45)(3.94)(108.97) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.29}{100000}$$

$$P_m = 0.12 \text{ Hp}$$

Cálculo de la Potencia eléctrica para el tornillo extrusor

$$P_w = \frac{W.V}{33000}$$ **Ecuación 6.20**

Dónde:

W = carga transmitida [Lbs.]

V= velocidad periférica del tornillo [ft/min]

$$P_w = \frac{153.94 lbs. 9.84 ft/min}{33000}$$

$$P_w = 0.045 Hp$$

Dónde:

$$P_t = \frac{(0.468 + 0.12 + 0.045) \cdot 2.3}{0.78}$$

$$P_t = 1.86\text{Hp} = 2\text{Hp}$$

Cálculo del torque

$$T = \frac{9549.29 P_t}{\text{N}} \qquad \textbf{Ecuación 6.21}$$

Dónde:

T= torque [N.m]

N= velocidad angular del tornillo rpm.

P_t= potencia del motor [Kw]

$$T = \frac{9549.29(1.49)}{15}$$

$$T = 949\text{N.m}$$

6.6.4. DISEÑO DEL CILINDRO O CAMISA

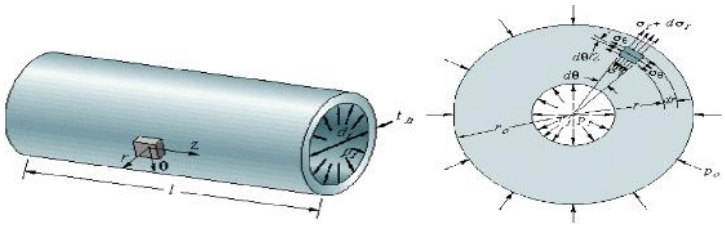


Figura 6.9. Cilindro sometido a presión interna y externa

Fuente: [http://search.certified-toolbar.com/Images/cilindro]

Cálculo del radio interior

Datos predeterminados de los cálculos anteriores para realizar el diseño del cilindro.

$$r_{ic} = \frac{D}{2} + 2\delta \qquad \textbf{Ecuación 6.22}$$

Dónde:

r_{ic} = Radio interno del cilindro

$$r_{ic} = 150mm/2 + 2(3mm)$$

$$r_{ic} = 78mm$$

Cálculo del radio exterior

$$r_{oc} = r_{ic} + t_c \qquad \textbf{Ecuación 6. 23}$$

Para realizar este cálculo un espesor de lámina de 5/32 de pulgada que será el espesor del cilindro.

Dónde:

r_{oc} = radio externo del cilindro

t_c = espesor del cilindro

$$r_{oc} = 78mm + 3.96mm$$

$$r_{oc} = 81.96mm$$

Cálculo del tipo de pared del cilindro

$t_c \leq \frac{1}{10} r_{oc}$ Cilindro de pared delgada

$t_c \geq \frac{1}{10} r_{oc}$ Cilindro de pared gruesa

t_c = 3.96mm

r_{oc} = 81.96mm

$$3.96mm \leq \frac{1}{10}(81.96mm)$$

$3.96mm \leq 8.19mm$ (cilindro de pared delgada)

Cálculo de esfuerzos

El método del diseño de la camisa se desarrollará asumiendo que la presión de trabajo de extrusión va a ser la presión interna de un cilindro de pared delgada ya

que la relación espesor de la pared respecto al radio es menor. Para ello se asumirá que la presión interna será la presión máxima de trabajo.

En los recipientes cilíndricos de conducción de fluidos a altas presiones, se desarrollan esfuerzos radiales y tangenciales, con magnitudes que dependen del radio del elemento. Al determinar el esfuerzo tangencial σt y el esfuerzo longitudinal σl, se supone que la elongación radial es constante alrededor de la circunferencia del cilindro.

Cálculo del esfuerzo tangencial (σt)

$$\sigma_t = \frac{d_{ic} \cdot p_i}{2t} \qquad \textbf{Ecuación 6. 24}$$

Dónde:

p_i= presión interna en la camisa

$p_i = \Delta P$

σ_t = esfuerzo tangencial[MP]

$$\sigma_t = \frac{(0.156)(332.16)}{2(0.004)}$$

$$\sigma_t = 6.47 Mpa$$

Esfuerzo longitudinal (σ_l)

Se deben considerar que existen esfuerzos longitudinales cuando el propio cilindro a presión toma las reacciones en los extremos debido a la presión interna, este esfuerzo resulta ser:

$$\sigma_l = \frac{pi.di}{4t} \qquad \textbf{Ecuación 6. 25}$$

Dónde:

σ_l = esfuerzo radial [MP]

$$\sigma_l = \frac{(0.156).(332.16)}{4(0.004)}$$

$$\sigma_l = 3.24MP$$

Cálculo del esfuerzo radial (σr)

$$\sigma_r = \frac{r_{ic}^2 \cdot P_i}{r_o^2 - r_{ic}^2}\left(1 - \frac{r_o^2}{r_{ic}^2}\right)$$ **Ecuación 6. 26**

Dónde:

p_i= presión interna en la camisa

$p_i = \Delta P$

σ_r = esfuerzo radial $[KPas]$

$$\sigma_r = \frac{0.078^2 \cdot 332.61[KPas]}{0.08196^2 - 0.078^2}(1 - \frac{0.08196^2}{0.078^2})$$

$$\sigma_r = -332.16\ KPa$$

Factor de seguridad en la sección crítica del dado

Debido a que el flujo en el interior del barril es constante, el análisis a fatiga no es requerido, por lo tanto, solo se calculará el factor de seguridad en base a la teoría de distorsión máxima, mediante la ecuación del esfuerzo equivalente así:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_t{}^2 + \sigma_l{}^2 + \sigma_r{}^2 - \sigma_t\sigma_r - \sigma_l\sigma_r - \sigma_t\sigma_l}$$ **Ecuación 6. 27**

Dónde:

σ'= esfuerzo equivalente en la sección critica del dado $[MPas]$

$$\sigma' = \sqrt{6.47^2 + 3.19^2 + (-0.332)^2 - (-2.22) - (-1.06) - 21.40}$$

$$\sigma' = \sqrt{36.74}$$

$$\sigma'=6.1\ [MP\ ]$$

Para calcular el factor de seguridad se utiliza la siguiente ecuación:

$$Fs_c = \frac{Sy_c}{\sigma'}$$ **Ecuación 6. 28**

Dónde:

Fs_c= factor de seguridad

σ'= esfuerzo equivalente

Sy_c = límite de fluencia del acero

Tomamos un acero AISI 1010 HR donde el valor de Sy = 26 kpsi o 179.26MPa

$$Fs_c = \frac{Sy_c}{\sigma'}$$

$$Fs_c = \frac{179.26MP}{6.1MPa}$$

Fs_c = 29 ok ---- sobre dimensionado

6.6.5 DISEÑO DEL EJE

Para el diseño se selecciona un acero AISI 1035 CD cuyas características son las siguientes:

Datos

Sut.= 80Kpsi

Sy= 67Kpsi

n =15rpm

Dureza = 168 HRC

Maquinado

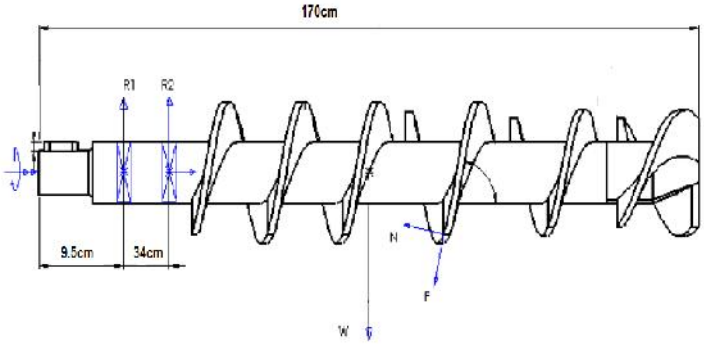


Figura 6.10. Diagrama de fuerzas tornillo extrusor

Fuente: [http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream]

6.6.5.1 ANÁLISIS ESTÁTICO POR FLEXIÓN Y TORSIÓN

Al considerar una barra simplemente apoyada y soportando una carga distribuida W que corresponde al peso del flujo másico del barro dentro del tornillo además del peso propio del eje, se tiene los diagramas de carga y momento.

Solución, la carga distribuida se halla de la siguiente manera,

$$W = \frac{W_1 + W_2}{L}$$ **Ecuación 6. 29**

Donde:

W_1= peso de la colada de barro [kg]

W_2= peso del eje macizo [kg]

Para obtener W1 calculamos el volumen de la cámara que contiene al tornillo y este volumen multiplicamos por la densidad del barro y obtenemos la masa la que al ser multiplicada por la gravedad da el peso.

$$V = \frac{(D^2 - d^2)\pi L}{4}$$ **Ecuación 6. 30**

$$V = \frac{(0.15^2 - 0.072^2)\pi(1.2)}{4}$$

$$V = 0.0163 m^3$$

$$m_1 = V.\rho$$

$$m_1 = (0.0163 m^3).(1748 kg/m^3)$$

$$m_1 = 28.52kg$$

$$w_1 = (28.52kg).(9.81\text{m/s}^2)$$

$$w_1 = 280kg$$

$$w_2 = V.\rho.g$$

$$w_2 = (0.004886\text{m}^3).(7850\text{kg/m}^3)(9.81)$$

$$w_2 = 376kg$$

$$W = \frac{280kg + 376kg}{1.20m}$$

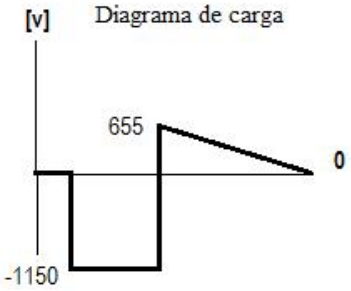
$$W = 547kg/m$$

Datos:

Material acero AISI 1035

Acabado esmerilado maquinado

R 90%



$$\sum Ma = 0$$

$$R_2(0.34) - P'(0.94) = 0$$

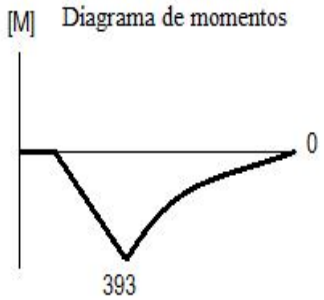
$$R_2(0.34) - 655(0.94) = 0$$

$$R_2 = \frac{615.7}{0.34}$$

$$R_2 = 1811\,N$$

Figura 6.11. Diagrama distribución de cargas

Fuente: [Autor. Hernán Balseca]



$$\sum Fy = 0$$

$$R_1 + R_2 - P' = 0$$

$$R_1 = P' - R_2$$

$$R_1 = 655 - 1811$$

$$R_1 = -1155\,N$$

Figura 6.12. Diagrama de momentos

Fuente: [Autor. Hernán Balseca]

Debido a la viga Flexión

$$\sigma_x = \frac{32MD}{\pi(D^4 - d^4)} \qquad \textbf{Ecuación 6.31}$$

$$\sigma_x = \frac{32(394)(0.072)}{\pi(0.072^4 - 0.064^4)}$$

$$\sigma_x = 28.52Mpa$$

Debido a la viga torsión

$$\tau_{xy} = \frac{16TD}{\pi(D^4 - d^4)} \qquad \textbf{Ecuación 6.32}$$

Dónde:

τ_{xy}= esfuerzo cortante

$$\tau_{xy} = \frac{16(949)(0.072)}{\pi(0.072^4 - 0.064^4)}$$

$$\tau_{xy} = 34.46Mpa$$

Solución estática

$$n = \frac{S_y}{\sigma eq} \qquad \textbf{Ecuación 6.33}$$

Dónde:

n = factor de seguridad de diseño

S_y = límite de fluencia del material

σeq = esfuerzo equivalente

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2} \qquad \textbf{Ecuación 6.34}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(28.52)^2 + 3(34.46)^2}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{4376}$$

$$\sigma_{eq} = 66.15\ Mpa o 9.59 \text{Kpsi}$$

Como Sy = 67 Kpsi o 461.89Mpa

$$n = \frac{S_y}{\sigma eq}$$

$$n = \frac{461.89}{66.15}$$

$$n = 6.98 \quad \textbf{OK}$$

6.6.5.2 DISEÑO POR FATIGA

$$n = \frac{S_e}{\sigma eq}$$

$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e k_f \ldots\ldots S_e^{`\prime} \qquad \textbf{Ecuación 6.35}$$

Donde:

S_e = Limite de resistencia a fatiga del elemento

$S_e^{`\prime}$ = Limite de la muestra a fatiga de viga rotatoria

$$S_e^{`\prime} = 0.5\ Sut$$
$$Sut = 200 Kpsi$$
$$S_e^{`\prime} = 0.8(80)$$
$$S_e^{`\prime} = 40 kpsi$$

Factor de acabado de superficie ver anexo (D1)

$$K_a = maquinado\ superficial$$

$$K_a = aSut^b$$

$$a = 2.7$$
$$b = -0.625$$
$$K_a = 2.7(80)^{-0.625}$$
$$K_a = 0.85$$

Factor de tamaño ver anexo (D2)

$$K_b = 0.869d^{-0.097} \text{cuando } 0{,}3 \text{ plg} < d < 10plg$$

$$d = 2\frac{3}{4}plg$$

$$K_b = 0.869(2.75plg)^{-0.097}$$
$$K_b = 0.92$$

Factor de confiabilidad ver anexo (D3) en función de R

$$K_c = 0.897 \rightarrow R = 90\%$$

El valor de Kc va bajando a medida que queremos mayor seguridad.

Factor de temperatura ver anexo (D4)

$$K_d = 1 \qquad \rightarrow cuando\ T < 450^0C\ (850^0F)$$

Factor de modificación por concentración de esfuerzos ver anexo (D8)

$$K_e = \frac{1}{1 + q\ (k_t - 1)}$$

Dónde:

k_t = factor teorico de concentración de esfuerzos ver anexo D8

q = sensibilidad a las ranuras ver anexo D7

$$K_t = 1.2$$
$$q = 0.66$$
$$\frac{D}{d} = \frac{0.5}{0.33} = 1.5plg$$
$$r = \frac{d}{10} = \frac{1.5}{10} = 0.15$$

$$k_f = 1 + 0.66(1.2 - 1)$$

$$k_f = 1.13$$

$$K_e = \frac{1}{1.33}$$

$$K_e = 0.89$$

$$K_f = 1$$

$$S_{e=}(0.85)(0.92)(0.897)(1)(0.89)(1)(40)$$

$$S_{e=}25Kpsi$$

$$n = \frac{S_e}{\sigma eq}$$

$$n = \frac{25Kpsi}{9.59Kpsi}$$

$$n = 2.6 \textbf{ OK}$$

6.6.6. SELECCIÓN DEL ELECTRODO PARA LA SOLDADURA DE LAS HÉLICES DEL GUSANO EXTRUSOR

METAL BASE: ACERO AISI 304

COMPOSICIÓN

	%C	%Mn	%Si	%Cr	%Ni
AISI 304	0.08	2	1	19	10.0

Cromo Equivalente $[Cr] = \%Cr + \%Mo + 1.5 * \%Si + 0.5 * \%Nb$

Níquel Equivalente $[Ni] = \%Ni + 30 * \%C + 0.5 \square \%Mn$

%Cr tomamos un valor medio = 19

%Ni tomamos un valor medio = 10

$$[Cr] = 19 + 0 + 1.5 * 1 + 0$$

$$[Cr] = 20.5$$

$$[Ni] = 10 + 30 * 0.08 + 0.5 \square 2$$

$$[Ni] = 13.4$$

PUNTO A: 20.5$[Cr]$; 13.4$[Ni]$

MATERIAL DE APORTE

ELECTRODO PARA ACERO INOXIDABLE

ELECTRODO R 65 E 309L MO-16→**AGA**

COMPOSICIÓN

%C	%Mn	%Si	%Cr	%Ni	Mo
0,025	0,8	0,9	23	13.5	2,5

$$[Cr] = \%Cr + \%Mo + 1.5 * \%Si + 0.5 * \%Nb$$

$$[Cr] = 23 + 2.5 + 1.5 * 0.9 + 0$$

$$[Cr] = 26.85$$

$$[Ni] = \%Ni + 30 * \%C + 0.5 \square \%Mn$$

$$[Ni] = 0.9 + 30 * 0.025 + 0.5 \square 0.8$$

$$[Ni] = 2.05$$

PUNTO B: 26.85$[Cr]$; 2.04$[Ni]$ →**NO CUMPLE**

ELECTRODO PARA ACERO INOXIDABLE

ELECTRODO R 60 E 308L-16→**AGA**

COMPOSICIÓN

%C	%Mn	%Si	%Cr	%Ni
0.02	0.7	0.7	19	10.0

$$[Cr] = \%Cr + \%Mo + 1.5 * \%Si + 0.5 * \%Nb$$

$$[Cr] = 19 + 0 + 1.5 * 0.7 + 0$$

$$[Cr] = 20.05$$

$$[Ni] = \%Ni + 30 * \%C + 0.5 \square \%Mn$$

$$[Ni] = 10 + 30 * 0.02 + 0.5 \square 0.7$$

$$[Ni] = 10.95$$

PUNTO B: 20.05$[Cr]$; 10.95$[Ni]$ → **SI CUMPLE 5% DE FERRITA Y 95% DE AUSTENITA**

5% de ferrita y 95% de austenita cordón óptimo de soldadura entre 5-10% de ferrita

6.6.7. DISEÑO DE COJINETES

Selección de rodamientos rígidos de bolas para los ejes

Datos:

tomamos como máquina herramienta

funciona $8\frac{\text{horas}}{\text{dia}}$

cargas moderadas de impacto

n = 15 rpm

Fr = 1810 N

R = 99%

θ = 60mm

Solución

1) Determinamos la capacidad de carga estática Co requerida

$$Co = So * Po \qquad \textbf{Ecuación 6.36}$$

Dónde:

$Co =$ Capacidad de carga estática requerida, en N

$Po =$ Carga estática equivalente, en N

$So =$ Factor de seguridad estático

Como es una carga radial tenemos

$$Po = Fr$$

$So = 1.5$(para máquínas herramientas), Ver tablas anexo (D)

$$Fr = 1810\,N = Po$$

$$Co = So * Po$$

$$Co = 1.5 * 1810\,N$$

$$\boldsymbol{Co = 2715\,N \rightarrow \text{requerido}}$$

2) Determinamos la capacidad de carga dinámica C (Requerida)

$$L_{1a} = a_1 * a_{23} * (\frac{C}{P})^p \qquad \textbf{Ecuación6.37}$$

Donde:

C =Capacidad de carga dinámica

a_1 = Factor de duración

a_{23} = Factor combinado

P = Carga dinámica equivalente sobre el rodamiento en [N]

$P = Fr \rightarrow$ carga radial pura

$a_{23} = 1$ para $T \leq 40°C$ Ver tabla anexo (D)

$a_1 = 0.21$ Ver tabla anexo (D)

$L_{10}h = \rightarrow$ duración nominal en horas de servicio

$L_{10}h = 20000 - 30000H$, Ver tabla anexo D máquinas para 8 horas de trabajo

$$Lh_{10} = \frac{1000000}{n * 60} \square L_{1a} \rightarrow \text{reemplazo}$$

$$L_{10}h = \frac{1000000}{n * 60} * a_1 * (\frac{C}{P})^p \qquad \textbf{Ecuación 6.38}$$

$$p = 3 \rightarrow rodamiento\ de\ bolas$$

Donde:

n =velocidad constante de rotación en rpm

p = Tipo de rodamiento

$$L_{10} = (\frac{C}{P})^p$$

$$L_{10}h = \frac{1000000}{n * 60} \square (\frac{C}{P})^p \rightarrow \text{reemplazo}$$

$$L_{10}h = \frac{1000000}{n * 60} * L_{10} \rightarrow \text{despejo } L_{10}$$

$$L_{10} = \frac{60 * n * L_{10}h}{1000000} \qquad \textbf{Ecuación 6.39}$$

Dónde:

L_{10} = Duración nominal en millones de revoluciones

$$L_{10} = \frac{60 * 15 * 20000}{1000000}$$

$$L_{10} = 18\ millones\ rpm$$

$$L_{10}h = \frac{1000000}{n * 60} * a_1 * (\frac{C}{P})^p$$

$$L_{10}h = \frac{1000000}{12 * 60} * 0.21 * 18$$

$$L_{10}h = 5250\ hr$$

$$C = P\sqrt[p]{\frac{L_{10}h * n * 60}{1000000}}$$

$$C = 1810 * \sqrt[3]{\frac{5250 * 15 * 60}{1000000}}$$

$$\boldsymbol{C = 3037.27\ N \rightarrow Requerida}$$

Escogemos el rodamiento

SKF 61812 $\begin{cases} Co = 6100 > 2715\ bien \\ C = 8710 > 3485\ bien \end{cases}$

Propiedades del rodamiento

$d = 60mm$

$D = 95\ mm$

$B = 10mm$

6.6.8. CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS DE LAS POLEAS

Para el cálculo de los diámetros de las poleas mayor y menor se obtiene utilizando la siguiente ecuación.

$n_{1\ motoreductor} = 60\ rpm$

$n_{2\ eje} = 15rpm$

$e = 4$

$$e = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_2}{d_1} \qquad \textbf{Ecuación 6.40}$$

$d_1 = 2.5\ pug\ asumido$

$$d_2 = \frac{n_1 d_1}{n_2}$$

$$d_2 = \frac{60\ (2.5pug)}{15}$$

$$\boldsymbol{D = 10\ pulg}$$

6.6.9. DISEÑO Y SELECCIÓN DE LA BANDA TIPO VV

Datos

$H = 2\ Hp$

$n_{motoreductor} = 60\ rpm$

$n_{eje} = 15rpm$

$k_s = 1.3$ (Se tomo este valor porque la máquina funciona con un motor eléctrico y hay choques moderados).ver tabla11 anexo (D)

$d_{min} = 3$ pug para sección A (tabla 12) ver anexo (D)

$$d = 3pulg$$

$D = 10pulg$

$$D < C < 3(D + d)$$

$$12 < C < 3(12 + 3)$$

$$12 < C < 45$$

Si $C = 30$ pulg Asumido para iteración

$$L_P = 2c + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4c} \qquad \textbf{Ecuación 6.41}$$

Dónde:

L_P = longitud de paso

C = distancia entre centros

$$L_P = 2(30) + \frac{\pi}{2}(12 + 3) + \frac{(12 - 3)^2}{4(30)}$$

$$L_P = 84.23 \text{ pulg}$$

$$L_P = Ltab + \Lambda L \qquad \textbf{Ecuación 6.42}$$

$$Ltab = L_P - \Lambda L$$

$$Ltab = 84.23 - 1.3 \rightarrow (tabla\ -13)\ ver\ anexo\ D$$

$$Ltab = 82.9 \text{ pulg}$$

Del catálogo tomamos una banda tipo A de L = 85 ver anexo (D) tabla 14

$$L_P = 85 + 1.3$$

$$L_P = 86.3 \text{Pulg}$$

$$k = 4L_P - 6.28\ (D + d) \qquad \textbf{Ecuación 6.43}$$

$$k = 4(86.3) - 6.28\ (12 + 3)$$

$$k = 251$$

$$C = \frac{K + \sqrt{K^2 - 32\,(D-d)^2}}{16} \qquad \textbf{Ecuación 6.44}$$

$$C = \frac{251 + \sqrt{251^2 - 32\,(12-3)^2}}{16}$$

$$C = 31.04\text{Pulg}$$

POTENCIA DE DISEÑO

n = 1.2 Se toma un factor de seguridad de 1.2 ya que la máquina no es peligrosa.

$$H_d = H_{nom} \square K_s * n_d \qquad \textbf{Ecuación 6.45}$$

Dónde:

H_d = Potencia de diseño

H_{nom} = Potencia nominal = H

$K_s = 1.3$ Factor de servicio ver anexo (D) tabla 15

n_d = Factor de seguridad

$$H_d = 2 * 1.3 * 1.2$$

$$H_d = 3.12Hp$$

$$V = \frac{\pi D n}{12} \qquad \textbf{Ecuación 6.46}$$

$$V = \frac{\pi 3(60)}{12}$$

$$V = 47.12\ ft/min$$

POTENCIA NOMINAL CORREGIDA

$$H_a = K_1 * K_2 * H_{tab} \qquad \textbf{Ecuación 6.47}$$

Dónde:

K_1 = factor de corrección del ángulo de cobertura

K_2 = factor de corrección de longitud de banda

H_{tab} = potencia tabulada

$$\Phi d = 2cos^{-1}\left(\frac{D-d}{2C}\right) \qquad \textbf{Ecuación 6.48}$$

$$\Phi d = 2cos^{-1}(\frac{12-3}{2(31.04)})$$

$$\Phi d = 163.43^{o}$$

K_1 = 0.97 ver anexo (D) tabla 16

K_2 = 1.05 ver anexo (D) tabla 17

$H_{tab} \Longrightarrow$ obtenemos ver anexo (D) tabla 18, se toma.

$H_{tabla} = 0.47$ Hp

$$H_a = 0.97 \square 1.05 * 0.47$$

$$H_a = 0.48Hp$$

$$N_b = \frac{H_d}{H_a}$$

$$N_b = \frac{3.12Hp}{0.48Hp}$$

$$N_b = 6.5$$

CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD (n_{fs})

$$n_{fs} = \frac{H_a \square N_b}{H_{nom} \square k_s} \qquad \textbf{Ecuación 6.49}$$

$$n_{fs} = \frac{0.48 \square 6.5}{2 * 1.3}$$

$$\mathbf{n_{fs} = 1.2\ \ Ok}$$

6.6.10 DISEÑO DE LA TOLVA

La tolva es el componente del extrusor de diseño más simple, es el lugar donde se almacena el material a procesar. El material debe ser el suficiente para que se tenga una alimentación constante al sistema y este se mantenga trabajando de manera ininterrumpida.

Figura 6.13. Esquema de la tolva de alimentación
Fuente. [http://www.venezuelaenplastico.com.ve/extrusion.htm]

Para un buen funcionamiento de la tolva se toma como regla general que la garganta de alimentación debe tener un diámetro igual al diámetro nominal del husillo. La altura total de la tolva dependerá del material que se quiera almacenar y a que intervalo se quiere estar llenando nuevamente.

La tolva será diseñada en base a la carga requerida a ser extruido en un determinado tiempo, con el dato del flujo másico de 1064kg/h, para nuestra conveniencia la tolva debe alimentarse 178kg cada 10 minutos.

Cálculo del volumen de la tolva

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad \textbf{Ecuación 6. 50}$$

Datos:

Densidad del barro: 1748 kg/m³

Masa: 178kg

$$V = \frac{178kg}{1748kg/m^3}$$

$$V = 0.10\ m^3$$

Configuración geométrica de la tolva

Usualmente existen tolvas de tipo circular cónica y de tipo plana rectangular cónica, se selecciona la segunda alternativa, por facilitar la construcción y cálculos, el ángulo de inclinación debe ser de 60º con respecto a la vertical, para tener una mejor descarga del material.

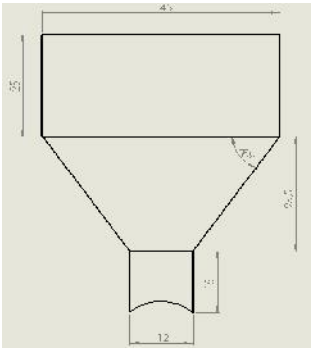


Figura 6.14. Configuración de la tolva

Fuente. [Autor. Hernán Balseca]

Cálculo altura de la tolva

$$tan60° = \frac{h}{16.5cm} \qquad \textbf{Ecuación 6.51}$$

$$h = 28.5\text{cm}$$

La tolva tendrá una dimensión de 45cm x 45cm en la parte superior y una dimensión de 12cm x 12cm en la parte inferior, con lo que obtenemos una altura de 48.5cm mediante cálculos trigonométricos

$$ht = (48.5 + 15)\text{cm}$$

$$\boldsymbol{ht = 63.5cm}$$

Soporte de la tolva

En el caso del soporte de la tolva planteada, será construida con ángulo de acero ASTM A36, la estructura tipo columna soportará el peso de la tolva de acero galvanizado y el peso del material.

6.7 METODOLOGÍA

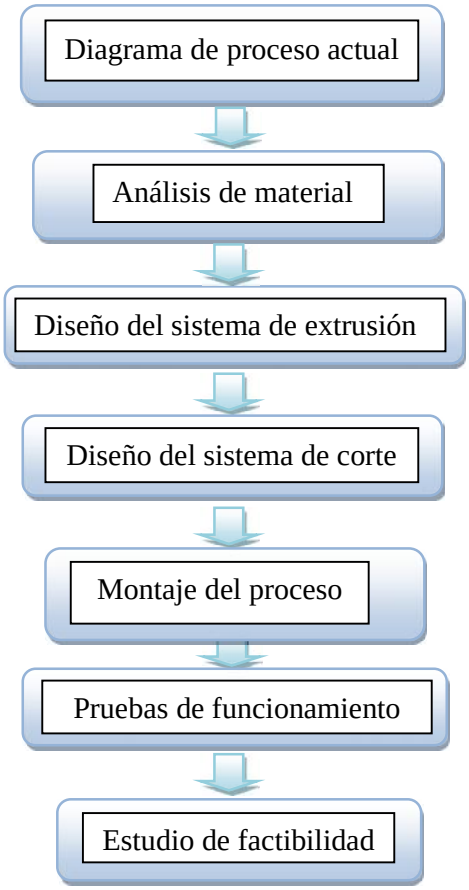


Figura 6.15. Metodología de la tesis

Fuente. [Autor. Hernán Balseca]

En base cálculos de diseño realizados se procedió a la construcción del sistema o máquina semiautomática donde se indica los elementos principales que conforman.

La propuesta de este estudio está enfocada en el diseño y la construcción de la máquina para el proceso de moldeo de ladrillos mediante la utilización de mecanismos, elementos eléctricos y dispositivos de control.

Este sistema está constituido principalmente de siete partes principales que se detallan a continuación.

Figura 6.16. Máquina semiautomática de moldeo de ladrillos
Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.1 Máquina.

La máquina consiste en una base rectangular donde soporta la estructura del cilindro y tolva, así como para el anclaje del motor. La estructura de soporte del cilindro consiste en un grupo de abrazaderas superior e inferior ancladas y fijadas a unas columnas de perfil rectangular. El cilindro fue construido de un tubo de 6pul de diámetro sin costura de alta resistencia mecánica. El gusano extrusor consta de un eje macizo de 2”1/4 y el espiral de platina de espesor 9mm en acero ASTM A-588 Gr A. La tolva consta de una configuración geométrica rectangular plana cónica de acero galvanizado espesor 3mm resistente a la corrosión. Mecanismo de corte consta de una placa que sirve de base y guía para la palanca de corte la misma

que tiene sierras de acero. Elementos eléctricos utilizados para esta máquina tiene moto reductor, contactor, relé térmico paro de emergencia, y selectores. Dispositivos de control tiene un variador de frecuencia, final de carrera, sensor de distancia y controlador lógico programable logo.

6.7.2 CONSTRUCCIÓN

6.7.2.1 Base

Esta base es donde está fijada la estructura de la máquina fue construida de perfil cuadrado de 75mm por un espesor de 4mm en acero AISI 1020, para evitar efectos corrosivos durante su vida útil se da un acabado con fondo y pintura anticorrosiva color azul.

Tabla 6.8 Datos de la base

BASE	
Largo	120cm
Ancho	52.5cm
Materiales	Acero ASTM A-36

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.17. Base para la estructura

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.2.2 Estructura (abrazadera superior e inferior)

La estructura está construida de perfil rectangular de 3.8cm * 2cm ensamblado con una platina de 3.8cm * 0.9cm, la abrazadera inferior tiene en la base 4 agujeros de 11mm de diámetro que sirven para el anclaje con la base, y en la parte superior tiene 4 agujeros de 11mm de diámetro que sirven para sujetar la abrazadera superior estas abrazaderas tienen la configuración del diámetro del cilindro, para evitar efectos corrosivos durante su vida útil se da un acabado con fondo y pintura anticorrosiva color azul.

Tabla 6.9 Datos de la abrazadera inferior.

ABRAZADERA INFERIOR	
Altura	30 cm
Ancho	38mm
Diámetro	84mm
Agujeros	4 Ɵ10mm
Largo	52.5cm
Materiales	Acero ASTM A-36

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.18. Figura de la abrazadera inferior

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

La abrazadera superior está construida por la platina de 3.8cm * 0.9cm con la configuración del diámetro del cilindro, y consta de 4 agujeros de 11mm de diámetro que sirven para anclar con la abrazadera inferior al cilindro, para evitar efectos corrosivos durante su vida útil se da un acabado con fondo y pintura anticorrosiva color azul.

Tabla 6.10 Datos de la abrazadera superior.

ABRAZADERA SUPERIOR	
Diámetro	94mm
Ancho	38mm
Largo	41.7cm
Materiales	Acero ASTM A-36

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.19. Figura de la abrazadera superior.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.2.3 Tolva

La tolva su configuración geométrica está construida de plancha de acero galvanizado ASTM 635 CS para efectos de desgaste, y los soportes son ángulo de 2 pug en acero ASTM A-36, en la parte inferior de cada soporte tiene soldado una placa de ¼ plg con 4 agujeros de 12mm de diámetro para fijar a la base, los ángulos las placas y la parte exterior de la tolva se da un acabado con fondo y pintura anticorrosiva color azul para evitar efectos de corrosión.

Tabla 6.11 Datos de la tolva.

TOLVA	
Altura	68.5cm
Largo	45cm
Ancho	45cm
Angulo inclinación	60º
Garganta	12x12 cm
Materiales	Acero ASTM A 635 CS

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.20. Figura de la tolva.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

Tabla 6.12 Datos de soporte y placa.

SOPORTE Y PLACA	
Altura soporte	100cm
Placa	8x8 cm
Materiales	Acero ASTM A-36

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.21 Soporte y placa.
Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.2.3 Cilindro

El cilindro está construido de un tubo de diámetro interior 15cmm sin costura de acero ASTM 635 CS para efectos de desgaste, en sus extremos está soldado una brida de espesor ¼" de pulg. Con cuatro agujeros de 10mm de diámetro para el anclaje de la tapa y cono extrusor respectivamente, las bridas y la parte externa del cilindro se realiza un acabado con fondo y pintura anticorrosiva color azul para evitar efectos de corrosión.

Tabla 6.13 Datos del cilindro.

CILINDRO	
Diámetro	168mm
Largo	120cm
Agujero	12x12cm
Espesor	6mm
Materiales	Acero ASTM 635 CS

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.22. Del cilindro.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.2.4 Eje y Tornillo extrusor

Este elemento mecánico está construido de un acero AISI 1035 de 2 ¼ pulg de diámetro maquinado en un extremo para los apoyos a una distancia de 41 cm con un diámetro de 50 mm , el gusano o hélice extrusora se realiza de acero ASTM A-588 Gr tiene una longitud de 120cm de largo se fija al eje mediante cordones de soldadura 6011.

Tabla 6.14 Datos del eje tornillo extrusor.

EJE TORNILLO EXTRUSOR	
Diámetro eje	62mm
Largo	170cm
Largo de hélice	120cm
Núm. de hélices	8 unidades
Espesor de hélices	6mm
Materiales	Acero AISI 1035

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.23. Eje tornillo extrusor.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.2.5 Cono extrusor

El Cono extrusor está hecho de un acero ASTM A-36 de espesor 6.3mm soldado en un extremo a una brida de diámetro 21cm con cuatro agujeros de diámetro 11mm, al otro extremo una brida de 15cm de diámetro y cuatro agujeros diámetro 10mm

para sujetar al cilindro y la matriz de moldeo se realiza un acabado con fondo y pintura anticorrosiva color amarillo para evitar efectos de corrosión.

Tabla 6.15 Datos del cono extrusor.

CONO EXTRUSOR	
Garganta 1	17x14cm
Largo	20cm
Garganta 2	11x7cm
Ángulo inclinación	80º
Espesor placa	6.3mm
Materiales	Acero ASTM A-36

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.24 Del cono extrusor.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.2.6 Matriz de moldeo.

La matriz del extrusor está hecho de un acero AISI 1020 de espesor 6.3mm soldado una figura geométrica rectangular de 11x 6.5cm, en un extremo a una brida de diámetro 15cm con cuatro agujeros de diámetro 11mm, al otro extremo una brida de 15cm de diámetro y cuatro agujeros diámetro 10mm para sujetar al cono se realiza un acabado con fondo y pintura anticorrosiva color azul para evitar efectos de corrosión.

Tabla 6.16 Datos matriz de moldeo.

MATRIZ DE MOLDEO	
Altura	11.6cm
Largo molde	122mm
Ancho molde	77mm
Espesor placa	6.3mm
Brida	150mm diámetro
Materiales	Acero ASTM A 588 Gr A

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.25 Matriz de moldeo.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.2.7 Cabezal de corte

El cabezal de corte tiene dos partes el soporte o guía, y el carro móvil, el soporte está hecho de un perfil cuadrado de 7.5 cm y una longitud de 80cm en acero AISI 1020, la guía superior una barra de 20x15mm soldado, la guía lateral una barra redonda de 20mm de diámetro soldado, se realiza un acabado con fondo y pintura anticorrosiva color azul para evitar efectos de corrosión.

Figura 6.26 Mecanismo de corte.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

Tabla 6.17 Datos cabezal de corte.

CABEZAL DE CORTE	
Perfil cuadrado	7.5cm
Guía eje	20mm
Guía barra	20x15mm
Ángulo	L5X5X3
Largo	80cm
Agujeros	12mm diam
Materiales	Acero AISI 1020

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.27 Cabezal de corte.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

El carro móvil tiene dos placas de acero AISI 1020 de espesor 5mm soldado dando una forma de L con ángulo de 90 grados en el vértice consta de cuatro rodamientos 608 para la guía superior, y dos ruedas de configuración cóncava para la guía lateral sujetada por dos rodamientos para el deslizamiento normal la que permite realizar la carrera de 50cm se realiza un acabado con fondo y pintura anticorrosiva color azul para evitar efectos de corrosión.

Tabla 6.18 Datos carro móvil de corte.

CARRO MÓVIL DE CORTE	
Garganta 1	17x14cm
Largo	20cm
Garganta 2	11x7cm
Ángulo inclinación	80º

Espesor placa	6.3mm
Materiales	Acero AISI 1020

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.28 Carro móvil de para corte.

Fuente: [Por Autor. Hernán BALSECA]

6.7.2.8 Palanca de corte

La palanca de corte consta de un mango de apoyo manual en perfil redondo de sección hueca de 20mm de diámetro, tiene un mecanismo de bisagra por medio de resortes apoyada en dos chumaceras en los extremos del cabezal, el corte se realiza mediante unas cintas dentadas en acero templado. (Acero de herramienta).

Tabla 6.19 Datos palanca de corte.

PALANCA DE CORTE	
Largo	80cm
Ancho	35cm
Altura de corte	10cm
Diámetro eje	20mm
Diámetro perfil	20mm
Materiales	Acero AISI 1020

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.29 Palanca de corte.

Fuente: [Por Autor. Hernán BALSECA]

6.7.2.9 Estructura

La estructura está hecha de perfil rectangular de 20x40mm en acero AISI 1020, para el deslizamiento de la masa de arcilla se utiliza una lámina de acero galvanizado de 2mm de espesor a todo esto se realiza un acabado con fondo y pintura anticorrosiva color amarillo para evitar efectos de corrosión.

Tabla 6.20 Datos palanca de corte.

ESTRUCTURA MESA DE CORTE	
Largo	80cm
Ancho	30cm
Altura	25cm
Soporte placa	25x100x5mm
Perfil	20x38mm
Materiales	Acero ASTM A-36

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.30 Estructura soporte mesa.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.2.10 Tapa der protección para las bandas del motor

La tapa está hecha de perfil plancha de acero galvanizado 2mm de espesor en ASTM 635 CS, para el protección de bandas y poleas, a todo esto se realiza un acabado con fondo y pintura anticorrosiva color azul para evitar efectos de corrosión.

Tabla 6.20 Datos palanca de corte.

TAPA DE PROTECCIÓN DE BANDAS	
Largo	72cm
Ancho	32cm

Altura	8cm
Materiales	Acero ASTM 635

Elaborado por: Hernán Balseca

Figura 6.30 Estructura soporte mesa.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL

6.7.3.1 Moto reductor

El motoreductores el elemento eléctrico que va a generar el movimiento del tornillo su potencia es de 2hp potencia de diseño requerida para mover la masa de barro tiene una caja reductora para que no exista pérdidas de torque.

Figura 6.31 Motoreductor de 2hp.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.3.2 Variador de frecuencia

Se utilizó para controlar el número de rpm del motor reductor en nuestro caso las revoluciones a las que va operar el gusano extrusor, también se utiliza para el arranque del motor con energía de 220V. Por medio del variador completamos la tercera fase del motor trifásico.

Figura 6.32 Variador de frecuencia.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.3.4 Sensor fotoeléctrico de distancia

Este tipo de sensor se utilizó para la distancia a la cual debe dar la señal que pare el tornillo y se pueda realizar el proceso de corte de la masa de barro.

Figura 6.34 Sensor de distancia.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.3.5 Final de carrera

Este dispositivo eléctrico es el encargado de dar la señal de reinicio del movimiento del tornillo después del proceso de corte de la masa de barro

Figura 6.35 Final de carrera.

Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.3.6 Selector

En nuestro caso se utilizó el selector de dos posiciones se utiliza lograr contralar el motor eléctrico industrial por medio de su arrancador magnético encendido y apagado.

También se utilizó para activar el mecanismo de corte.

Figura 6.36 Selector On - Off.
Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.3.7 Contactor y relé térmico

Este dispositivo eléctrico se utilizó para automatizar fácilmente el arranque y paro del motor en la máquina y su térmico para la seguridad en caso de sobrecargas de amperaje.
Esta característica nos permite garantizar las conexiones confiables y seguras en la máquina.

Figura 6.37 Relé térmico y contactor.
Fuente: [Por Autor. Hernán Balseca]

6.7.4 CONEXIONES ELÉCTRICAS

Las conexiones eléctricas de este sistema se dividen en dos grupos que son:

- Conexiones eléctricas de potencia.
- Conexiones eléctricas de control.

6.7.4.1 Conexiones eléctricas de potencia

Arranque / parada del motor: este circuito controla el accionamiento del motor eléctrico así como la variación de la velocidad angular del tornillo extrusor. Adicionalmente cuenta con un sistema que protege al motor frente a posibles sobrecargas eléctricas. Dentro de este grupo se encuentran los siguientes elementos: pulsador ON/OFF, contactor, protección del motor con selector térmico de amperaje y variador de frecuencia.

Diagrama de Potencia

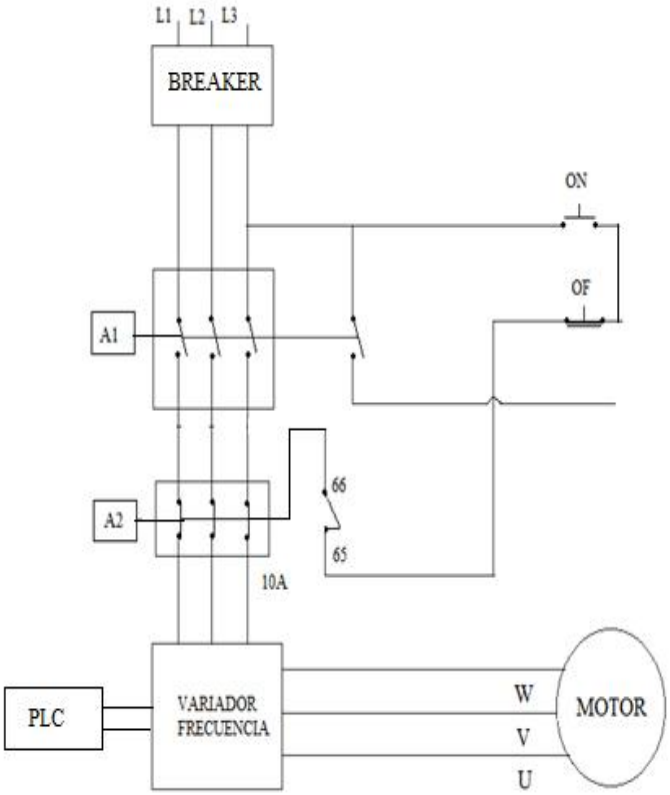


Figura 6.38 Diagrama eléctrico de potencia.

[Fuente: Máquina]

Elaborado por: [Autor. Hernán Balseca]

6.7.4.2 Conexiones eléctricas para el control

Diagrama de control

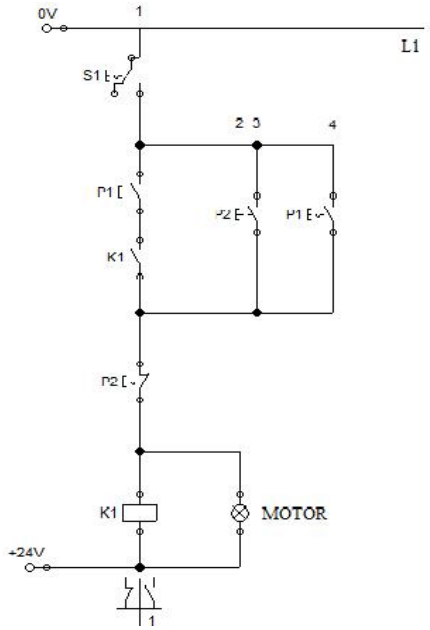
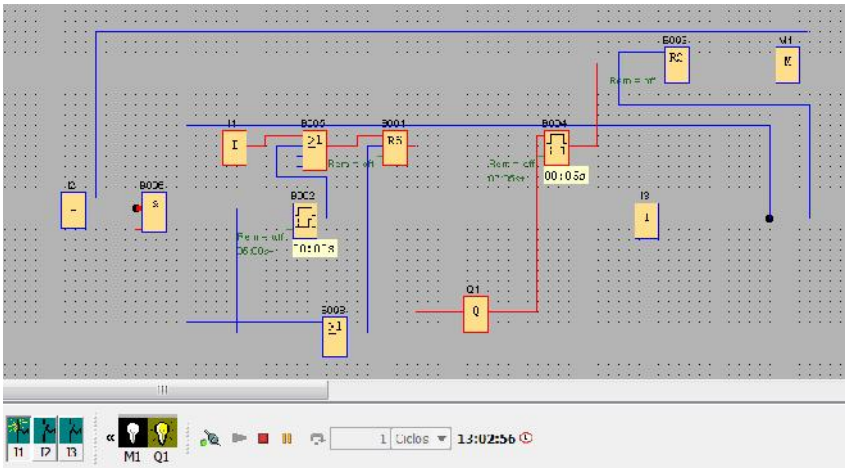


Figura 6.38 Diagrama eléctrico de control.

[Fuente: Máquina]

Elaborado por: [Autor. Hernán Balseca]

Programación logo siemens 230RC



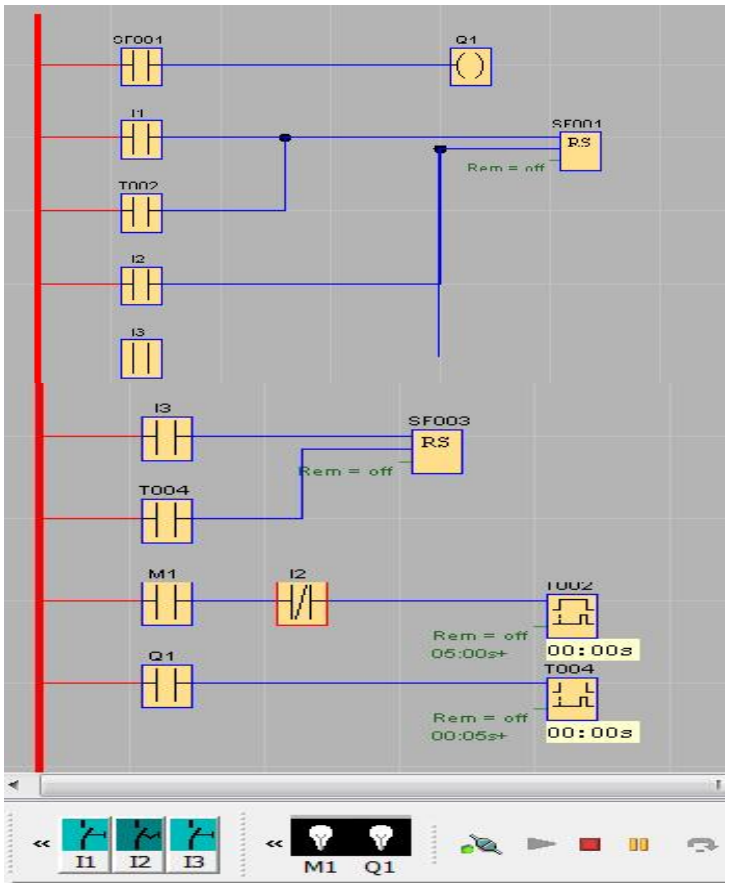


Figura 6.39 Diagrama de programación Plc.

[Fuente: software Logo]

Elaborado por: [Autor. Hernán Balseca]

6.8 ADMINISTRACIÓN

6.8.1 montaje de la máquina de moldeo y sistema de corte.

- Ubicar y fijar la estructura con pernos de acuerdo a la orientación de los planos
- Colocar sobre la estructura el cilindro y montar el eje-gusano para posteriormente fijar con las abrazaderas y pernos
- Colocar la tolva y fijar los soportes a la base y la garganta de la tova al cilindro
- Colocar el cono extrusor bridado junto a la boca del cilindro y anclar con pernos
- Colocar y fijar la matriz de moldeo al cono extrusor y anclar con pernos
- Instalar el cabezal de corte a la salida de la matriz de moldeo fijar adecuadamente para iniciar con las pruebas de operación.
- Calibrar la distancia del sensor para el corte de dos ladrillos.

6.8.2 Pasos para realizar pruebas de funcionamiento

A continuación se describen los pasaos que se deben seguir para la realización de las pruebas de funcionamiento.

1. Preparar el material adecuado para poder empezar con el ensayo, es decir que la mezcla este homogénea y con 20% de humedad.
2. Arrancar la máquina de moldeo en vacío.
3. Empezar a llenar en la tolva de material preparado (homogenizado).
4. Esperar un intervalo un tiempo hasta que el material empiece a salir a una velocidad constante por el molde a través de una configuración rectangular.
5. Esperar que el sensor detecte a la distancia calibrada y envié la señal al logo a detener el tornillo.

6. Realizar el movimiento vertical de la palanca de corte y mover el cabezal hacia la derecha para que inicie el nuevo ciclo.
7. Trasladar y ordenar los dos bloques cortados en cada ciclo para su secado.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

6.9.1 Características técnicas

Los datos específicos de la moldeadora de ladrillos como (tensión, frecuencia, voltaje y otros datos de interés), se encuentran en la **Etiqueta de Identificación** que se encuentra tanto en la portada de este manual como en la propia máquina.

- Antes de proceder a la limpieza de la máquina o realizar cualquier mantenimiento desconéctela siempre de la red.
- La máquina se la debe colocar sobre una superficie de concreto para comodidad de las personas involucradas en el funcionamiento de la misma.

Tabla 6.21 Datos placa de la máquina.

MODELO	**Moldeadora de ladrillo**
Capacidad	280 ld/h
Dimensiones (cm)	90x250x100
Peso neto (kg)	200 Kg
potencia requerida	2.00 $\frac{50x100}{Hp}$
Seguridad	Protección cerrada del mecanismo
Voltaje	220V trifásico
Frecuencia	60 Hz
Amperaje	9Amperios

Elaborado por: Hernán Balseca

6.9.2 Plan de mantenimiento

Para tener un correcto funcionamiento de la máquina es necesario dar un adecuado mantenimiento preventivo, a continuación se describe el siguiente plan de mantenimiento.

- Antes de proceder a la realizar cualquier mantenimiento se debe desconectar la máquina de la red.
- En toda la estructura de la máquina está empernada la cual es de fácil desmontaje para poder realizar el mantenimiento de las partes y mecanismos, así como el circuito de potencia y control.
- Es recomendable realizar una revisión del mecanismo cada 2 meses.
- El mecanismo debe estar correctamente lubricado para un correcto funcionamiento.
- Se debe controlar el aceite en la caja reductora del motor.
- Cambio de aceite en el reductor cada 8000h de funcionamiento.
- Limpiar los contactos y borneras del tablero eléctrico c/mes.
- Chequear estado de tención de las bandas c/mes.

6.9.3 Recomendaciones de limpieza

- Se recomienda realizar una limpieza después cada utilización de la máquina.

- Esta limpieza se la puede realizar quitando el molde y el cono se puede realizar una inspección del gusano ubicado en el interior del cilindro, los cuales están sujetados por pernos.
- La limpieza se la debe realizar con agua a una determinada presión de 20psi y luego montar el cono y molde.
- Limpiar las guías del carro móvil y las sierras de corte.
- Limpiar el tablero eléctrico con aire comprimido, quitar la alimentación de la máquina,
- Limpiar el ventilador y aletas del moto reductor.

7. MATERIALES DE REFERENCIA

7.1 BIBLIOGRAFÍA:

LIBROS:

1. AVALLONE EUGENE A. (1995), *Marks Manual del Ingeniero Mecánico. McGraw-Hill Interamericana.*

2. BARBARÁ FERNANDO Z. (1989), *Materiales y Procedimientos de Construcción. Editorial Herrero S.A.*

3. BEER, FERDINAND P. JOHNSTON JR. E RUSSELL (1993), *Mecánica de Materiales. México McGraw-Hill.*

4. BUDYNAS RICHARD G. Y J KEITH NISBETT (2008), *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. México. México Editorial (736)*

5. CATÁLOGO. (2010), *Productos de Automatización y Control industrial. Versión (1-2010).*

6. CATÁLOGO. (2006), *Escuelas de Soldadura AGA.*

7. CATÁLOGO. (2010), *Múltiples aplicaciones del acero en la construcción IPAC.*

8. CATÁLOGO. *Principios para la Selección y Aplicación de los Rodamientos SKF.*

9. CARRILLO JORGE (2004), *Estudio Subsectorial del Ladrillo de Chambo. Chambo- Chimborazo. Ilustre Municipio del Cantón Chambo.*

10. FARADAY MICHAEL, *On Electrical Decomposition, Philosophical Transactions of the Royal Society, 1834.*

11. GERE JAMES M. (2002), *Mecánica de materiales. México. Thomson Editorial.*

12. GARCÍA RAFAEL D. (1999), *Manual de Fórmulas de Ingeniería. México. LIMUSA.*

13. HILBBELER. R.C. (1996), *Ingeniería Mecánica Estática. México. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A*

14. KNIZEK, (1990), *Fábricas de ladrillos perfil de una Industria Nueva York, Organización de las naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.*

15. LARBURU NICOLÁS ARRIZABALAG (2004), *Máquinas Prontuario. Técnicas máquinas herramientas. Madrid: Thomson Editores. ISBN 84-283-1968-5.*

16. MOTT ROBERT L. (1995), *Diseño de Elementos de Máquinas. México. Prentice Hall Hispanoamericana S.A.*

17. FRANCO G. MORENO (1991), *El Ladrillo en la construcción. España. Editorial CEAC.*

18. GALO NARANJO (2004), *Tutoría de la Investigación Científica. Ecuador. Quito. Isaac Alberniz Editores (E-25).*

19. SABINO CARLOS A. (1996), *Como hacer una Tesis. Colombia. Bogotá. Panamericana Editorial*

20. VELASTEGUÍ, ENRIQUE. *Estudio sobre el proceso de elaboración del pan en los sectores rurales (pinllo) y la factibilidad de reducir costos y tiempo de producción (Tesis Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica, Universidad Técnica De Ambato, 2010).*

Direcciones Electrónicas

21. DANAE, ROBERT. *Arcilla, www.eswikipedia.org/wiki/Arcilla, Enero, 2011.*

22. CHAVEZ, DIEGO. *Propiedades de la arcilla, www.arqhys.com/arcilla-propiedades.html, Marzo, 2011.*

23. GARCÍA, E. SUAREZ, *Las arcillas: propiedades y usos", www.uclm.es/users/higueras/yymm/arcillas.htm. Marzo, 2011*.

24. ELÍAS, X. *La fabricación de los materiales cerámicos, www.cnpml.org/html/archivos/ponencias-ID58. pdf, Abril, 2011.*

25. ZAMORA. *Etimología de extrusión.www.etimologias.dechile.net/?extrusión. Mayo, 2012.*

26. VELA, J. *Hacia la construcción de una red de trabajadores de la producción artesanal de ladrillos".www.fcs.edu.uy/vconmedio/jornadas_ext/ladrilleros. htm, Junio, 2012.*

ANEXOS

ANEXO A: Planos

ANEXO B: Ficha de observacion ,cuestionario, registro.

ANEXO C: Parametros de diseño del extrusor.

ANEXO D: Tablas de condiciones para diseño de elementos macánicos.

ANEXO E: Tablas de especificaciones para soldadura.

ANEXO F: Tablas de materiales de acero utilizados para la construcción de la máquina.

ANEXO G: Instrumentos utilizados para el control.

ANEXO H: Instrumentos utilizados para circuito de potencia.

ANEXO B1

REGISTRO DE OBSERVACION

Objetivo del registro.- El presente registro tiene por objetivo recolectar informacion de los productores de ladrillos del canton Chambo, sobre la importancia de la aplicación de un sistema semiautomático para reducir el tiempo de elaboración del proceso de moldeo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA MECÁNICA				
REGISTRO DE OBSERVACIÓN				
Ejecutor:				
Fecha de aplicación:				
Lugar:				
Nº Item	Acciones a evaluar en proseso manual	**Registro**		**Observación**
		si	**no**	
1	El sistema de moldeo utilizado ofrece comodidad al operario para realizar el trabajo.			
2	El sistema de moldeo permite mantener calidad dimencional en el producto.			
3	El proceso utilizado resulta fácil y rápido.			
4	Se cuenta con moldes y herramientas necesarias.			
5	El operario conoce los parámetros de trabajo adecuados.			

Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

1.1 Diferencia entre el ladrillo elaborado de forma manual vs forma semiautomática

	Muestra	Aceptado	Desechado
1.1.1 Manual			
1.1.2 Automático			

1.2 Tiempo que toma en moldear un lote de 100 unidades de ladrillos entre el proceso manual vs forma semiautomática

	Muestra	Tiempo en minutos
1.1.1 Manual		
1.1.2 Automático		

ANEXO B2

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

[ELABORADO Por: Autor Hernán Balseca]

Fecha de aplicación :							
Lugar :							
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA MECÁNICA							
Caracteristicas del ladrillo elaborado de forma manual y automático							
Nº lote De 135 unidades	Acciones a evaluar						
	Varaiacion de la dimensión en unidades			Compactación Bueno (u)	Textura Bueno (u)	Unidades Aceptado	Unidades recahazado
	Ancho 11 cm ± 3mm	Largo 24cm ±5mm	Espesor 6.5cm ±3mm				
Lote 1							
Lote 2							
Lote3							
Observaciones :							

1.4 Selección de tipos de control adecuados para operar la máquina que realize el trabajo de moldeo?

1.4.1	Manuales	☐
1.4.2	Mecánicos	☐
1.4.3	Eléctricos	☐
1.4.4	Hidráulicos	☐

1.5 Selección de tipo de mantenimiento adecuado para este tipo de máquina

1.5.1	Diario	☐
1.5.2	Semanal	☐
1.5.3	Mensual	☐
1.5.4	Trimestral	☐
1.5.5	Semestral	☐
1.5.6	Anual	☐

REGISTRO DE OBSERVACION

Objetivo del registro.- El presente registro tiene por objetivo recolectar informacion de los productores de ladrillos del canton Chambo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA MECÁNICA		
REGISTRO DE OBSERVACIÓN		
Ejecutor: Egresado Hernán Balseca		
Fecha de aplicación: Enero 2012		
Lugar: Cantón Chambo provincia de Chimborazo		
Nº Item	Acciones a evaluar	Observación directa
1	Materia prima para los ladrillos	Arcilla
2	Geometria del ladrillo	Rectangular
3	Tipos de ladrillos elaborados	Macizo y hueco
4	Aglutinante que utiliza	Aserrín y agua
5	Proceso de elaboracion	Continuo
6	Caracteristicas producto final del proceso de moldeo	Peso , volumen , densidad

Elaborado por: [Autor Hernán Balseca]

ANEXO B3

CUESTIONARIO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA MECÁNICA

ENCUESTA AL PRODUCTOR-MICROEMPRESARIO

Objetivo de la encuesta .- La presente encuesta tiene por objetivo recolectar información del personal de la industria artesanal San Juan del Cantón Chambo, sobre la importancia de aplicación de un sistema semiautomático para reducir el tiempo de elaboración del proceso de moldeo.

Recomendación :

Estimado productor, la veracidad en sus respuestas permitirá al investigador desarrollar un trabajo real y efectivo.

Señale con una x la respuesta que usted considere.
Agradesemos su colaboración y garantizamos absoluta reserva de su identificación.

Fecha ……..

Desarrollo

1. Preguntas de selección multiple

1.1¿Estaría dispuesto a facilitar la información requerida para el mejoramiento del proceso de moldeo?

1.1.1	Si	☐
1.1.2	No	☐

1.2¿Qué cantidad de ladrillos produce esta microempresa en una jornada diaria de 8 horas?

1.2.1	De 1 a 500	☐
1.2.2	De 500 a 1000	☐
1.2.3	De 100 a 1500	☐
1.2.2	De 1500 o más	☐

1.3¿Con cuantas personas trabaja en el proceso de moldeo de ladrillos en su ladrillera artesanal?

1.3.1 1 persona ☐

1.3.2 2 persona ☐

1.3.3 3 persona ☐

1.3.4 o más ☐

1.4¿Dentro de la producción que tipo de ladrillo es el más requerido en el mercado de la construcción?

1.4.1 Masizo ☐

1.4.2 Hueco ☐

1.4.3 Otro tipo ☐

1.5¿Cuáles son los gastos económicos por etapas e Indique el costo de un ladrillo terminado.? (GASTOS POR DIA para un lote aproximado de unidades /dia)

1.9.1 Materia prima ☐

1.9.2 Amasado ☐

1.9.3 Salario por moldeo ☐

1.9.3 Horneado ☐

1.9.4 Precio c/u ☐

CUESTIONARIO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA MECÁNICA

ENCUESTA AL Operario – Trabajador

Objetivo de la encuesta .- La presente encuesta tiene por objetivo recolectar información del personal de la industria artesanal San Juan del Cantón Chambo, sobre la importancia de aplicación de un sistema semiautomático para reducir el tiempo de elaboración del proceso de moldeo.

Recomendación :

Estimado empleado , la veracidad en sus respuestas permitirá al investigador desarrollar un trabajo real y efectivo.

Señale con una x la respuesta que usted considere.
Agradesemos su colaboración y garantizamos absoluta reserva de su identificación.

Fecha ……..

Desarrollo

1. Preguntas de selección multiple

1.6¿Qué nivel de esfuerzo considera que realiza el persnal que elabora específicamente en el moldeo?

1.8.1	Alto	☐
1.8.2	Medio	☐
1.8.3	Mínimo	☐

1.7¿Considera usted importante contar con un mecanismo automático para el proceso de moldeo?

1.3.1	Si	☐
1.3.2	No	☐

1.8¿Qué medidas tiene el ladrillo procesado en esta ladrillera, espesifique largo, ancho, espesor en cmm?

		Largo	Ancho	Espesor
1.8.1	Masizo	☐	☐	☐
1.8.2	Hueco	☐	☐	☐
1.8.3	Otro tipo	☐	☐	☐

1.9¿Qué posicion se adaptaria para operar la máquina durante el proceso de moldeo?

1.9.1	Pie	☐
1.9.2	Sentado	☐

ANEXO C:

TABLAS DE PARÁMETROS PARA SELECCIÓN DEL EXTRUSOR

Tabla 1: Clasificación del marerial a extruir.

Major Class	Material Characteristics Included		Code Designation
Density	Bulk Density, Loose		Actual Lbs/FC
Size	Very Fine	No. 200 Sieve (.0029") And Under	A_{200}
		No. 100 Sieve (.0059") And Under	A_{100}
		No. 40 Sieve (.016") And Under	A_{40}
	Fine	No. 6 Sieve (.132") And Under	B_6
	Granular	½" And Under (6 Sieve to ½")	$C_{½}$
		3" And Under (¼ to 3")	D_3
		7" And Under (3" to 7")	D_7
	Lumpy	16" And Under (0" to 16")	D_{16}
		Over 16" To Be Specified X=Actual Maximum Size	D_X
	Irregular	Stringy, Fibrous, Cylindrical, Slabs, Etc.	E
Flowability	Very Free Flowing		1
	Free Flowing		2
	Average Flowability		3
	Sluggish		4
Abrasiveness	Mildly Abrasive		5
	Moderately Abrasive		6
	Extremely Abrasive		7
Miscellaneous Properties Or Hazards	Builds Up and Hardens		F
	Generates Static Electricity		G
	Decomposes — Deteriorates in Storage		H
	Flammability		J
	Becomes Plastic or Tends to Soften		K
	Very Dusty		L
	Aerates and Becomes a Fluid		M
	Explosiveness		N
	Stickiness — Adhesion		O
	Contaminable, Affecting Use		P
	Degradable, Affecting Use		Q
	Gives Off Harmful or Toxic Gas or Fumes		R
	Highly Corrosive		S
	Mildly Corrosive		T
	Hygroscopic		U
	Interlocks, Mats or Agglomerates		V
	Oils Present		W
	Packs Under Pressure		X
	Very Light and Fluffy — May Be Windswept		Y
	Elevated Temperature		Z

Tabla 2: Codigos del material

Material	Weight lbs. per cu. ft.	Material Code	International Bearing Selection	Component Series	Mat'l Factor F_m	Trough Loading
Charcoal, Lumps	18-29	D3-45Q	H	2	1.4	30A
Chocolate, Cake Pressed	40-45	D3-25	S	2	1.5	30A
Chrome Ore	125-140	D3-36	H	3	2.5	30B
Cinders, Blast Furnace	57	D3-36T	H	3	1.9	30B
Cinders, Coal	40	D3-36T	H	3	1.8	30B
Clay (See Bentonite, Diatomaceous Earth, Fuller's Earth, Kaolin & Marl)	—	—	—	—	—	—
Clay, Ceramic, Dry, Fines	60-80	A100-35P	L-S-B	1	1.5	30A
Clay, Calcined	80-100	B6-36	H	3	2.4	30B
Clay, Brick, Dry, Fines	100-120	C/I-36	H	3	2.0	30B
Clay, Dry, Lumpy	60-75	D3-35	H	2	1.6	30A
Clinker, Cement (See Cement Clinker)	—	—	—	—	—	—
Clover Seed	45-48	B6-25N	L-S-B	1	.4	45
Coal, Anthracite (River & Culm)	55-61	B6-35TY	L-S	2	1.0	30A
Coal, Anthracite, Sized-½"	49-51	C/I-25	L-S	2	1.0	45
Coal, Bituminous, Mined	40-60	D3-35LNXY	L-S	1	.9	30A
Coal, Bituminous, Mined, Sized	45-50	D3-35QV	L-S	1	1.0	30A
Coal, Bituminous, Mined, Slack	43-50	C/I-45T	L-S	2	.9	30A
Coal, Lignite	37-45	D3-35T	H	2	1.0	30A
Cocoa Beans	30-45	C/I-25Q	L-S	1	.5	45
Cocoa, Nibs	35	C/I-35	H	2	.6	45
Cocoa, Powdered	30-35	A100-45KY	S	1	.9	30A
Cocoanut, Shredded	20-22	E-45	S	2	1.6	30A
Coffee, Chaff	20	B6-35MY	L-S	1	1.0	45
Coffee, Green Bean	25-32	C/I-25PQ	L-S	1	.5	45
Coffee, Ground, Dry	25	A40-35P	L-S	1	.6	30A
Coffee, Ground, Wet	35-45	A40-45X	L-S	1	.6	30A
Coffee, Roasted Bean	20-30	C/I-25PQ	S	1	.4	45
Coffee, Soluble	19	A40-35PUY	S	1	.4	45
Coke, Breeze	25-30	C/I-37	H	3	1.2	15
Coke, Loose	23-35	D7-37	H	3	1.2	15
Coke, Petrol, Calcined	35-45	D7-37	H	3	1.3	15
Compost	30-50	D7-45TV	L-S	3	1.0	30A
Concrete, Pre-Mix Dry	85-120	C/I-36U	H	3	3.0	30B
Copper Ore	120-150	DX-36	H	3	4.0	30B
Copper Ore, Crushed	100-150	D3-36	H	3	4.0	30B
Copper Sulphate, (Bluestone)	75-90	C/I-35S	L-S	2	1.0	30A
Copperas (See Ferrous Sulphate)	—	—	—	—	—	—
Copra, Cake Ground	40-45	B6-45HW	L-S-B	1	.7	30A
Copra, Cake, Lumpy	28-30	D3-35HW	L-S-B	2	.8	30A
Copra, Lumpy	22	E-35HW	L-S-B	2	1.0	30A
Copra, Meal	40-45	B6-35HW	H	2	.7	30A
Cork, Fine Ground	5-15	B6-35JNY	L-S-B	1	.6	30A
Cork, Granulated	12-15	C/I-35JY	L-S-B	1	.5	30A
Corn, Cracked	40-50	B6-25P	L-S-B	1	.7	45
Corn Cobs, Ground	17	C/I-25Y	L-S-B	1	.6	45
Corn Cobs, Whole"	12-15	E-36	L-S	2		30A
Corn Ear"	56	E-35	L-S	2		30A
Corn Germ	21	B6-35PY	L-S-B	1	.4	30A
Corn Grits	40-46	B6-35P	L-S-B	1	.6	30A
Cornmeal	32-40	B6-35P	L-S	1	.5	30A
Corn Oil, Cake	25	D7-45HW	L-S	1	.6	30A
Corn Seed	45	C/I-35PQ	L-S-B	1	.4	45
Corn Shelled	45	C/I-25	L-S-B	1	.4	45
Corn Sugar	30-35	B6-35PU	S	1	1.0	30A
Cottonseed, Cake, Crushed	40-45	C/I-45HW	L-S	1	1.0	30A

Tabla 3. Factor de paso.

Special Conveyor Pitch Capacity Factor CF_1		
Pitch	Description	CF_1
Standard Short Half Long	Pitch = Diameter of Screw Pitch = ¾ Diameter of Screw Pitch = ½ Diameter of Screw Pitch = 1½ Diameter of Screw	1.00 1.50 2.00 0.67

Tabla 4. Factor de capacidad de carga.

Special Conveyor Flight Capacity Factor CF_2			
Type of Flight	Conveyor Loading		
	15%	30%	45%
Cut Flight Cut & Folded Flight Ribbon Flight	1.95 N.R.* 1.04	1.57 3.75 1.37	1.43 2.54 1.62

*Not recommended
**If none of the above flight modifications are used: $CF_2 = 1.0$

Tabla 5.Factor de hélices.

Special Conveyor Mixing Paddle Capacity CF_3					
Standard Paddles at 45° Reverse Pitch	Paddles Per Pitch				
	None	1	2	3	4
Factor CF_3	1.00	1.08	1.16	1.24	1.32

Tabla 6: Capacidades para diferentes tamaños de tornillos extrusores

Trough Loading		Screw Dia. Inch	Capacity Cubic Feet Per Hour (Full Thick)		Max. RPM
			At One RPM	At Max RPM	
45%		4	0.62	114	184
		6	2.23	365	165
		9	6.20	1270	135
		10	11.40	1710	150
		12	19.40	2820	145
		14	31.20	4370	140
		16	46.70	6060	130
		18	67.60	8120	120
		20	93.70	10300	110
		24	164.00	16400	100
		30	323.00	29070	90
30% A		4	0.41	53	130
		6	1.49	150	120
		9	6.46	645	100
		10	7.67	720	95
		12	12.90	1160	90
		14	20.80	1770	85
		16	31.20	2500	80
		18	45.00	3360	75
		20	62.80	4370	70
		24	109.00	7100	65
		30	216.00	12960	60
30% B		4	0.41	29	72
		6	1.49	90	60
		9	6.46	300	55
		10	7.60	418	55
		12	12.90	645	50
		14	20.80	1040	50
		16	31.20	1400	45
		18	45.00	2025	45
		20	62.80	2500	40
		24	109.00	4360	40
		30	216.00	7560	35
15%		4	0.21	15	72
		6	0.75	45	60
		9	2.72	150	55
		10	3.80	210	55
		12	6.40	325	50
		14	10.40	520	50
		16	15.60	700	45
		18	22.50	1010	45
		20	31.20	1250	40
		24	54.60	2180	40
		30	108.00	3780	35

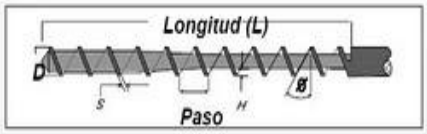
Tabla 7. Índices de flujo m y n

Material	m_0	n	Temperature range (°C)	Moisture range (%)	A (K)	B ($1/\%M_{DB}$)	Reference
Cooked cereal dough (80% corn grits, 20% oat flour)	78.5	0.51	67–100	25–30	2500	−7.9[a]	Harper et al., 1971
Pregelatinized corn flour	36.0	0.36	90–150	22–35	4390	−14	Cervone and Harper, 1978
Soy grits	0.79	0.34	35–60	32	3670	—	Remsen and Clark, 1978
Hard wheat dough	1,885	0.41	35–52	27.5–32.5	1800	−6.8	Levine, 1982
Corn grits	28,000	≈0.5	177	13	—	—	Van Zuilichem et al., 1974
	17,000	≈0.5	193	13	—	—	
	7,600	≈0.5	207	13	—	—	
Full-fat soybeans	3,440	0.3	120	15–30	—	—	Fricke et al., 1977
Moist food product	223	0.78	95	35	—	—	Tsao et al., 1978
Pregelatinized corn flour	17,200	0.34	88	32	—	—	Harmann and Harper, 1974
Sausage emulsion	430	0.21	15	63	—	—	Toledo et al., 1977
Semolina flour	20,000	0.50	45	30	—	—	Nazarov et al., 1971
Defatted Soy	110,600	0.05	100	25	—	—	Jao et al., 1978
	15,900	0.40	130	25	—	—	
	671	0.75	160	25	—	—	
	78,400	0.13	100	28	—	—	
	23,100	0.34	130	28	—	—	
	299	0.65	160	28	—	—	
	28,800	0.19	100	35	—	—	
	28,600	0.18	130	35	—	—	
	17,800	0.16	160	35	—	—	
Wheat flour	4,450	0.35	33	43	—	—	Launay and Bure, 1973
Defatted soy dough	1,210	0.49	54	25	—	—	Luxenburg et al., 1985
	868	0.45	54	50	—	—	
	700	0.43	54	75	—	—	
	1,580	0.37	54	85	—	—	
	2,360	0.31	54	100	—	—	
	2,270	0.31	54	110	—	—	

Tabla 8. Tipos de tornillos para alimentación

Conveyor Diameter Factor, F_d			
Screw Diameter Inches	Factor F_d	Screw Diameter Inches	Factor F_d
4	12.0	16	106.0
6	18.0	18	135.0
9	31.0	20	165.0
10	37.0	24	235.0
12	55.0	30	360.0
14	78.0	36	520.0

Tabla 8. Configuracion de un extrusor



S	ancho del filete	Entre 0.08D – 0.12D
P	paso o ancho de canal	Distancia horizontal entre los centros de dos filetes consecutivos.
D	diámetro	Distancia máxima entre los topes de los filetes del tornillo
H	profundidad del canal	Distancia perpendicular desde el tope del filete hasta la superficie del canal
Ø	ángulo de hélice	Cuando el paso = D, el ángulo es 17.7°

ANEXO D.

TABLAS DE CONDICIONES PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS MECÁNICOS

Tabla 1. Diametros para cojinetes de bolas d 3- 15mm

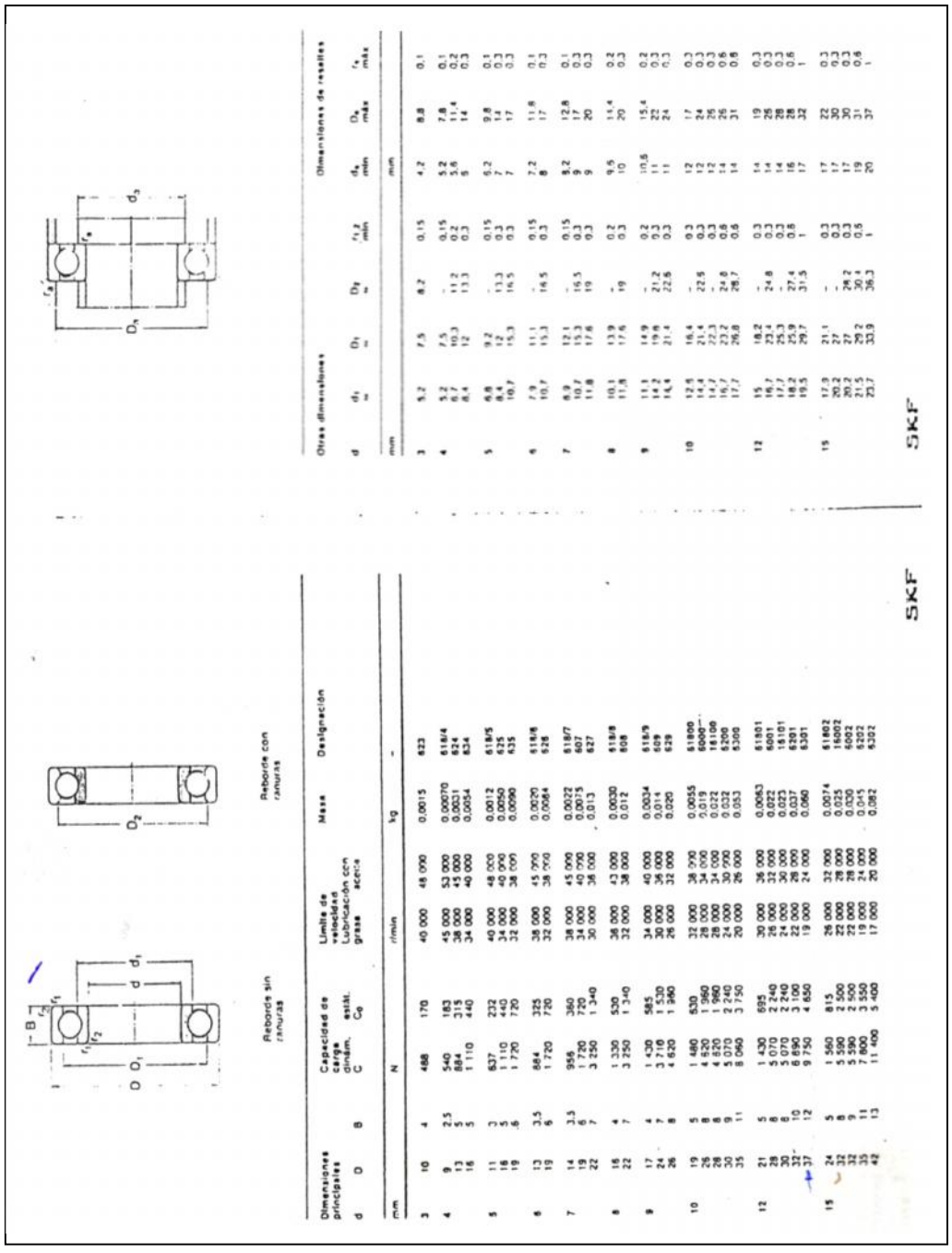


Tabla 2. Diametros para cojinetes de bolas d 17- 40mm

Rodamiento sin ranuras

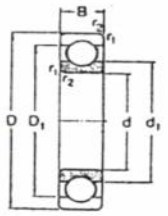
Rodamiento con ranuras

Dimensiones principales			Capacidad de carga dinám.	estát.	Límite de velocidad Lubricación con grasa	aceite	Masa	Designación
d	D	B	C	C_0	r/min		kg	-
17	26	5	1 660	930	24 000	30 000	0,0067	61803
	35	8	6 050	2 800	19 000	24 000	0,037	16003
	35	10	6 050	2 800	19 000	24 000	0,049	16003
	40	12	9 360	4 500	17 000	20 000	0,065	6203
	47	14	13 500	6 550	16 000	19 000	0,12	6303
	62	17	22 900	11 800	12 000	15 000	0,27	6403
20	32	7	2 650	1 400	19 000	24 000	0,018	61804
	42	8	7 020	3 400	17 000	20 000	0,050	16004
	42	12	9 360	4 500	17 000	20 000	0,069	6004
	47	14	12 700	6 200	15 000	18 000	0,11	6204
	52	15	15 900	7 800	13 000	16 000	0,14	6304
	72	19	30 700	16 000	10 000	13 000	0,40	6404
25	37	7	3 120	1 960	17 000	20 000	0,022	61805
	47	8	7 410	4 000	14 000	17 000	0,060	16005
	47	12	11 200	5 400	15 000	18 000	0,080	6005
	52	15	14 000	7 800	12 000	15 000	0,13	6205
	62	17	22 500	11 600	11 000	14 000	0,21	6305
	80	21	35 800	19 000	9 000	11 000	0,51	6405
30	42	7	3 120	2 080	15 000	18 000	0,026	61806
	55	9	11 200	5 850	12 000	15 000	0,085	16006
	55	13	13 300	6 800	12 000	15 000	0,12	6006
	62	16	19 500	10 000	10 000	13 000	0,20	6206
	72	19	29 100	14 600	9 000	11 000	0,30	6306
	90	23	43 600	24 000	8 500	10 000	0,74	6406
35	47	7	4 030	3 000	13 000	16 000	0,030	61807
	62	9	12 400	6 950	10 000	13 000	0,11	16007
	62	14	15 900	8 500	10 000	13 000	0,16	6007
	72	17	25 500	13 700	9 000	11 000	0,25	6207
	80	21	33 200	18 000	8 500	10 000	0,46	6307
	100	25	55 300	31 000	7 000	8 500	0,95	6407
40	52	7	4 160	3 350	11 000	14 000	0,034	61808
	68	9	13 300	7 800	9 500	12 000	0,13	16008
	68	15	16 800	9 300	9 500	12 000	0,19	6008
	80	18	30 700	16 600	8 500	10 000	0,37	6208
	90	23	41 000	22 400	7 500	9 000	0,61	6308
	110	27	63 700	36 500	6 700	8 000	1,25	6408

Otras dimensiones						Dimensiones de resaltes		
d	d_1 ~	D_1 ~	D_2 ~	$r_{1,2}$ mín.	d_a mín.	D_a máx.	r_a máx.
mm					mm		
17	20,2	23,2	–	0,3	19	24	0,3
	22,6	28,5	31,2	0,3	19	33	0,3
	22,6	28,5	31,2	0,3	19	33	0,3
	24,2	32,9	35	0,6	21	38	0,6
	26,5	37,6	39,6	1	22	42	1
	32,4	47,4	–	1,1	23,5	55,5	1
20	24	28,3	–	0,3	22	30	0,3
	27,2	34,6	–	0,6	24	38	0,6
	27,2	35,1	37,2	0,6	25	42	0,6
	28,5	38,7	40,6	1	26,5	45,5	1
	30,3	42,1	44,6	1,1	26,5	45,5	1
	37,1	55,6	–	1,1	26,5	65,5	1
25	29	33	–	0,3	27	35	0,3
	33,3	40,7	43,2	0,6	27	45	0,6
	33	40,3	46,3	1	30	47	1
	34	44,2	46,3	1	31,5	55,5	1
	36,6	50,9	52,7	1,1	33	72	1,5
	45,4	63,8	–	1,5			
30	33,6	36,2	–	0,3	32	40	0,3
	38,2	47,3	–	0,3	32	53	0,3
	38,2	47,3	49	1	35	57	1
	40,3	52,1	54,1	1	35	57	1
	44,6	59,9	61,9	1,1	36,5	65,5	1
	50,3	70,7	–	1,5	38	82	1,5
35	38,8	43,2	–	0,3	37	45	0,3
	43,7	53,3	–	0,3	37	60	0,3
	43,7	53,6	55,7	1,1	41,5	65,5	1
	45,9	60,6	62,7	1,1	41,5	65,5	1
	49,5	66,1	69,2	1,5	43	72	1,5
	57,4	80,6	–	1,5	43	92	1,5
40	43,8	48,2	–	0,3	42	50	0,3
	49,4	57	–	0,3	42	66	0,3
	49,2	59,1	61,1	1	45	63	1
	53,6	67,9	69,6	1,1	45,5	72,5	1
	56,1	74,7	77,7	1,5	46	82	1,5
	62,8	88	–	2	49	101	2

SKF

Tabla 3. Diametros para cojinetes de bolas d 45- 70mm

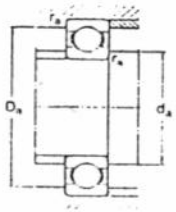


Reborde sin ranuras

Reborde con ranuras

Dimensiones principales			Capacidad de carga dinám.	estát.	Límite de velocidad Lubricación con grasa	aceite	Masa	Designación
d	D	B	C	C_0				
mm			N		r/min		kg	-
45	58	7	6 050	3 800	9 500	12 000	0,040	61809
	75	10	15 600	9 300	9 000	11 000	0,17	16009
	75	16	21 200	12 200	9 000	11 000	0,25	6009
	85	19	33 200	18 600	7 500	9 000	0,41	6209
	100	25	52 700	30 000	6 700	8 000	0,83	6309
	120	29	76 100	45 500	8 000	7 000	1,55	6409
50	65	7	6 240	4 250	9 000	11 000	0,052	61810
	80	10	16 300	10 000	8 500	10 000	0,18	16010
	80	16	21 600	13 200	8 500	10 000	0,28	6010
	90	20	35 100	19 600	7 000	8 500	0,46	6210
	110	27	61 800	36 000	6 300	7 500	1,05	6310
	130	31	87 100	52 000	5 300	6 300	1,90	6410
55	72	9	8 320	5 600	8 500	10 000	0,083	61811
	90	11	19 500	12 200	7 500	9 000	0,25	16011
	90	18	28 100	17 000	7 500	9 000	0,39	6011
	100	21	43 600	25 000	6 300	7 500	0,61	6211
	120	29	71 500	41 500	5 600	6 700	1,35	6311
	140	33	99 500	63 000	5 000	6 000	2,30	6411
60	78	10	8 710	6 100	7 500	9 000	0,11	61812
	95	11	19 900	13 200	6 700	8 000	0,28	16012
	95	18	29 600	18 300	6 700	8 000	0,42	6012
	110	22	47 500	28 000	6 000	7 000	0,78	6212
	130	31	81 900	48 000	5 000	6 000	1,70	6312
	150	35	108 000	69 500	4 800	5 600	2,75	6412
65	85	10	11 700	8 300	7 000	8 500	0,13	61813
	100	11	21 200	14 500	6 300	7 500	0,30	16013
	100	18	30 700	19 600	6 300	7 500	0,44	6013
	120	23	55 900	34 000	5 300	6 300	0,99	6213
	140	33	92 300	56 000	4 800	5 600	2,10	6313
	160	37	119 000	78 000	4 500	5 300	3,30	6413
70	90	10	12 100	9 150	6 700	8 000	0,14	61814
	110	13	28 100	19 000	6 000	7 000	0,43	16014
	110	20	37 700	24 500	6 000	7 000	0,60	6014
	125	24	61 800	37 500	5 000	6 000	1,05	6214
	150	35	104 000	63 000	4 500	5 300	2,50	6314
	180	42	143 000	104 000	3 800	4 500	4,85	6414

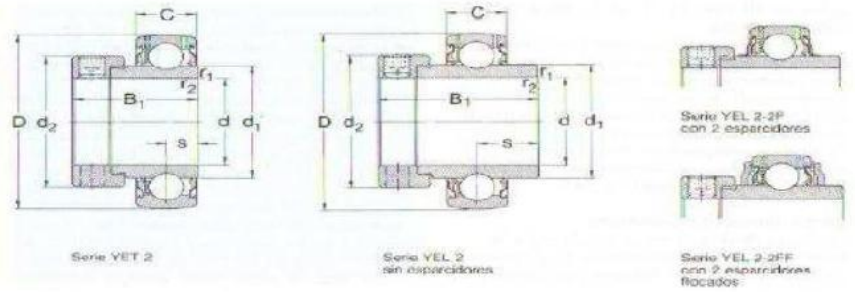
SKF



Otras dimensiones					Dimensiones de resaltes		
d	d_1 ~	D_1 ~	D_2 ~	$r_{1,2}$ mín	d_a mín	D_a máx	r_a máx
mm					mm		
45	48,7	54,3	-	0,3	47	56	0,3
	55	65,4	-	0,6	49	71	0,6
	54,7	65,6	67,8	1	50	70	1
	57,6	72,9	75,2	1,1	51,5	78,5	1
	62,1	83,7	86,7	1,5	53	92	1,5
	68,9	96,9	-	2	54	111	2
50	54,7	90,3	-	0,3	52	83	0,3
	60	70,4	-	0,6	54	76	0,6
	59,7	70,8	72,8	1	55	75	1
	62,5	78,1	81,7	1,1	56,5	83,5	1
	68,7	92,1	95,2	2	59	101	2
	75,4	106	-	2,1	61	119	2
55	60,2	66,8	-	0,3	57	70	0,3
	67	78	-	0,6	59	86	0,6
	66,3	79,1	81,5	1,1	61,5	83,5	1
	99	86,6	99,4	1,5	63	92	1,5
	75,3	101	104	2	64	111	2
	81,5	115	-	2,1	66	129	2
60	65,6	72,4	-	0,3	62	76	0,3
	72	83,4	-	0,6	64	91	0,6
	71,3	84,1	86,5	1,1	66,5	88,5	1
	75,5	94,2	97	1,5	68	102	1,5
	81,8	109	113	2,1	71	119	2
	88,1	123	-	2,1	71	139	2
65	71,1	78,9	-	0,6	69	81	0,6
	75,5	88,5	-	0,6	69	96	0,6
	76,3	89,1	91,5	1,1	71,5	93,5	1
	83,3	103	106	1,5	73	112	1,5
	88,3	118	122	2,1	76	129	2
	94	132	-	2,1	76	149	2
70	76,1	83,9	-	0,6	74	86	0,6
	83,3	97,1	-	0,6	74	106	0,6
	82,8	97,6	99,9	1,1	76,5	103,5	1
	87	109	111	1,5	73	117	1,5
	94,9	126	130	2,1	81	139	2
	103	147	-	3	83	157	2,5

SKF

Tabla 4. Especificaciones de chumaceras de piso SKF



Dimensiones								Capacidad de carga		Carga límite de fatiga	Masa	Designaciones		
								dinám.	estát.		Rodamiento	Rodamientos sin esparcidores	con 2 esparcidores	con 2 esparcidores flocados
d	d_1	d_2	D	B_1	C	s	$r_{1,2}$ min	$C^{1)}$	C_0	P_u				
mm								N		N	kg	-		
12	24,2	28,6	40	28,6	12	6,5	0,3	7 350	4 750	140	0,13	YET 203/12	-	-
15	24,2	28,6	40	28,6	12	6,5	0,3	7 350	4 750	140	0,12	YET 203/15	-	-
17	24,2	28,6	40	28,6	12	6,5	0,3	7 350	4 750	140	0,11	YET 203	-	-
	24,2	28,6	40	37,3	12	13,9	0,3	7 350	4 750	140	0,13	YEL 203	YEL 203-2F	YEL 203-2FF
20	29,2	33	47	31	14	7,5	0,6	9 800	6 550	196	0,16	YET 204	-	-
	29,2	33	47	43,7	14	17,1	0,6	9 800	6 550	196	0,19	YEL 204	YEL 204-2F	YEL 204-2FF
25	33,7	37,4	52	31	15	7,5	0,6	10 800	7 800	232	0,18	YET 205	-	-
	33,7	37,4	52	44,4	15	17,5	0,6	10 800	7 800	232	0,23	YEL 205	YEL 205-2F	YEL 205-2FF
30	39,7	44,2	62	35,7	18	9	0,6	15 000	11 200	335	0,30	YET 206	-	-
	39,7	44,2	62	48,4	18	18,3	0,6	15 000	11 200	335	0,36	YEL 206	YEL 206-2F	YEL 206-2FF
35	46,1	55,6	72	38,9	19	9,5	1	19 600	15 300	455	0,49	YET 207	-	-
	46,1	55,6	72	51,1	19	18,8	1	19 600	15 300	455	0,55	YEL 207	YEL 207-2F	YEL 207-2FF
40	51,8	60,3	80	43,7	21	11	1	23 600	19 000	560	0,62	YET 208	-	-
	51,8	60,3	80	56,3	21	21,4	1	23 600	19 000	560	0,70	YEL 208	YEL 208-2F	YEL 208-2FF
45	56,8	63,5	85	43,7	22	11	1	25 500	21 600	640	0,65	YET 209	-	-
	56,8	63,5	85	56,3	22	21,4	1	25 500	21 600	640	0,74	YEL 209	YEL 209-2F	YEL 209-2FF
50	62,5	69,9	90	43,7	22	11	1	27 000	23 200	695	0,73	YET 210	-	-
	62,5	69,9	90	62,7	22	24,6	1	27 000	23 200	695	0,89	YEL 210	YEL 210-2F	YEL 210-2FF
55	69,1	76,2	100	48,4	25	12	1	33 500	29 000	865	0,98	YET 211	-	-
	69,1	76,2	100	71,4	25	27,8	1	33 500	29 000	865	1,20	YEL 211	YEL 211-2F	YEL 211-2FF
60	75,6	83,7	110	77,8	26	31	1,5	40 500	36 000	1 060	1,60	YEL 212	YEL 212-2F	YEL 212-2FF

Tabla 5. factor de acabado de superficie ka

$k_a = aS_{ut}^b\ LN(1, C)$

Acabado superficial	a		b	Coeficiente de variación, C
	kpsi	MPa		
Esmerilado*	1.34	1.58	-0.086	0.120
Maquinado o laminado en frío	2.67	4.45	-0.265	0.058
Laminado en caliente	14.5	56.1	-0.719	0.110
Como sale de forja	39.8	271	-0.995	0.145

Tabla 6. factor de confiabilidad kc para diseño a fatiga

Tabla 7-7 FACTORES DE CONFIABILIDAD k_e, CORRESPONDIENTES A UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE 8% DEL LÍMITE DE FATIGA

Confiabilidad R	Variable estandarizada z_a	Factor de confiabilidad k_e
0.50	0	1.000
0.90	1.288	0.897
0.95	1.645	0.868
0.99	2.326	0.814
0.999	3.091	0.753
0.999 9	3.719	0.702
0.999 99	4.265	0.659
0.999 999	4.753	0.620
0.999 999 9	5.199	0.584
0.999 999 99	5.612	0.551
0.999 999 999	5.997	0.520

Tabla 7. Diagrama de sensibilidad a las ranuras para aceros q

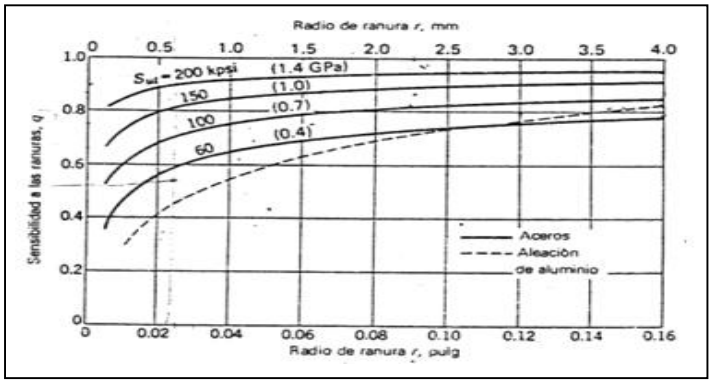


Tabla 8. factor teórico por concentración de esfuerzos kt

Tabla A-26 DIAGRAMAS PARA FACTORES TEÓRICOS DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZO K_t (*continuación*)

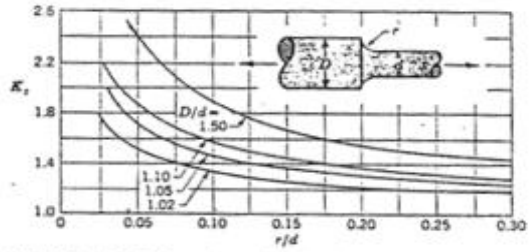


FIGURA A-26-7 Barra de sección circular en tensión con estrechamiento y entalle. $\sigma_0 = F/A$, donde $A = \pi d^2/4$.

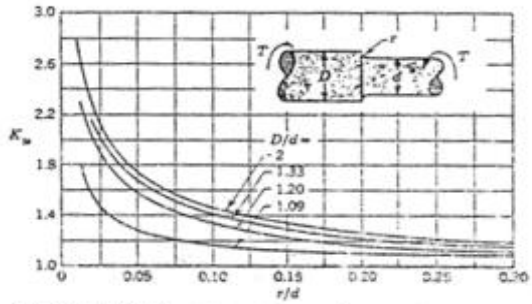
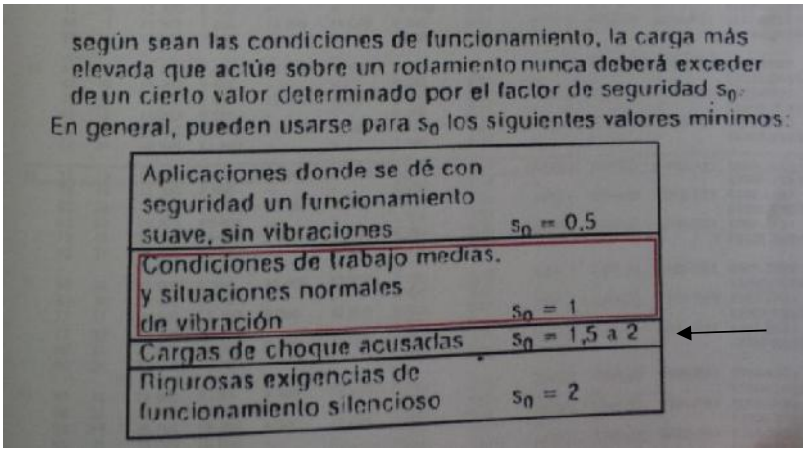


FIGURA A-26-8 Barra de sección circular en tensión con estrechamiento y entalle. $\tau_0 = Tc/J$, donde $c = d/2$ y $J = \pi d^4/32$.

Tabla 9. Diseño de cojinetes factor de seguridad estático So

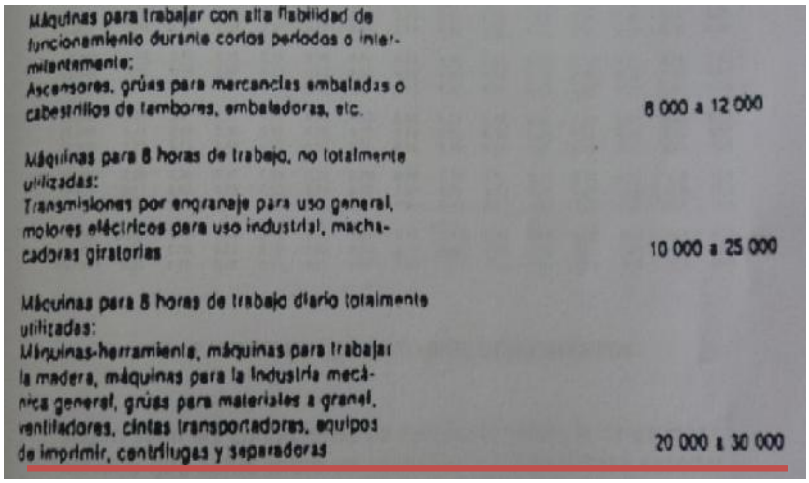

según sean las condiciones de funcionamiento, la carga más elevada que actúe sobre un rodamiento nunca deberá exceder de un cierto valor determinado por el factor de seguridad s_0.

En general, pueden usarse para s_0 los siguientes valores mínimos:

Aplicaciones donde se dé con seguridad un funcionamiento suave, sin vibraciones	$s_0 = 0,5$
Condiciones de trabajo medias, y situaciones normales de vibración	$s_0 = 1$
Cargas de choque acusadas	$s_0 = 1,5$ a 2
Rigurosas exigencias de funcionamiento silencioso	$s_0 = 2$

Tabla 10. Diseño de cojinetes duración nominal en horas de servicio

Guía para valores de la duración L10h para diferentes clases de máquinas



Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento durante cortos períodos o intermitentemente: Ascensores, grúas para mercancías embaladas o cabestrillos de tambores, embaladoras, etc.	8 000 a 12 000
Máquinas para 8 horas de trabajo, no totalmente utilizadas: Transmisiones por engranaje para uso general, motores eléctricos para uso industrial, machacadoras giratorias	10 000 a 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: Máquinas-herramienta, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria mecánica general, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos de imprimir, centrífugas y separadoras	20 000 a 30 000

Tabla 11. Valor del factor a1 de duración

Fiabilidad %	***a1***
90	*1*
95	*0.62*
96	*0.53*
97	*0.44*
98	*0.33*
99	*0.21* ←

Tabla 12. Secciones de bandas en V estándar

Sección de la banda	Ancho *a*, pulg	Espesor *b*, pulg	Diámetro mínimo de polea, pulg	Intervalo de potencias (hp), una o más bandas
A	$\frac{1}{2}$	$\frac{11}{32}$	3.0 ←	$\frac{1}{4}$-10
B	$\frac{21}{32}$	$\frac{7}{16}$	5.4	1-25
C	$\frac{7}{8}$	$\frac{17}{32}$	9.0	15-100
D	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	13.0	50-250
E	$1\frac{1}{2}$	1	21.6	100 y mayores

Tabla 13. factor de converción de longitud

Dimensiones de conversión de longitud. (Sume la cantidad que se muestra a la circunferencia interior para obtener la longitud de paso en pulgadas)

Sección de la banda	A	B	C	D	E
Cantidad a sumar	1.3	1.8	2.9	3.3	4.5

Tabla 14. factor de confiabilidad kc para diseño a fatiga

Sección	Circunferencia, pulg
A	26, 31, 33, 35, 38, 42, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 60, 62, 64, 66, 68, 71, 75, 78, 80, 85, 90, 96, 105, 112, 120, 128
B	35, 38, 42, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 60, 62, 64, 65, 66, 68, 71, 75, 78, 79, 81, 83, 85, 90, 93, 97, 100, 103, 105, 112, 120, 128, 131, 136, 144, 158, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300
C	51, 60, 68, 75, 81, 85, 90, 96, 105, 112, 120, 128, 136, 144, 158, 162,173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420
D	120, 128, 144, 158, 162, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360,390, 420, 480, 540, 600, 660
E	180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 480, 540, 600, 660

Tabla 15. factor de servicio ks para transmiciones de bandas

Maquinaria impulsada	Fuente de potencia: Características del par de torsión normal	Fuente de potencia: Par de torsión alto o no uniforme
Uniforme	1.0 a 1.2	1.1 a 1.3
Impacto ligero	1.1 a 1.3	1.2 a 1.4
Impacto medio	1.2 a 1.4	1.4 a 1.6
Impacto pesado	1.3 a 1.5	1.5 a 1.8

Tabla 16. factor de correccción del ángulo k1 para transmociones de banda plana V y W

$\frac{D-d}{C}$	θ, grados	K_1 VV	K_1 Plana en V
0.00	180	1.00	0.75
0.10	174.3	0.99	0.76
0.20	166.5	0.97	0.78
0.30	162.7	0.96	0.79
0.40	156.9	0.94	0.80
0.50	151.0	0.93	0.81
0.60	145.1	0.91	0.83
0.70	139.0	0.89	0.84
0.80	132.8	0.87	0.85
0.90	126.5	0.85	0.85
1.00	120.0	0.82	0.82
1.10	113.3	0.80	0.80
1.20	106.3	0.77	0.77
1.30	98.9	0.73	0.73
1.40	91.1	0.70	0.70
1.50	82.8	0.65	0.65

*Un ajuste de curva de la columna W en términos de θ es $K_1 = 0.143\,543 + 0.007\,46\,8\,\theta - 0.000\,015\,052\,\theta^2$ en el intervalo de $90° \leq \theta \leq 180°$.

Tabla 17. factor de corrección de longitud de banda k2

Factor de longitud	Longitud nominal de la banda, pulg: Bandas A	Bandas B	Bandas C	Bandas D	Bandas E
0.85	Hasta 35	Hasta 46	Hasta 75	Hasta 128	
0.90	38-46	48-60	81-96	144-162	Hasta 195
0.95	48-55	62-75	105-120	173-210	210-240
1.00	60-75	78-97	128-158	240	270-300
1.05	78-90	105-120	162-195	270-330	330-390
1.10	96-112	128-144	210-240	360-420	420-480
1.15	120 y mayor	158-180	270-300	480	540-600
1.20		195 y mayor	330 y mayor	540 y mayor	660

*Multiplique la potencia nominal de la banda por este factor para conseguir la potencia corregida.

Tabla 18. Potencias nominales de bandas en V

Sección de la banda	Diámetro de paso de la polea, pulg	Velocidad de la banda, pie/min				
		1 000	2 000	3 000	4 000	5 000
A	2.6	0.47	0.62	0.53	0.15	
	3.0	0.66	1.01	1.12	0.93	0.38
	3.4	0.81	1.31	1.57	1.53	1.12
	3.8	0.93	1.55	1.92	2.00	1.71
	4.2	1.03	1.74	2.20	2.38	2.19
	4.6	1.11	1.89	2.44	2.69	2.58
	5.0 y mayor	1.17	2.03	2.64	2.96	2.89
B	4.2	1.07	1.58	1.68	1.26	0.22
	4.6	1.27	1.99	2.29	2.08	1.24
	5.0	1.44	2.33	2.80	2.76	2.10
	5.4	1.59	2.62	3.24	3.34	2.82
	5.8	1.72	2.87	3.61	3.85	3.45
	6.2	1.82	3.09	3.94	4.28	4.00
	6.6	1.92	3.29	4.23	4.67	4.48
	7.0 y mayor	2.01	3.46	4.49	5.01	4.90
C	6.0	1.84	2.66	2.72	1.87	
	7.0	2.48	3.94	4.64	4.44	3.12
	8.0	2.96	4.90	6.09	6.36	5.52
	9.0	3.34	5.65	7.21	7.86	7.39
	10.0	3.64	6.25	8.11	9.06	8.89
	11.0	3.88	6.74	8.84	10.0	10.1
	12.0 y mayor	4.09	7.15	9.46	10.9	11.1
D	10.0	4.14	6.13	6.55	5.09	1.35
	11.0	5.00	7.83	9.11	8.50	5.62
	12.0	5.71	9.26	11.2	11.4	9.18
	13.0	6.31	10.5	13.0	13.8	12.2
	14.0	6.82	11.5	14.6	15.8	14.8
	15.0	7.27	12.4	15.9	17.6	17.0
	16.0	7.66	13.2	17.1	19.2	19.0
	17.0 y mayor	8.01	13.9	18.1	20.6	20.7
E	16.0	8.68	14.0	17.5	18.1	15.3
	18.0	9.92	16.7	21.2	23.0	21.5
	20.0	10.9	18.7	24.2	26.9	26.4
	22.0	11.7	20.3	26.6	30.2	30.5
	24.0	12.4	21.6	28.6	32.9	33.8
	26.0	13.0	22.8	30.3	35.1	36.7
	28.0 y mayor	13.4	23.7	31.8	37.1	39.1

Tabla 19. Propiedades de tipos de aceros al carbono

Tabla A-17 PROPIEDADES MECÁNICAS DE ACEROS*

Los valores indicados para aceros laminados en caliente (HR, *hot-rolled*) y estirados en frío (CD, *cold-drawn*) son *valores mínimos estimados* que suelen esperarse en el intervalo de tamaños de $\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{4}$ pulg. Un valor mínimo está aproximadamente varias desviaciones estándares por debajo de la media aritmética. Los valores mostrados para aceros con tratamiento térmico son los llamados *valores típicos*. Un valor típico no es el medio ni el mínimo. Puede obtenerse mediante un control cuidadoso de las especificaciones de compra y el tratamiento térmico, junto con la inspección y ensayo continuos. Las propiedades indicadas en esta tabla provienen de varias fuentes y se cree que son representativas. Sin embargo, hay tantas variables que afectan estas propiedades que su naturaleza aproximada debe reconocerse claramente.

Número *UNS*	Número *AISI*	Procesamiento	Resistencia de fluencia kpsi S_y	Resistencia a la tensión kpsi S_{ut}	Elongación en 2 pulg %	Reducción en área %	Dureza Brinell H_B
G10100	1010	HR	26	47	28	50	95
		CD	44	53	20	40	105
G10150	1015	HR	27	50	28	50	101
		CD	47	56	18	40	111
G10180	1018	HR	32	58	25	50	116
		CD	54	64	15	40	126
	1112	HR	33	56	25	45	121
		CD	60	78	10	35	167
G10350	1035	HR	50	72	18	40	143
		CD	67	98	12	35	168
		Estirado a 800°F	81	110	11	51	240
		Estirado a 1000°F	72	103	15	59	201
		Estirado a 1200°F	62	91	22	66	180
G10400	1040	HR	42	76	18	40	149
		CD	71	85	12	35	170
		Estirado a 1000°F	86	113	23	62	235
G10450	1045	HR	45	82	16	40	163
		CD	77	91	12	35	179
G10500	1050	HR	49	90	15	35	179
		CD	84	100	10	30	197

Tabla 20. Propiedades de los diferentes tipos de aceros

Deterministic ASTM Minimum Tensile and Yield Strengths for Some Hot-Rolled (HR) and Cold-Drawn (CD) Steels [The strengths listed are estimated ASTM minimum values in the size range 18 to 32 mm ($\frac{3}{4}$ to $1\frac{1}{4}$ in). These strengths are suitable for use with the design factor defined in Sec. 1–10, provided the materials conform to ASTM A6 or A568 requirements or are required in the purchase specifications. Remember that a numbering system is not a specification.] *Source:* 1986 SAE Handbook, p. 2.15.

1 UNS No.	2 SAE and/or AISI No.	3 Proces-sing	4 Tensile Strength, MPa (kpsi)	5 Yield Strength, MPa (kpsi)	6 Elongation in 2 in, %	7 Reduction in Area, %	8 Brinell Hardness
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	35	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170

ANEXO E:

SELECCIÓN DE TIPOS DE ELECTRODOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ELECTRODOS UTILIZADOS , SIMBOLOGIA ELEMENTAL DE SOLDADURA.

Tabla 1. Compocicion quimica de los aceros

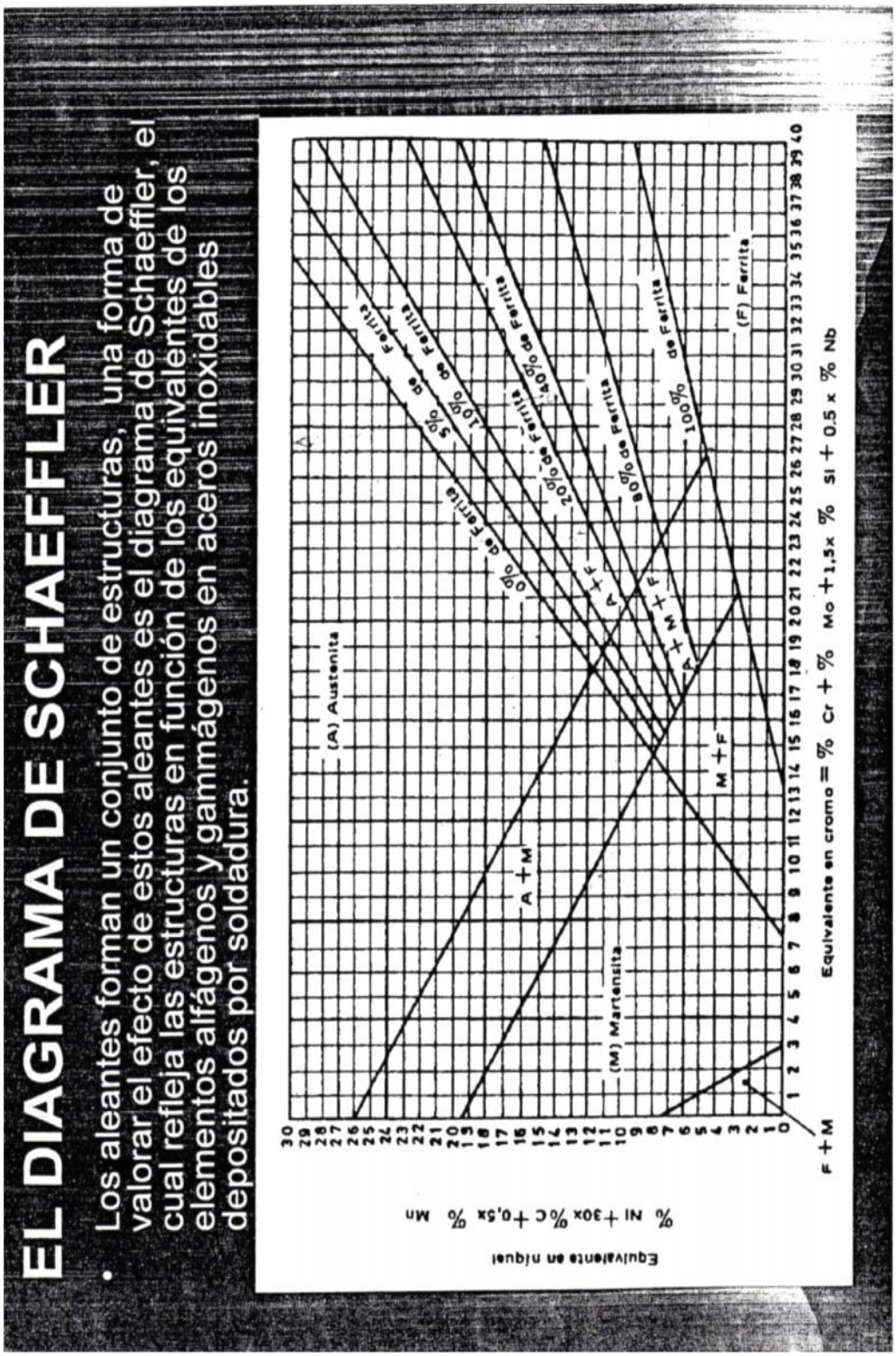
COMPOSICION QUÍMICA DE ACEROS INOXIDABLES SEGÚN NORMAS AISI

CLASIFICACIÓN AISI	C (%)	Mn (%)	Si (%)	Cr (%)	Ni (%)	OTROS ELEMENTOS (%)	ESTRUCTURA
201	0.15 Máx.	5.5-7.5	1	16-18	3.5-5.5	N_2 0.25 Máx.	Austenítico
202	0.15 Máx.	7.5-10.0	1	17-19	4-6	N_2 0.25 Máx.	Austenítico
301	0.15 Máx.	2	1	16-18	6-8	-	Austenítico
302	0.15 Máx.	2	1	17-19	8-10	-	Austenítico
302B	0.15 Máx.	2	2-3	17-19	8-10	-	Austenítico
304	0.08 Máx.	2	1	18-20	8-12	-	Austenítico
304L	0.03 Máx.	2	1	18-20	8-12	-	Austenítico
305	0.12 Máx.	2	1	17-19	10-13	-	Austenítico
308	0.08 Máx.	2	1	19-21	10-12	-	Austenítico
309	0.20 Máx.	2	1	22-24	12-15	-	Austenítico
309S	0.08 Máx.	2	1	22-24	12-15	-	Austenítico
310	0.25 Máx.	2	1.5	24-26	19-22	-	Austenítico
310S	0.08 Máx.	2	1.5	24-26	19-22	-	Austenítico
314	0.25 Máx.	2	1.5-3.0	23-26	19-22	-	Austenítico
316	0.08 Máx.	2	1	16-18	10-14	Mo 2-3	Austenítico
316L	0.03 Máx.	2	1	16-18	10-14	Mo 2-3	Austenítico
317	0.08 Máx.	2	1	18-20	11-15	Mo 3-4	Austenítico
321	0.08 Máx.	2	1	17-19	9-12	Ti 5 x C Mín.	Austenítico
347	0.08 Máx.	2	1	17-19	9-13	Cb+Ta 10 x C Mín.	Austenítico
348	0.08 Máx.	2	1	17-19	9-13	Cb+Ta 0.10 Máx.	Austenítico
403	0.15 Máx.	1	0.5	11.5-13	-	-	Martensítico
410	0.15 Máx.	1	1	11.5-13.5	-	-	Martensítico
414	0.15 Máx.	1	1	11.5-13.5	1.25-2.5	-	Martensítico
416	0.15 Máx.	1.25	1	12-14	-	Zr ó Mo 0.6% Máx.	Martensítico
420	0.15 Mín.	1	1	12-14	-	-	Martensítico
440B	0.75-0.85	1	1	16-18	-	Mo 0.75% Máx.	Martensítico
501	0.10 Mín.	1	1	4-6	-	Mo 0.4-.65	Martensítico
405	0.08 Máx.	1	1	11.5-14.5	-	Al 0.1-0.3	Ferrítico
430	0.12 Máx.	1	1	16-18	-	-	Ferrítico
442	0.20 Máx.	1	1	18-23	-	-	Ferrítico
502	0.10 Máx.	1	1	4-6	-	Mo 0.45-0.6	Ferrítico

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL METAL DE APORTE PURO SEGÚN NORMA AWS A5A-78

Clasificación	Composición del metal de aporte puro %								
	C	Cr	Ni	Mo	Cb+Ta	Mn	Si	P	S
E307	0.13	18-20.5	9-10.5	0.5-1.5	-	3.3-4.75	0.9	0.04	0.03
E308	0.08	18-21	9-11	-	-	2.5	0.9	0.04	0.03
E308L	0.04	18-21	9-11	-	-	2.5	0.9	0.04	0.03
E308MoL	0.04	18-21	9-12	2-3	-	2.5	0.9	0.04	0.03
E309	0.15	22-25	12-14	-	-	2.5	0.9	0.04	0.03
E309Mo	0.12	22-25	12-14	2-3	-	2.5	0.9	0.04	0.03
E310	0.2	25-28	20-22	-	-	2.5	0.75	0.04	0.03
E312	0.15	28-32	8-10.5	-	-	2.5	0.9	0.04	0.03
E316	0.08	17-20	11-14	2-2.5	-	2.5	0.9	0.04	0.03
E316L	0.04	17-20	11-14	2-2.5	-	2.5	0.9	0.04	0.03
E318	0.08	17-20	11-14	2-2.5	1 Máx.	2.5	0.9	0.04	0.03
E347	0.08	18-21	9-11	-	1 Máx	2.5	0.9	0.04	0.03
E410	0.12	11-13.5	0.6	-	-	1	0.9	0.04	0.03
E430	0.10	15-18	0.6	-	-	1	0.9	0.04	0.03
E502	0.10	4-6	0.4	0.45-0.65	-	1	0.9	0.04	0.03

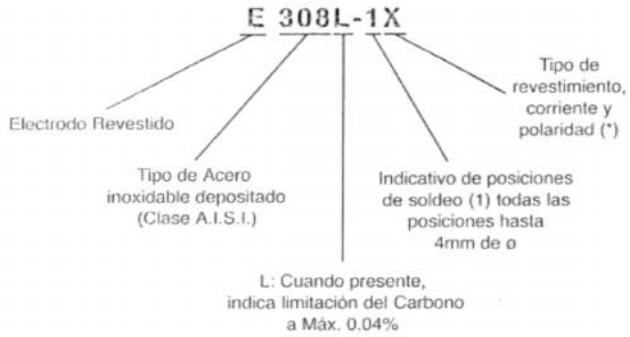
Tabla 2. Diagrama de porcentaje para cálculo de electrodos



ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE

CLASIFICACIÓN AWS A 5.4

Ejemplo de descripción:



(*)5: Revestimiento básico, Corriente Continua polaridad positiva. CC (+)

6: Revestimiento Rutilobásico, Corriente Alterna o Corriente Continua, Polaridad Positiva. C.A. o C.C (+)

TABLA SELECTORA DE ELECTRODOS INOXIDABLES Y ELECTRODOS RECOMENDADOS

La siguiente tabla muestra los electrodos comunmente usados para diversos tipos de aceros inoxidables austeníticos.

METAL BASE AISI	ELECTRODO AGA	CLASIFICACIÓN AWS
201, 202, 301, 302, 304, 304L, 305, 308, 308L	R - 60	E 308L -16
316, 316L	R - 63	E 316L-16
309 Mo	R - 65	E 309LMo - 16
310	R - 67	E 310 - 16
309	R - 72	E 309L - 16
303, 312	R - 91	E 312 - 16

Tabla 3. Propiedades del electrodo E 308

ELECTRODO CELULÓSICO

C - 13 **Norma:** AWS E 6011

Color de Revestimiento: Blanco	Identificación: Punta Azul

Análisis del Metal Depositado:

C	0.08-0.12%	Mn	0.4-0.6%	Si	0.25%

*Valores típicos

Características: Electrodo del tipo celulósico, para soldaduras de penetración. El arco es muy estable, potente y el material depositado de solidificación rápida, fácil aplicación con corriente continua y alterna. Los depósitos son de alta calidad en cualquier posición.

Aprobación: AMERICAN BUREAU OF SHIPPING

Propiedades Mecánicas:

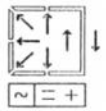
Resistencia a la Tracción	Elongación	Resistencia al Impacto
48-51 kg / mm²		CHARPY - V
68.000		Joules
a	24-26%	55 - 75
72.000 lbs./pulg²		(-29°C)

*Valores típicos

Posiciones de Soldar: Plana, horizontal, sobrecabeza, vertical ascendente, vertical descendente

Corriente y polaridad:

Para corriente alterna o continua Electrodo al polo positivo		
ømm	øPulg.	Amperaje
2.50	3/32	70- 90
3.20	1/8	90-120
4.00	5/32	120-150
5.00	3/16	150-180



Aplicaciones:

- Soldadura para aceros no templables (aceros dulces).
- Carpintería metálica.
- Estructuras y bastidores para máquinas.
- Chapas gruesas y delgadas

LARGO: 350 mm. **PESO POR CAJA:** 20 kg./44 lbs.

9

Tabla 5. Propiedades del electrodo E 6013

ELECTRODO RUTÍLICO

R - 10 **Norma:** AWS E 6013

Color de Revestimiento: Gris Claro	Identificación: Punta Azul

Análisis del Metal Depositado:

C	0.09%	Mn	0.5%	Si	0.3%

*Valores típicos

Características: Electrodo diseñado para depositar cordones y filetes de un aspecto excelente y sobresalientes características mecánicas. Es un electrodo de arranque rápido en frío, de fácil remoción de escoria, que en muchos casos se desprende sola. Gran velocidad de avance y poca pérdida por salpicadura.

Aprobación: AMERICAN BUREAU OF SHIPPING

Propiedades Mecánicas:

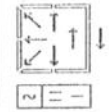
Resistencia a la Tracción	Elongación
48-56 kg./mm²	
68.000-80.000 Lb/pulg.²	20- 22%

•Valores típicos

Posiciones de Soldar: Plana, horizontal, sobrecabeza, vertical ascendente, vertical descendente.

Corriente y Polaridad:

Para corriente alterna o continua Electrodo al polo negativo y positivo		
ø mm	ø Pulg	Amperaje
2.50	3/32	60-85
3.20	1/8	90-130
4.00	5/32	140-180
5.00	3/16	180-240



Aplicaciones:

- Especialmente carpintería metálica con láminas delgadas, carrocerías, chasís.
- Todo tipo de recipiente sometido o no a presión.
- Calderería.
- Fabricación de puertas y ventanas.

LARGO: 350 mm. **PESO POR CAJA:** 20 kg. / 44 lbs.

11

Tabla 4. Propiedades del electrodo E 6013

Tabla 6. Velocidad de deposición de los procesos de soldadura

Velocidad de Deposición, kg./ h.									
PROCESO									
SMAW	Electrodo		Corriente, A.						
			150	200	250	300	400		
	E6010, E7014		1.5	1.8	2.25	2.92	4.05		
	E6011, E6012, E6013		1.12	1.5	2.02	2.47	3.37		
	E7018		1.57	2.02	2.7	3.15	4.5		
	E7024		1.57	2.25	2.92	3.6	4.95		
	E7028		1.57	2.47	3.37	4.27	6.3		
TIG	0.23-0.9 (Depende de la velocidad de adición de la varilla)								
MIG-MAG	Gas	ϕ mm.	Corriente A.						
			100	200	300	400	500		
	Ar	0.8	1.35	3.35	-	-	-		
		1.2	1.3	2.92	5.17	-	-		
		1.6	1.3	2.47	4.5	6.3	8.1		
		2.4	-	2.25	3.6	5.17	6.7		
		3.2	-	-	3.15	4.5	5.85		
	Ar + 5% O_2	1.2	0.9	2.47	4.5	8.1	-		
		1.6	-	2.4	4.5	6.3	8.5		
		2.4	-	-	3.4	5.17	6		
	CO_2	0.8	0.9	3.15	-	-	-		
		1.2	0.9	2.25	4	6.75	-		
		1.6	1.2	3	4.05	6.7	9.4		
		2.4	-	1.8	2.7	3.6	5.4		
		3.2	-	-	2.25	3.35	4.5		
MAG TUBULAR	Corriente A.								
			200	300	400	500	600	700	800
	CO_2	1.2	4.2	7.2	-	-	-	-	-
		1.6	2.4	5.17	7.65	-	-	-	-
		2.4	-	4	6.52	9	-	-	-
		3.2	-	3.5	4.95	6.52	8.32	-	-
	Arco Abierto	2.4	-	5.17	8.1	11.3	-	-	-
		3.2	-	-	7.65	10.3	13.2	-	-
SAW	Lo = 1 "	1.6	2.3	3.75	5.76	8.4	-	-	-
		2.4	-	2.97	4.27	5.8	7.78	-	-
		3.2	-	2.56	3.82	5.22	6.75	8.5	10.6
		4	-	-	3.55	5.04	6.61	8.23	9.9
		5	-	-	-	4.72	6.21	7.8	9.4
	Lo = 5 "	3.2	-	6.2	9.3	12.6	16.4	20.5	-
		4	-	-	8.1	10.9	14.1	17.5	21.2
		5	-	-	-	10	12.6	15.1	18.1

Flujo de gas, m^3/h		MIG-MAG	
TIG-Ar	0.28-0.7	Ar	0.42-1.12
He	0.7-1.68	CO_2	0.84-1.4

Tabla 7. Interpretacion de simbología de los procesos de soldadura

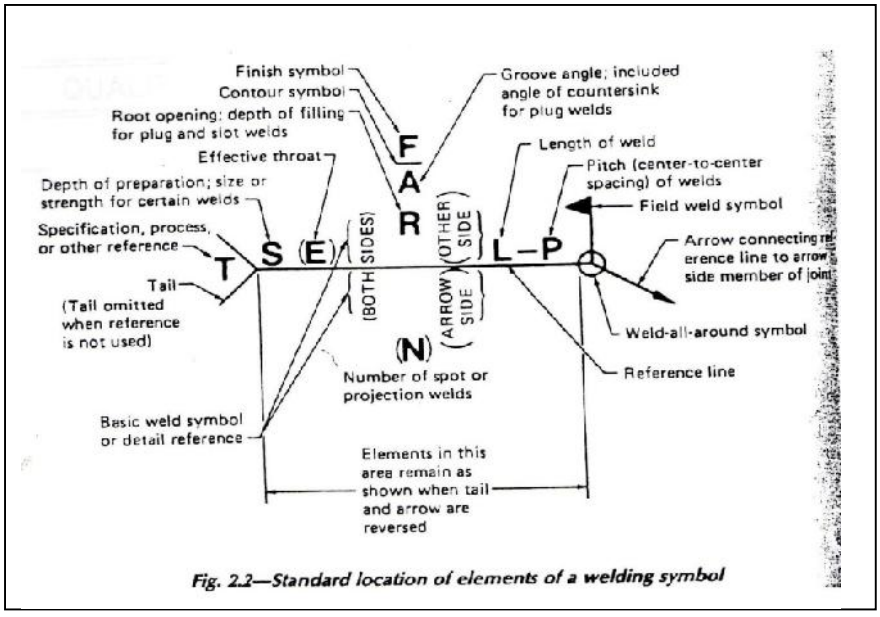


Fig. 2.2—Standard location of elements of a welding symbol

Tabla 8. Símbolos elementales de los procesos de soldadura

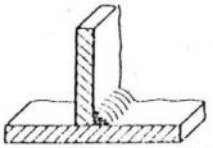
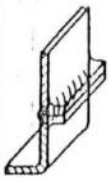
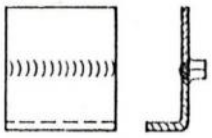
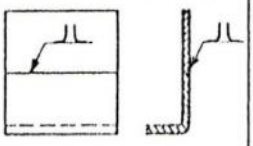
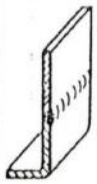
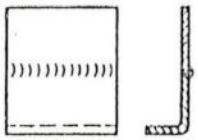
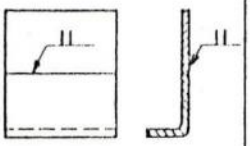
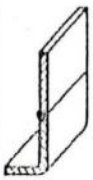
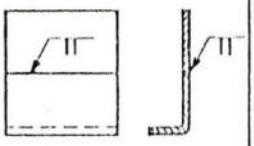
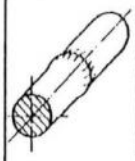
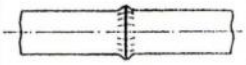
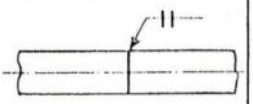
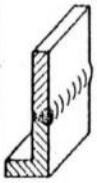
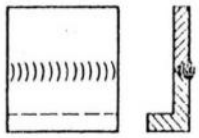
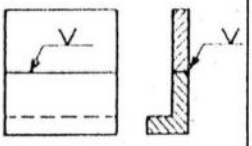
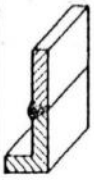
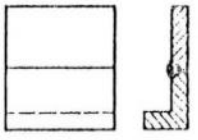
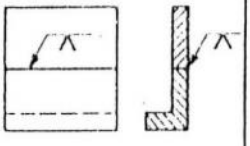
No.	Designación	Ilustración	Símbolo
1	Soldadura a tope de pestañas (bordes levantados completamente fundidos)		
2	Soldadura a tope sobre bordes derechos (a tope en escuadra)		
3	Soldadura a tope en V simple		
4	Soldadura a tope en media V (a chaflán simple con cara de raíz).		
5	Soldadura a tope en Y		
6	Soldadura a tope en media Y (a bisel simple con cara de raíz)		
7	Soldadura a tope en U (simple)		
8	Soldadura a tope en J		
9	Soldadura con respaldo		
10	Soldadura en ángulo (a filete)		

Tabla 9. Aplicación Símbolos elementales de los procesos de soldadura

No.	Designación	Ilustración	Representación	Simbología
1	Soldadura a tope de pestañas en bordes (bordes levantados completamente fundidos).			
2				
3	Soldadura a tope sobre dos bordes derechos (a tope en escuadra).			
4				
5	Soldadura a tope en V simple.			
6				

(Continúa)

ANEXO F:

SELECCIÓN DE LOS ACEROS UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE LA MÁQUINA COMO SON, PERFILES CUADRADOS, RECTANGULARES, PLANCHAS, PLATINAS, ANGULOS ETC.

Tabla 1. Propiedades mecanicas de los aceros

IPAC
Por los caminos del acero...

Resistencia del acero:

Laminado en Caliente:

Acero Estructural

Calidad	Propiedades Mecánicas			
	Ruptura [MPa]	Fluencia [MPa]	% El 8	% El 2
ASTM A 36	400 - 550	250 min.	20 min.	21 – 23 min.

Acero Comercial

Calidad	Propiedades Mecánicas	
	Ruptura [MPa]	% El 2
JIS G 3132 (SPHT-1)	274 min.	30 – 35 min.

Laminado en Frío:

Acero Comercial

Calidad	Propiedades Mecánicas		
	Ruptura [MPa]	% El 2	Dureza
JIS G 3141 SPCC - SD	274 min.	32 – 39 min.	60 HRB máx.

Galvanizado

Acero Comercial

Calidad	Propiedades Mecánicas		
	Fluencia [MPa]	% El 2	Dureza
ASTM A 653 CS Tipo B	205 - 380	20 min.	60 HRB máx.

IPAC
Por los caminos del acero...

Perfiles Estructurales:

Angulos Doblados

DIMENSIONES			PESO	AREA	PROPIEDADES EJES X-X e Y-Y			
H	B	e	P	A	I	W	i	x = y
mm	mm	mm	Kg/6m	cm2	cm4	cm3	cm	cm
20	20	2	3.48	0.73	0.28	0.20	0.62	0.59
		3	4.98	1.05	0.38	0.38	0.60	0.64
25	25	2	4.38	0.93	0.57	0.32	0.78	0.72
		3	6.36	1.35	0.79	0.45	0.76	0.77
30	30	2	5.34	1.13	1.00	0.46	0.94	0.84
		3	7.80	1.65	1.41	0.67	0.92	0.89
40	40	2	7.20	1.53	2.44	0.84	1.26	1.09
		3	10.62	2.25	3.50	1.22	1.25	1.14
		4	13.86	2.94	4.46	1.58	1.23	1.19
		5	16.92	3.59	5.31	1.92	1.22	1.24
		6	19.80	4.21	6.07	2.23	1.20	1.28
50	50	2	9.12	1.93	4.86	1.33	1.59	1.34
		3	13.44	2.85	7.03	1.95	1.57	1.39
		4	17.58	3.74	9.04	2.54	1.56	1.44
		5	21.60	4.59	10.90	3.10	1.54	1.48
		6	25.50	5.41	12.60	3.62	1.52	1.53
60	60	5	26.34	5.59	19.40	4.55	1.86	1.73
		6	31.14	6.61	22.60	5.35	1.85	1.78
65	65	5	28.68	6.09	25.00	5.38	2.03	1.86
		6	33.96	7.21	29.10	6.34	2.01	1.90
75	75	6	40.32	8.40	45.76	8.57	2.33	2.16
		8	52.56	10.95	58.03	11.06	2.30	1.25
80	80	8	56.40	11.75	71.32	12.67	2.46	2.37
		10	68.94	14.36	84.97	15.36	2.43	2.47
100	100	8	71.76	14.95	144.63	20.29	3.11	2.87
		10	88.14	18.36	173.85	24.73	3.08	2.97

NOMENCLATURA

A= Area de la selección transversal del tubo, cm2
I= Momento de Inercia de la sección, cm4
W= Módulo resistente de la sección, cm3
i= Radio de giro de la sección, cm
X= Distancia desde el eje menor Y-Y a la superficie exterior de un perfil, cm

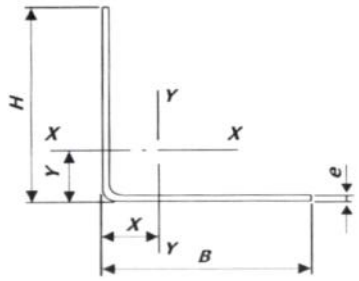


Tabla 2. Tipos de los angulos ASTM A-36

IPAC
Por los caminos del acero...

Tubo Estructural Cuadrado

DIMENSIONES			PESO	AREA	PROPIEDADES EJES X-X e Y-Y		
Designación	B	e	P	A	I	W	i
Plg	mm	mm	Kg/6m	cm2	cm4	cm3	cm
¾	20	1.5	4.98	1.05	0.58	0.58	0.74
		2.0	6.30	1.34	0.69	0.69	0.72
1	25	1.5	6.36	1.35	1.21	0.97	0.95
		2.0	8.16	1.74	1.48	1.18	0.92
1 1/4	30	1.5	7.80	1.65	2.19	1.47	1.15
		2.0	10.08	2.14	2.71	1.81	1.12
1 1/2	40	1.5	10.62	2.25	5.48	2.74	1.56
		2.0	13.86	2.94	6.92	3.46	1.53
		3.0	19.80	4.21	9.28	4.64	1.48
2	50	1.5	13.44	2.85	11.06	4.42	1.97
		2.0	17.58	3.74	14.13	5.65	1.94
		3.0	25.50	5.41	19.40	7.76	1.89
2 3/8	60	1.5	16.26	3.74	18.68	6.22	2.23
		2.0	22.44	4.54	25.12	8.37	2.35
		3.0	33.30	6.61	35.06	11.69	2.30
3	75	2.0	27.00	5.74	50.47	13.46	2.97
		3.0	39.60	8.41	71.54	19.08	2.92
		4.0	51.54	10.95	89.98	24.00	2.87
4	100	2.0	36.42	7.74	122.99	24.60	3.99
		3.0	53.76	11.41	176.95	35.39	3.94
		4.0	70.38	14.95	226.09	45.22	3.89

NOMENCLATURA

A= Area de la selección transversal del tubo, cm2
I= Momento de Inercia de la sección, cm4
W= Módulo resistente de la sección, cm3
i= Radio de giro de la sección, cm

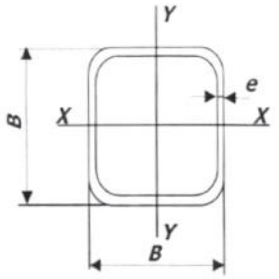


Tabla 3. Tipos de tubos cuadrados ASTM A569

IPAC
Por los caminos del acero...

Tubo Estructural Rectangular

DIMENSIONES			PESO	AREA	PROPIEDADES					
					EJES X-X			EJES Y-Y		
B	H	e	P	A	I	W	i	I	W	i
mm	mm	mm	Kg/6m	cm2	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm
20	40	1.5	7.86	1.65	3.26	1.63	1.37	1.09	1.09	0.81
		2.0	10.08	2.14	4.04	2.02	1.37	1.33	1.33	0.79
25	50	1.5	10.56	2.1	6.39	2.56	1.74	2.19	1.75	1.02
		2.0	13.38	2.74	8.37	3.35	1.75	2.80	2.24	1.01
30	50	1.5	10.62	2.25	7.53	3.01	1.83	3.41	2.27	1.23
		2.0	13.86	2.94	9.52	3.81	1.80	4.28	2.85	1.21
		3.0	19.80	4.21	12.78	5.11	1.74	5.66	3.77	1.16
40	60	1.5	14.04	2.91	14.9	4.97	2.26	7.94	3.97	1.65
		2.0	17.58	3.74	18.39	6.13	2.22	9.81	4.90	1.62
		3.0	25.50	5.41	25.31	8.44	2.16	13.37	6.69	1.57
		4.0	32.70	6.95	30.83	10.28	2.11	16.15	8.08	1.52
30	70	1.5	14.04	2.91	18.08	5.17	2.49	4.76	3.17	1.28
		2.0	17.58	3.74	22.20	6.34	2.44	5.85	3.90	1.25
		3.0	25.50	5.41	30.50	8.71	2.37	7.84	5.23	1.20
		4.0	32.70	6.95	37.07	10.59	2.31	9.30	6.20	1.16
40	80	1.5	18.06	3.74	31.75	7.94	2.91	10.77	5.39	1.70
		2.0	21.36	4.54	37.32	9.33	2.87	12.7	6.35	1.67
		3.0	31.14	6.61	52.16	13.04	2.81	17.49	8.75	1.63
		4.0	40.26	8.55	64.59	16.15	2.75	21.33	10.67	1.58
50	100	2.0	27	5.74	74.94	14.99	3.61	25.65	10.26	2.11
		3.0	39.60	8.41	106.34	21.27	3.56	35.97	14.39	2.07
		4.0	51.54	10.59	133.88	26.78	3.56	44.76	17.90	2.02
50	150	2.0	36.42	7.74	207.45	27.66	5.18	37.17	14.87	2.19
		3.0	53.76	11.41	298.35	39.78	5.11	52.54	21.02	2.15
		4.0	70.38	14.95	380.98	50.80	5.05	65.92	26.37	2.10

NOMENCLATURA

A= Area de la selección transversal del tubo, cm2
I= Momento de Inercia de la sección, cm4
W= Módulo resistente de la sección, cm3
i= Radio de giro de la sección, cm

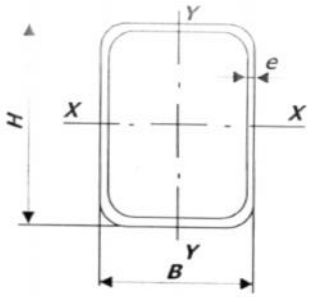


Tabla 4. Tipos de tubos rectangular ASTM A569 o ASTM A-36

IPAC
Por los caminos del acero...

Tubo Estructural Redondo

DIMENSIONES		e	PESO	AREA	PROPIEDADES		
DIAMETRO EXTERIOR (D)			P	A	I	W	i
Plg		mm	Kg/6m	cm2	cm4	cm3	cm
3/4	19.05	1.5	3.90	0.83	0.32	0.34	0.62
		2.0	5.04	1.07	0.39	0.41	0.61
7/8	22.22	1.5	4.62	0.98	0.53	0.47	0.73
		2.0	6.00	1.27	0.66	0.59	0.72
1	25.4	1.5	5.28	1.13	0.81	0.64	0.85
		2.0	6.90	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4	31.75	1.5	6.72	1.43	1.63	1.03	1.07
		2.0	8.82	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2	38.1	1.5	8.10	1.72	2.89	1.52	1.30
		2.0	10.68	2.27	3.71	1.95	1.28
1 3/4	44.45	1.5	9.54	2.02	4.67	2.10	1.52
		2.0	12.54	2.67	6.02	2.71	1.50
1 7/8	47.63	1.5	10.32	2.17	5.79	2.43	1.63
		2.0	13.62	2.87	7.48	3.14	1.61
2	50.8	1.5	10.92	2.32	7.06	2.78	1.74
		2.0	14.46	3.07	9.14	3.60	1.73
		3.0	21.24	4.51	12.92	5.09	1.69
2 3/8	60.33	1.5	13.20	2.77	12.00	3.98	2.08
		2.0	17.28	3.66	15.66	5.17	2.06
		3.0	25.44	5.40	22.26	7.38	2.14
2 1/2	63.5	1.5	13.74	2.92	14.05	4.42	2.19
		2.0	18.18	3.86	18.29	5.76	2.18
		3.0	26.88	5.70	26.15	8.24	2.14
3	76.2	1.5	16.56	3.75	26.10	6.85	2.64
		2.0	21.96	4.66	32.11	8.43	2.62
		3.0	32.52	6.90	46.28	12.15	2.59
4	101.60	2.0	29.46	6.26	77.63	15.28	3.52
		3.0	43.74	9.29	113.04	22.25	3.49
		4.0	57.78	12.26	146.28	28.80	3.45
5	127.00	4.0	72.60	15.46	292.61	46.08	4.35
		5.0	90.00	19.16	357.14	56.24	4.32
6	152.40	5.0	112.75	11.97	629.54	82.62	5.21
		6.0	135.30	14.36	740.57	97.19	5.18

NOMENCLATURA

A= Area de la selección transversal del tubo, cm2
I= Momento de Inercia de la sección, cm4
W= Módulo resistente de la sección, cm3
i= Radio de giro de la sección, cm

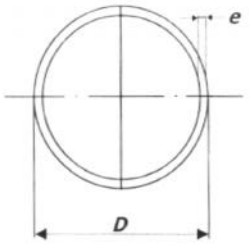


Tabla 5. Tipos de tubos redondo ASTM A569

Planchas de acero

IPAC
Por los caminos del acero...

Especificaciones:

Producto	Recubrimiento	Dimensiones mm	Espesor mm	Calidad del Acero
Plancha laminada en caliente de paquete	Negro	1,220 x 2,440 1,000 x 2,000 1,500 x 6,000 1,800 x 6,000 2,000 x 6,000	2 – 10 2 – 3 4 – 6 5 – 12 8 – 50	ASTM A – 36
Plancha laminada en caliente de bobina (largo bajo pedido)	Negro	1,220 (ancho) 1,500 (ancho) 1,800 (ancho)	2 – 6 4 – 6 5 – 12	ASTM A – 36 ASTM A 283 Gr C
Plancha para tanques	Negro	2,440 x 12,192	6.35 – 25	ASTM A 283 Gr C / A – 36
Plancha para puentes	Negro	2,500 x 12,000 3,000 x 12,000	8 – 30	ASTM A 588 Gr A
Plancha Naval	Negro	1,524 x 6,096	4 – 12	ASTM A131 / LLOYD'S / ABS
Plancha Antideslizantes para piso	Negro	1,000 x 3,000 1,220 x 2,440	2.3 – 6	DIN 17100 ST 37.2
Plancha laminada en frio	Negro	1,000 x 2,000 1,220 x 2,440	0.35 – 2	ASTM A 366 Tipo B JIS G 3141 SPCC – SD
Plancha galvanizada	Galvanizada	1,220 x 2,440	0.35 – 2	ASTM A 653 CS

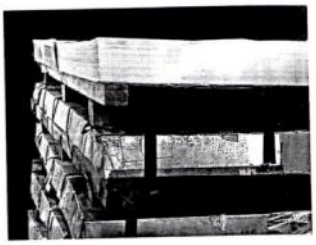
Stock previa consulta

Tabla 6. Especificaciones planchas de acero ASTM

Tabla 7. Tipos de plancas de acero

Planchas " PL "

DIPAC
PRODUCTOS DE ACERO



DIMENSIONES EN (mm)			PESOS
ANCHO	LARGO	ESPESOR	KG
1220	2440	2	46,74
1220	2440	3	70,10
1220	2440	4	93,47
1500	2440	4	114,92
1220	2440	5	116,84
1500	2440	5	143,66
1800	2440	5	172,39
1220	2440	6	140,21
1500	2440	6	172,39
1800	2440	6	206,86
1220	2440	8	186,94
1500	2440	8	229,85
1800	2440	8	275,82
1220	2440	10	233,68
1500	2440	10	287,31
1800	2440	10	344,77
1220	6000	12	689,54

REDUCCION DE FRACCIONES DE PULGADAS A (mm)

Pulgadas		Milimetros	Pulgadas		Milimetros	Pulgadas		Milimetros
1/64	=	0,3969	27/64	=	10,72	27/32	=	21,43
1/32	=	0,7938	7/16	=	11,11	55/64	=	21,83
3/64	=	1,191	29/64	=	11,51	7/8	=	22,23
1/16	=	1,588	15/32	=	11,91	57/64	=	22,62
5/64	=	1,984	31/64	=	12,30	29/32	=	23,02
3/32	=	2,381	1/2	=	12,70	59/64	=	23,42
7/64	=	2,778	33/64	=	13,10	15/16	=	23,81
1/8	=	3,175	17/32	=	13,49	61/64	=	24,21
9/64	=	3,572	35/64	=	13,89	61/32	=	24,61
5/32	=	3,969	9/16	=	14,29	63/64	=	25,00
11/64	=	4,366	37/64	=	14,68	1	=	25,40
3/16	=	4,763	19/32	=	15,08	11/10	=	27,0
13/64	=	5,159	39/64	=	15,48	11/8	=	28,6
7/32	=	5.556	5/8	=	15,88	18/16	=	30,2
15/64	=	5,953	41/64	=	16,27	11/4	=	31,7
1/4	=	6,350	21/32	=	16,67	15/16	=	33,3
17/64	=	6,747	46/64	=	17,07	13/8	=	34,9
9/32	=	7,144	11/16	=	17,46	17/16	=	36,5
19/64	=	7,541	45/64	=	17,86	11/2	=	38,1
5/16	=	7,938	23/32	=	18,26	19/10	=	39,7
21/64	=	8,334	47/64	=	18,65	15/8	=	41,3
11/32	=	8,731	3/4	=	19,05	111/16	=	42,9
23/64	=	9,128	49/64	=	19,45	13/4	=	44,4
3/8	=	9,525	25/32	=	19,84	113/16	=	46,0
25/64	=	9,922	51/64	=	20,24	17/8	=	47,6
13/32	=	10,32	13/16	=	20,64	115/16	=	49,2
			53/64	=	21,03	2	=	50,80

Método práctico para calcular peso de las Planchas de Acero

L = largo (mm)
A = ancho (mm)
E = espesor (mm)
Peso = Kgs.

$$Peso = \frac{L \times A \times E \times 7.85}{1.000.000}$$

Ejemplo: $\frac{(L = 1220\ mm \times A = 2440\ mm \times E = 2.0\ mm) \times 7.85}{1.000.000} = 46.74\ Kg$

Gualaquiza 295 y Av. de La Pren

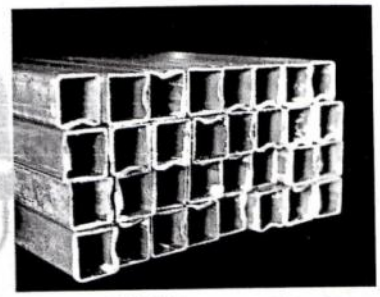
Tabla 8. Tipos de tubo estructural cuadrado

Tubo Estructural
Cuadrado "▢"

DIPAC
PRODUCTOS DE ACERO

Especificaciones Generales

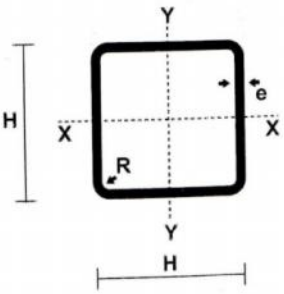
Calidad del acero	JIS G 3132 SPHT-1, ASTM A569
Recubrimiento	Negro o Galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20mm a 60mm
Espesor	Desde 2.0mm a 3.0mm



DESIGNACION	DIMENSIONES		PESO	PROPIEDADES			
				AREA	EJES X-X E Y-Y		
	B	e	P	A	I	W	i
Pulg.	mm	mm	Kg/6m	cm²	cm⁴	cm³	cm
3/4	20	1.5	5.64	1.05	0.58	0.58	0.74
		2.0	6.30	1.34	0.69	0.69	0.72
1	25	1.5	7.08	1.35	1.21	0.97	0.95
		2.0	9.60	1.74	1.48	1.18	0.92
1 1/4	30	1.5	8.46	1.65	2.19	1.47	1.15
		2.0	10.08	2.14	2.71	1.81	1.12
1 1/2	40	1.5	11.28	2.25	5.48	2.74	1.56
		2.0	13.86	2.94	6.92	3.46	1.53
		3.0	19.80	4.21	9.28	4.64	1.48
2	50	1.5	14.04	2.85	11.06	4.42	1.97
		2.0	17.58	3.74	14.13	5.65	1.94
		3.0	25.50	5.41	19.40	7.76	1.89
2 3/8	60	1.6	18.06	3.74	21.26	7.09	2.39
		2.0	22.44	4.54	25.12	8.37	2.35
		3.0	33.30	6.61	35.06	11.69	2.30

NOMENCLATURA

A= Area de la selección transversal del tubo, cm2
I= Momento de inercia de la sección, cm4
W= Módulo resistente de la sección, cm3
i= Radio de giro de la sección, cm



ANEXO G.

INSTRUMENTACIÓN PARA CONTROL

SENSORES DE PROXIMIDAD

Autonics

CAPACITIVOS ·Detectan: Metales, plásticos , agua, piedra y madera. ·Sensibilidad: Ajustable.
DIAMETRO: Ø 18mm. ·Material cuerpo: Plástico. ·Protección: IP 66.

REF.	CUERPO ALCANCE	VOLTAJE	HILOS	SALIDA DE CONTROL	Hz.	DETECCIÓN
39000/CR188AO	8 mm	100-240VAC	2	NA	20	Rasante
39040/CR188AC	8 mm	100-240VAC	2	NC	20	Rasante
39080/CR188DN	8 mm	12-24VDC	3	NPN-NA	50	Rasante
39086/CR188DN2	8 mm	12-24VDC	3	NPN-NC	50	Rasante
39120/CR188DP	8 mm	12-24VDC	3	PNP-NA	50	Rasante

CR18

Autonics

CAPACITIVOS
DIAMETRO: Ø 30mm. ·Material cuerpo: Metálico. ·Protección: IP 65.

REF.	ALCANCE	VOLTAJE	HILOS	SALIDA DE CONTROL	Hz.	DETECCIÓN
39160/CR3015AO	15 mm	100-240VAC	2	NA	20	Saliente
39161/CR3015AC	15 mm	100-240VAC	2	NC	20	Saliente
39200/CR3015DN	15 mm	12-24VAC	3	NPN-NA	50	Saliente
39210/CR3015DP	15 mm	12-24VDC	3	PNP-NA	50	Saliente

CR30

Autonics

INDUCTIVOS. Detectan únicamente metales.
DIAMETRO: Ø 8mm. ·Material cuerpo: Metálico. ·Protección: IP 67.

REF.	ALCANCE	VOLTAJE	HILOS	SALIDA DE CONTROL	Hz.	DETECCIÓN
37600/PR0815DN	1,5 mm	12-24VDC	3	NPN-NA	1.5KHz	Rasante
37650/PR0815DP	1,5 mm	12-24VDC	3	PNP-NA	1.5KHz	Rasante
37660/PR082DP	2 mm	12-24VDC	3	PNP-NA	1KHz	Saliente

CE
PR
Rasa
PR
Salie

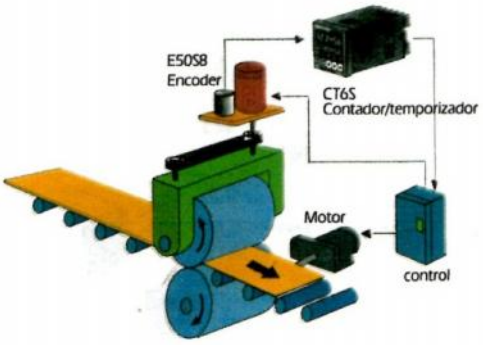
INDUCTIVOS
DIAMETRO: Ø 12mm. ·Material cuerpo: Metálico. ·Protección: IP 67.

Autonics

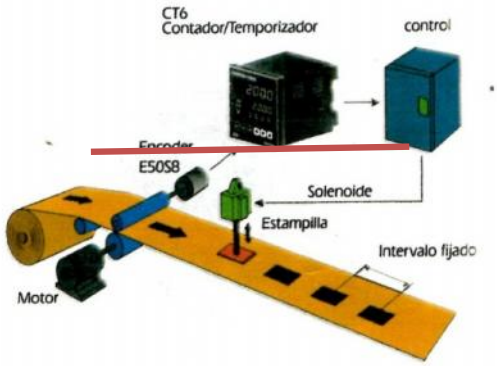
REF.	ALCANCE	VOLTAJE	HILOS	SALIDA DE CONTROL	Hz.	DETECCIÓN
37700/PR122DN	2 mm	12-24VDC	3	NPN-NA	1.5KHz	Rasante
37800/PR124DN	4 mm	12-24VDC	3	NPN-NA	500	Saliente
37801/PR124DN2	4 mm	12-24VDC	3	NPN-NC	500	Saliente
37750/PR122DP	2 mm	12-24VDC	3	PNP-NA	1.5KHz	Rasante
37764/PR124DP	4 mm	12-24VDC	3	PNP-NA	500	Saliente
37765/PR124DP2	4 mm	12-24VDC	3	PNP-NC	500	Rasante
38130/PRT122DC	2 mm	12-24VDC	2	NC	1.5KHz	Saliente
37690/PR122AO	2 mm	100-240VAC	2	NA	20	Saliente

CE
PR
Rasa
PR
Salie

CONTROL DE POSICIÓN



CONTROL DE POSICIÓN



MEDIDA DE LONGITUD

Contador/Temporizador

Para cortar piezas de vinilo de 300mm de longitud usar encoder 1000p/vuelta con un rodillo de 200mm de diametro
Valor de escala= pix diametro del rodillos / pulsos por vuelta.

- Valor de escala = $\frac{\pi \times \text{Diametro del rodillo(D)}}{\text{Numero de pulsos por vuelta del encoder}}$

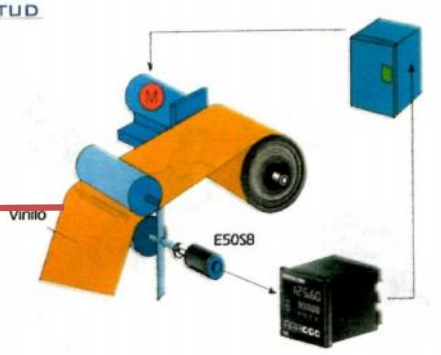
$$= \frac{3.1416 \times 200}{1000}$$

$$= 0.628\text{mm / Pulse}$$

Coloque el valor de escala 0.628 en los parametros

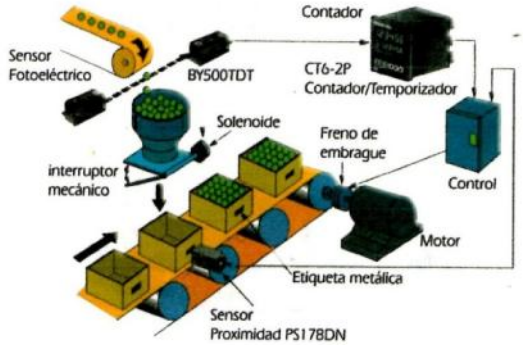
Seleccione el segundo punto decimal

Selecciona el valor de 300.00mm, y se contara de 0.62 por cada pulso de entrada se mostrara 300.18mm por 478 pulsos de entrada.

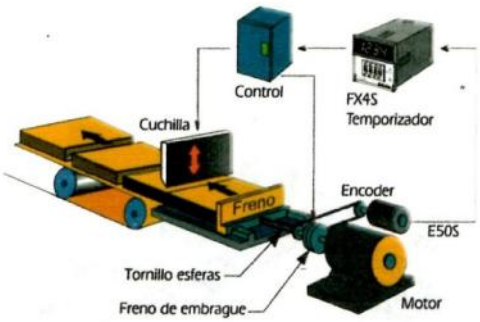


Contador/temporizador baches

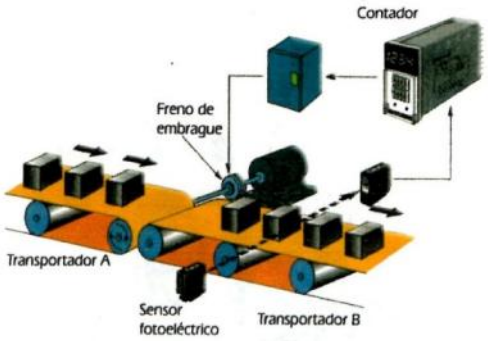
CONTROL DE CALIDAD



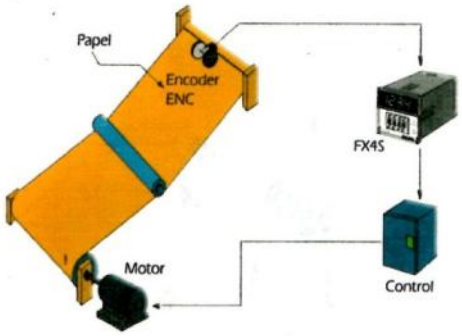
MEDIDA DE LONGITUD



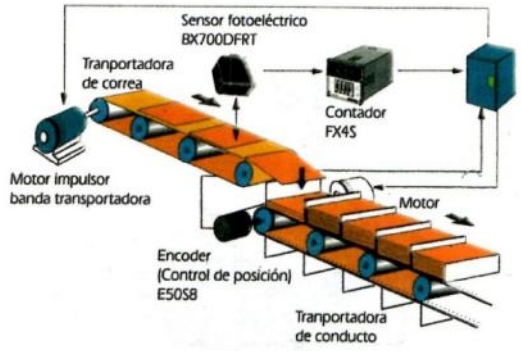
CONTROL DE CALIDAD



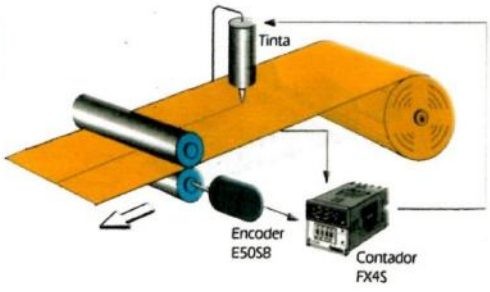
MEDIDA DE LONGITUD



CONTROL DE CALIDAD



MEDIDA DE LONGITUD



MINI PLC SERIE SR ACCESORIOS

ARRAY

74385

74387

REF.	DESCRIPCION
74385	Interfase SR a PC RS 232.
74387	Interfase SR-PC USB.
74390	Display LCD de programación
74395	Display LCD de visualización programable:
74400	Accesorios de conexión remota de display 74390 o 74395
74420	Modulo receptor remoto
74425	Transmisor remoto

SOFTWARE INCLUIDO

SUPERCAD

74395

74390

74400

74420

74425

MINI PLC SERIE AF

ARRAY

74250
74255

MINI PLC Display desmontable.

Especificaciones Generales.

SOFTWARE INCLUIDO

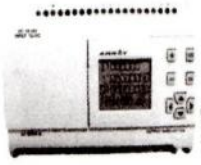
QUICK II

- Programación por bloques SOFTWARE: QUICK II
- 127 Lineas de programa.
- Protección de programa con contraseña.
- Máxima frecuencia de entrada 20 Hz
- Grado de protección IP 20
- Montaje en riel DIN,
- Base de tiempo real.
- Programación: PC o Display.

DISPLAY INCLUIDO

Funciones

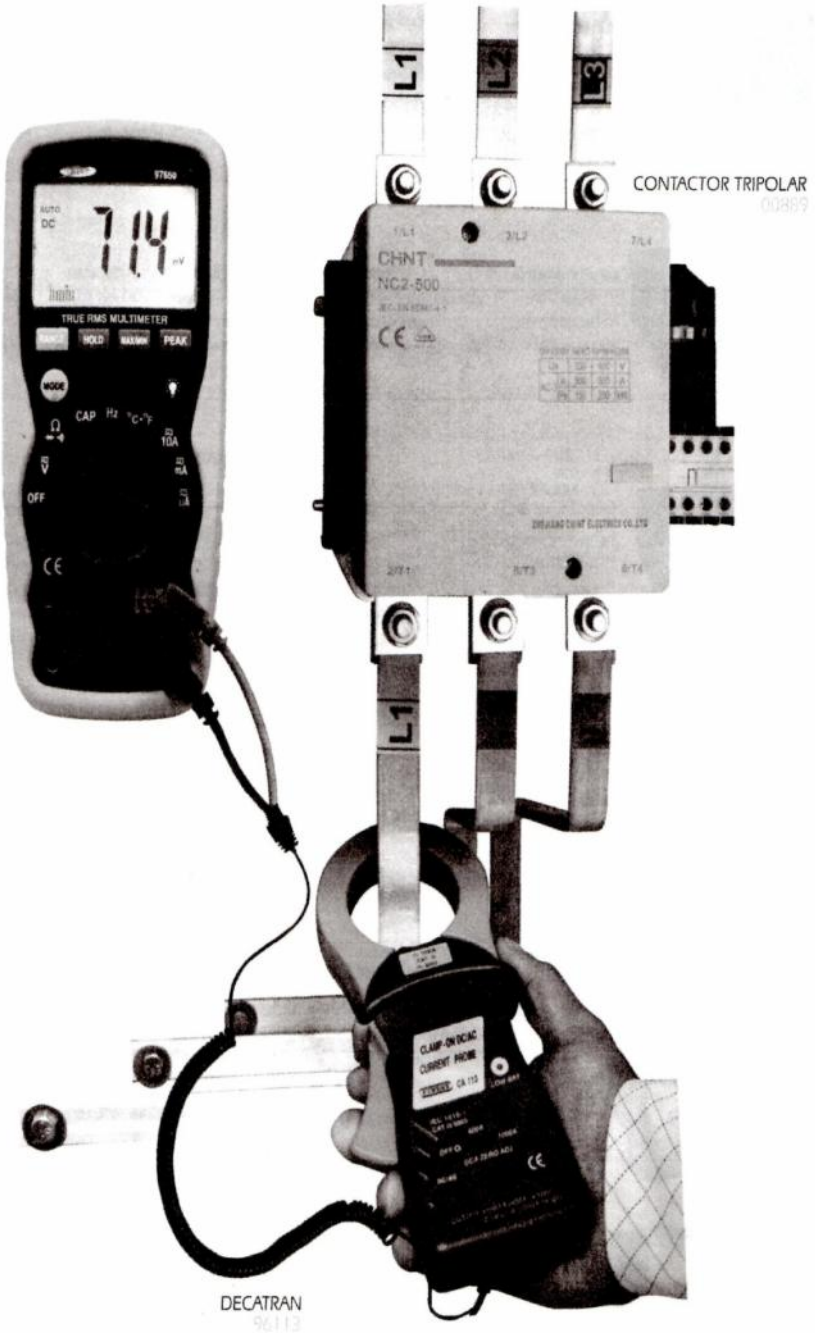
- 20 Bloques de función:
  - 6 Generales
  - 14 Especiales
- Temporizadores 0.01 seg.-100 Hr
- Contadores ascendente / descendente 0- 999999.


74270
74265

REF.	ENTRADAS		SALIDA RELÉ	ALIMENTACIÓN
74250	6 Digital AC	4	10Amp/240VAC(AC1)	100 - 240 VAC
74255	6 Digital o analogas 0-10VDC	4	10Amp/240VAC(AC1)	12-24 VDC
74265	12 Digital AC	8	10Amp/240VAC(AC1)	100 - 240 VAC
74270	12 Digital o analogas 0-10VDC	8	10Amp/240VAC(AC1)	12-24 VDC

INSTRUMENTACIÓN DE MEDIDA PARA PANEL

APLICACIÓN DECATRAN



Decatran:
Transductor de corriente, utilizado para aumentar el rango de medida de corriente en multimetros y osciloscopios.

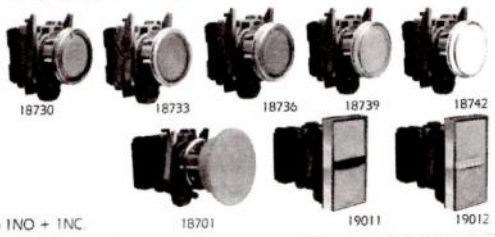
ANEXO H.

INSTRUMENTACIÓN PARA POTENCIA

PULSADORES Ø22MM XB4

Material base: Metalica.

REF.	DESCRIPCIÓN
18733	Contacto NA + LED Verde 220/240VAC Protector, IP 65.
18736	Contacto NA + LED Azul 220/240VAC Protector, IP 65.
18739	Contacto NA + LED Amarillo 220/240VAC
18742	Contacto NA + LED Blanco 220/240VAC
18730	Contacto NC + LED Rojo 220/240VAC
18701	Pulsador Emergencia, NC.
19011	Start-Stop, contactos NO/NC.
19012	Start-Stop + Bombillo LED Amarillo 220/240VAC, Contacto 1NO + 1NC.



SELECTORES DE MULETILLA Ø22MM XB4

REF.	DESCRIPCIÓN
19201	2 Posiciones, contacto NA.
19205	3 Posiciones, contactos 2NA.
19207	3 Posiciones, con retorno al centro. contactos 2NA.
19210	2 Posiciones, con llave, contacto NA.

PULSADORES PLÁSTICOS Ø22MM MONTAJE RÁPIDO

REF.	DESCRIPCIÓN	COLOR
20330	Contacto NA	Verde
20350	Contacto NA	Negro
20310	Contacto NC	Rojo
20340	Contacto NA + Protector, IP 65.	Verde
20320	Contacto NC + Protector, IP 65.	Rojo
20335	Contacto NA + LED 220-240V.	Verde
20353	Contacto NA + LED 220-240V.	Azul
20356	Contacto NA + LED 220-240V.	Amarillo
20315	Contacto NC + LED 220-240V.	Rojo
20300	Pulsador de Emergencia, NC.	Rojo
20400	Start - Stop. Contactos 1NC + 1NA.	
20405	Start - Stop. + LED Amarillo 220-240V. Contactos 1NO+1NC.	

MANIOBRA

CONTACTORES TRIPOLARES

CE UL

00905 - 00922

REF.	AMP. AC3	AMP. AC1	BOBINA VAC	CONT. AUXILIAR	
00905/NC1-0910	9	20	110	1 NA	CHNT
00907/NC1-0910	9	20	220	1 NA	
00910/NC1-1210	12	20	24	1 NA	
00913/NC1-1210	12	20	110	1 NA	
00915/NC1-1210	12	20	220	1 NA	
00916/NC1-1810	18	20	24	1 NA	
00919/NC1-1810	18	32	110	1 NA	
00922/NC1-1810	18	32	220	1 NA	

CE UL

00926 - 00936

00923/NC1-2510	25	40	24	1 NA	CHNT
00926/NC1-2510	25	40	110	1 NA	
00929/NC1-2510	25	40	220	1 NA	
00930/NC1-3210	32	50	24	1 NA	
00933/NC1-3210	32	50	110	1 NA	
00936/NC1-3210	32	50	220	1 NA	

CE UL

00941 - 00960

00941/NC1-4011	40	60	110	1 NA +1 NC	CHNT
00944/NC1-4011	40	60	220	1 NA +1 NC	
00951/NC1-5011	50	80	110	1 NA +1 NC	
00954/NC1-5011	50	80	220	1 NA +1 NC	
00957/NC1-6511	65	80	110	1 NA +1 NC	
00960/NC1-6511	65	80	220	1 NA +1 NC	

CE UL

00968 - 00978

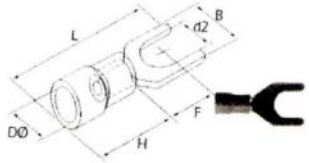
00968/NC1-8011	80	95	24	1 NA +1 NC	CHNT
00971/NC1-8011	80	95	110	1 NA +1 NC	
00974/NC1-8011	80	95	220	1 NA +1 NC	
00975/NC1-7511	95	95	110	1 NA +1 NC	
00978/NC1-7511	95	95	220	1 NA +1 NC	

CE UL

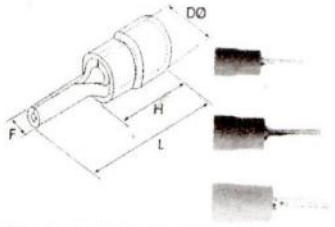
00869-00889

00869/NC2-115	115	140	110	1 NA +1 NC	CHNT
00870/NC2-115	115	140	220	1 NA +1 NC	
00871/NC2-150	150	200	110	1 NA +1 NC	
00872/NC2-150	150	200	220	1 NA +1 NC	
00873/NC2-185	185	225	110	1 NA +1 NC	
00874/NC2-185	185	225	220	1 NA +1 NC	
00876/NC2-225	225	265	110	2 NA +2 NC	
00877/NC2-225	225	265	220	2 NA +2 NC	
00880/NC2-265	265	320	220	2 NA +2 NC	
00883/NC2-330	330	400	220	2 NA +2 NC	CHNT
00886/NC2-400	400	480	220	2 NA +2 NC	
00889/NC2-500	500	600	220	2 NA +2 NC	

TERMINAL AISLADA

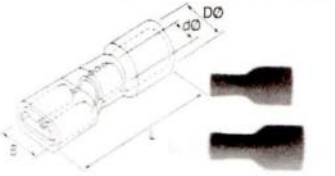


REF.	d2	CALIBRE AWG	I max(A):	COLOR
34400 SV 1,25-3	3.2mm - 1/8"	22~16	19	Rojo
34402 SV 1,25-4M	4.3mm - 11/64"	22~16	19	Rojo
34404 SV 1,25-6L	6.4mm - 1/4"	22~16	19	Rojo
34414 SV 2-3	3.2mm - 1/8"	16~14	27	Azul
34416 SV 2-4M	4.3mm - 11/64"	16~14	27	Azul
34418 SV 2-5S	5.3mm - 13/64"	16~14	27	Azul
34420 SV 2-6S	6.4mm - 1/4"	16~14	27	Azul
34432 SVS 5,5-4	4.3mm - 11/64"	12~10	48	Amarillo
34434 SV 5,5-5	5.3mm - 13/64"	12~10	48	Amarillo



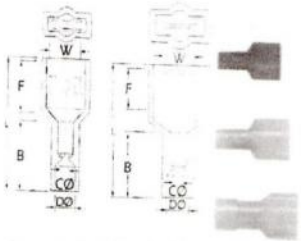
·Terminales de PIN aislados.

	DØmm			
34444 PTV 1,25-12	4.3	22-16	19	Rojo
34450 PTV 2-12	4.9	16-14	27	Azul
34456 PTV 5,5-13	6.7	12-10	48	Amarillo



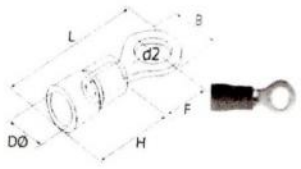
·Faston hembra material PVC.

	dØmm			
34514 FDFD 1,25-250	1.7	22-16	10	Rojo
34520 FDFD 2-250	2.3	16-14	15	Azul
34526 FDFD 5,5-250	34	12-10	24	Amarillo



Macho y Hembra completo aislamiento de nylon.
Material de la cubierta de aislamiento: Nylon. Material: Bronce.

		DØmm			
34534 FDFNY 1,25-250	H	4.0	22-16	10	Rojo
34544 MDFNY 1,25-250	M	4.5	22-16	10	Rojo
34536 FDFNY 2-250	H	4.0	16-14	15	Azul
34546 MDFNY 2-250	M	5.0	16-14	15	Azul
34538 FDFNY 5,5-250	H	4.5	12-10	24	Amarillo
34548 MDFNY 5,5-250	M	5.0	12-10	24	Amarillo



Terminal circular. ·Material: Cobre. ·Espesor: 0.7mm.

	d2			
34466 RV 1,25-3	3.2mm - 1/8"	22-16	19	Rojo
34468 RV 1,25-4L	4.3mm - 11/64"	22-16	19	Rojo
34470 RVL 1,25-5	5.3mm - 13/64"	22-16	19	Rojo
34472 RV 1,25-6S	6.4mm - 1/4"	22-16	19	Rojo
34482 RV 2-3	3.2mm - 1/8"	16-14	27	Azul
34484 RV 2-4L	4.3mm - 11/64"	16-14	27	Azul
34486 RV 2-5L	5.3mm - 13/64"	16-14	27	Azul
34488 RV 2-6	6.4mm - 1/4"	16-14	27	Azul
34498 RV 5,5-3,5	3.7mm - 3,7mm	12-10	48	Amarillo
34500 RV L5,5-4	4.3mm - 11/64"	12-10	48	Amarillo
34502 RVS 5,5-6	6.4mm - 1/4"	12-10	48	Amarillo
34504 RV 5,5-8	8.4mm - 21/64"	12-10	48	Amarillo

CONTACTORES TRIPOLARES

CONTACTOR TRIPOLAR TRABAJO LIVIANO

REF.	AMP. AC3	AMP. AC1	BOBINA	CONT. AUX
00091/LC1D09	9	25	110	1NA
00092/LC1D09	9	25	220	1NA
00121/LC1D12	12	25	110	1NA
00122/LC1D12	12	25	220	1NA
00181/LC1D18	18	32	110	1NA
00182/LC1D18	18	32	220	1NA
00251/LC1D25	25	40	110	1NA
00252/LC1D25	25	40	220	1NA
00254/LC1D25	25	40	440	1NA
00321/LC1D32	32	50	110	1NA
00322/LC1D32	32	50	220	1NA
00324/LC1D32	32	50	440	1NA
00401/LC1D40	40	60	110	1NA + 1NC
00402/LC1D40	40	60	220	1NA + 1NC
00501/LC1D50	50	80	110	1NA + 1NC
00502/LC1D50	50	80	220	1NA + 1NC
00651/LC1D65	65	80	110	1NA + 1NC
00652/LC1D65	65	80	220	1NA + 1NC
00801/LC1D80	80	125	110	1NA + 1NC
00802/LC1D80	80	125	220	1NA + 1NC
00811/LC1D95	95	125	110	1NA + 1NC
00822/LC1D95	95	125	220	1NA + 1NC

CE 00091 00182

CE 00251 00324

CE 00401 00652

CE 00801 00822

RELÉS TÉRMICOS

RELÉ TÉRMICO

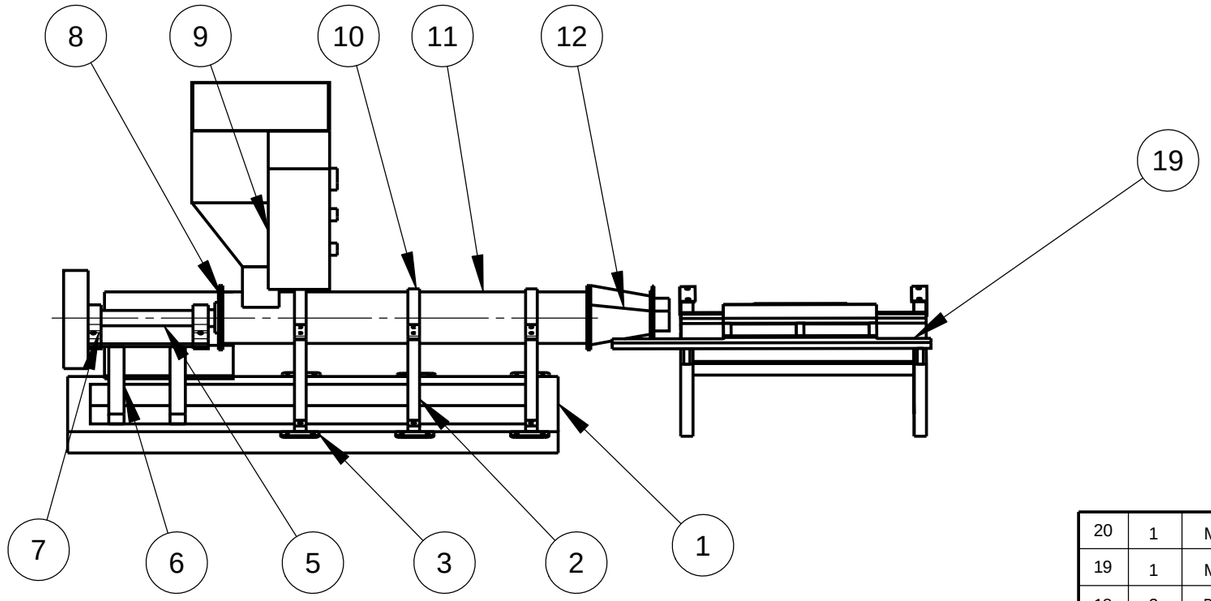
REF.	AMPERAJE	CONTACTOR
00986/LR2D1305	0.63 - 1	00091/252
00991/LR2D1306	1 - 1,6	00091/252
01000/LR2D1307	1,6 - 2,5	00091/252
01004/LR2D1308	2,5 - 4	00091/252
01006/LR2D1310	4 - 6	00091/252
01008/LR2D1312	5,5 - 8	00091/252
01010/LR2D1314	7 - 10	00091/252
01013/LR2D1316	9 - 13	00121/252
01018/LR2D1321	12 - 18	00121/252
01025/LR2D1322	17 - 25	00121/252
01132/LR2D2353	23 - 32	00321/322
01136/LR2D2355	28 - 36	00321/322
01238/LR2D3353	23 - 32	00401/811
01240/LR2D3355	30 - 40	00401/811
01250/LR2D3357	37 - 50	00401/811
01265/LR2D3359	48 - 65	00401/811
01267/LR2D3361	55 - 70	00401/811
01269/LR2D3363	63 - 80	00401/811
01271/LR2D3365	80 - 93	00401/811

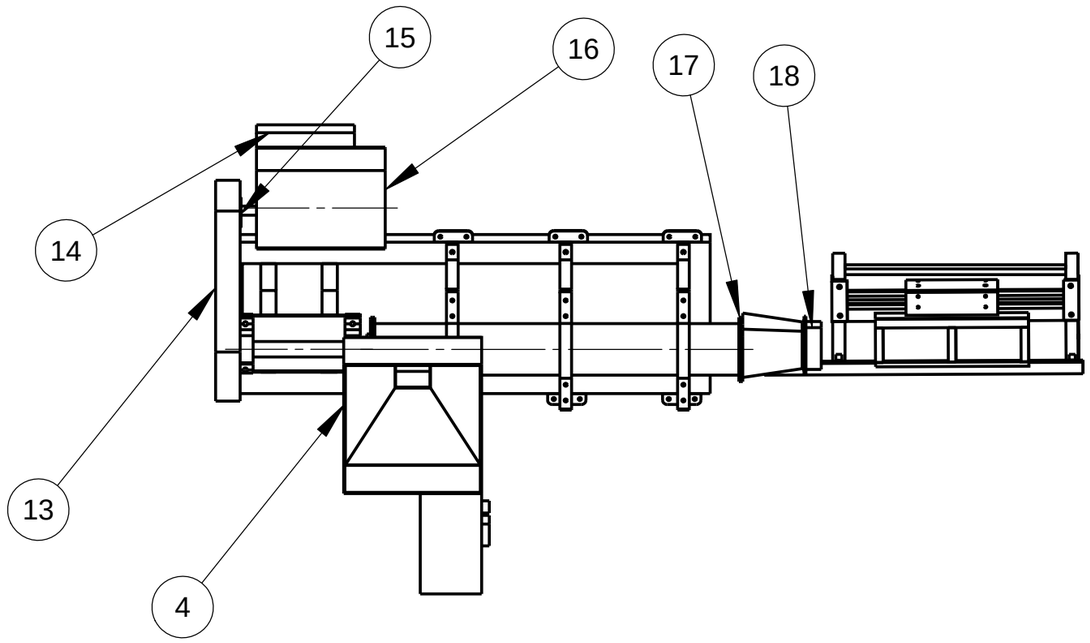
CE 01010

CE 01132 01136

CE 01271

PLANOS





20	1	Mecanismo de corte	Acero ASTM A-36	800mm*25mm*300mm	Soldado
19	1	Molde	Acero ASTM A 588 Gr A	110mm*122mm*77mm	Soldado
18	3	Brida del cilindro	Acero ASTM A- 36	diám 210mm* e = 6.5mm	Torneado
17	1	Moto reductor trifásico	Hierro fundido	3hp	Comprado
16	1	Polea motriz	Aluminio	diám 95mm e = 60mm	Comprado
15	1	Base para el motor	Acero ASTM A-36	380mm*320mm*75mm	Soldado
14	1	Tapa de protección de poleas	Acero galvanizado A 653 Cs	720mm*320mm* 80mm	Soldado
13	1	Cono extrusor	Acero ASTM A 588 Gr A	160mm*170mm*200mm	Soldado
12	1	Cilindro	Acero astm 635 CS	1200mm*diám 168mm	Rectificado
11	3	Abrazadera superior	Acero ASTM A36	417mm* e = 38mm	Soldado
10	1	Tablero de control	Acero galvanizado	350mm*450mm*200mm	Comprado
09	1	Brida para eje - cilindro	Acero ASTM A 588 Gr A	diám 210mm* e = 20mm	Torneado
08	2	Chumacera	Hierro fundido	190mm diám 50mm	Comprado
07	1	Estructura del eje	Acero ASTM A36	190mm*400mm*240mm	Soldado
06	1	Eje del tornillo	Acero AISI 1035	1700mm*diám 55mm	Torneado
05	1	Tolva	Acero galvanizado A 653 Cs	685mm*450mm e = 2mm	Soldado
04	4	Base del soporte	Acero ASTM A-36	75mm*75mm*10mm	Soldado
03	3	Abrazadera inferior	Acero ASTM A-36	525mm*300mm *38mm	Soldado
02	1	Base de la estructura	Acero ASTM A-36 (perfil cuadrado)	225mm*1600mm*74mm	Soldado
Número	Cantidad	Denominación	Material	Dimenciones	Cantidad

EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE

TOLERANCIA: ±5mm

PESO: 230 kg

MATERIAL: ACERO

	NOMBRE	FECHA
DIBUJÓ:	BALSECA H.	23-03-2013
REVISÓ:	Ing. Villacis S.	23-03-2013
APROBÓ:	Ing. Villacis S.	23-03-2013

U.T.A.

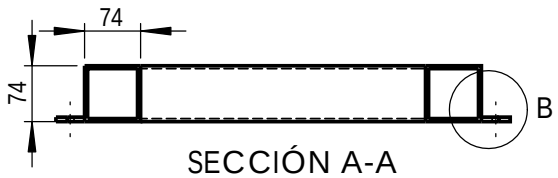
INGENIERIA MECÁNICA

TÍTULO: MÁQUINA DE MOLDEO DE LADRILLO

ESCALA: 1:20

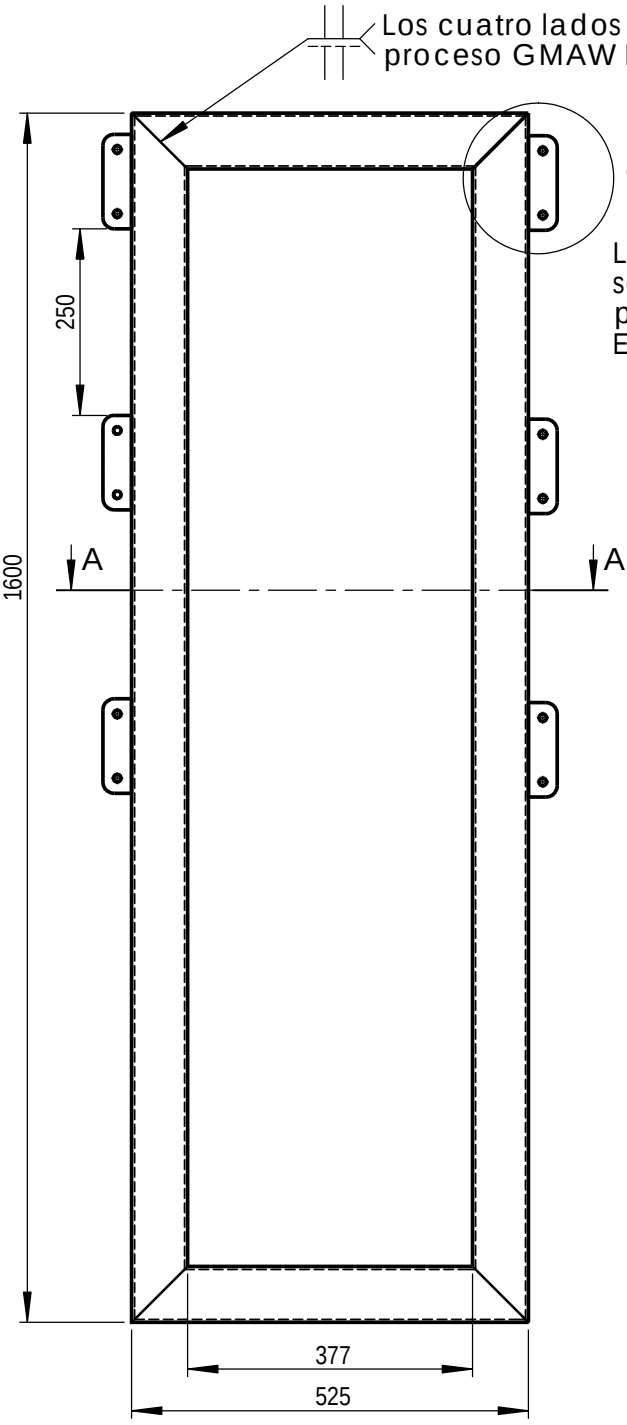
NÚMERO DE LÁMINA:. 1 DE 19

SUSTITUCION:

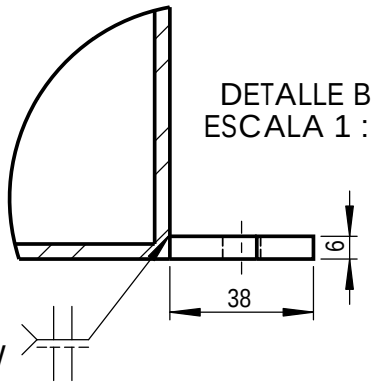


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10

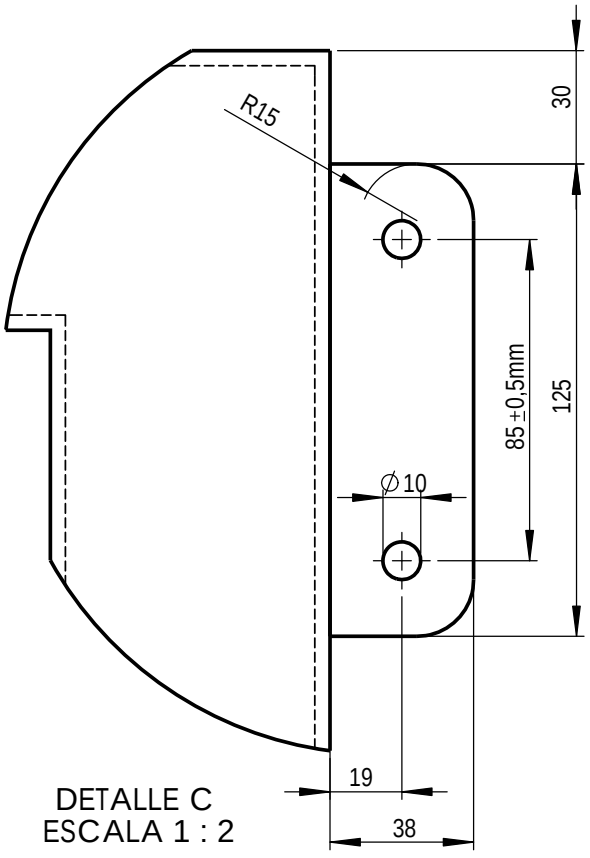
Taladrado - Limado
N7



Las 6 placas soldadas con proceso GMAW E 6011

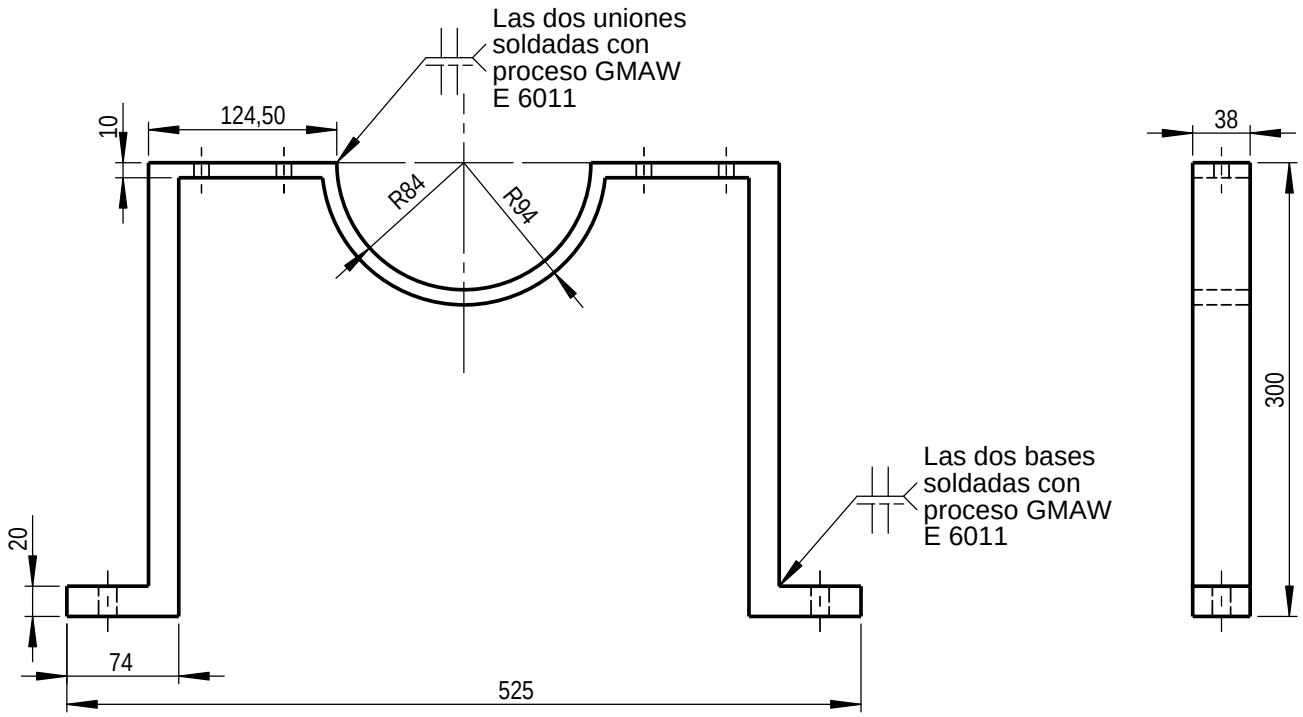


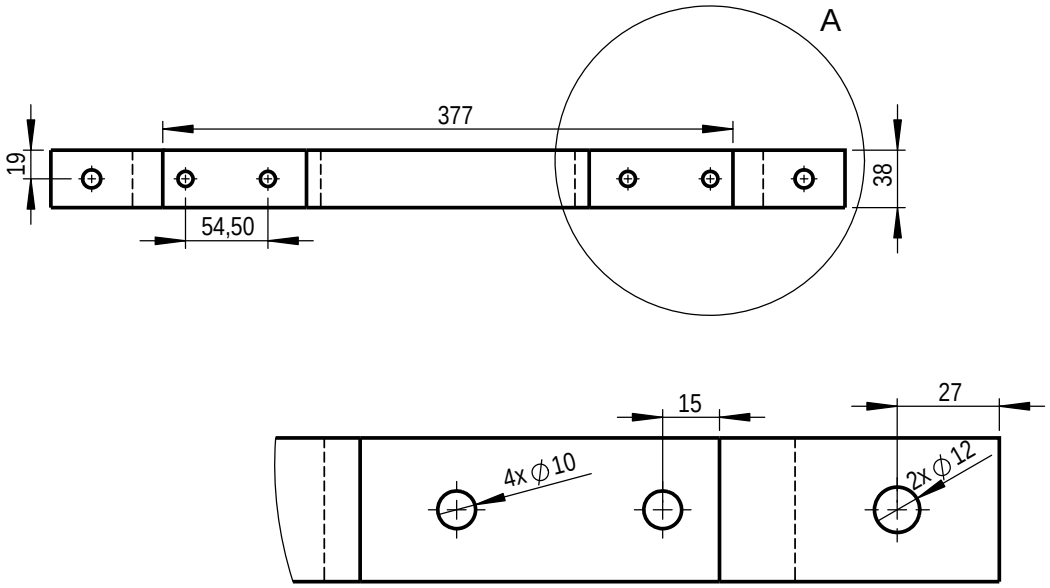
DETALLE B
ESCALA 1 : 2



DETALLE C
ESCALA 1 : 2

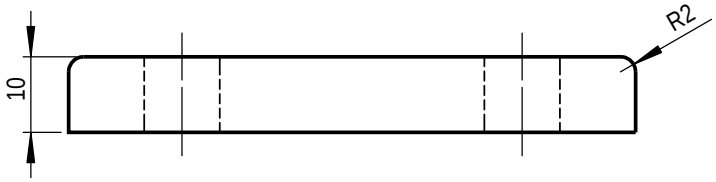
				TOLERANCIA: ± 3mm	PESO: 36 Kg	MATERIAL: ACERO ASTM A-36 (PERFIL CUADRADO)
					NOMBRE / FECHA	TÍTULO: BASE DE LA ESTRUCTURA — ESCALA: 1:20
				DIBUJÓ:	BALSECA H / 23/03/2013	
				REVISÓ:	Ing. Villacis s. / 23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis s. / 23/03/2013	
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		NÚMERO DE LÁMINA: 2DE 19 — SUSTITUCIÓN:

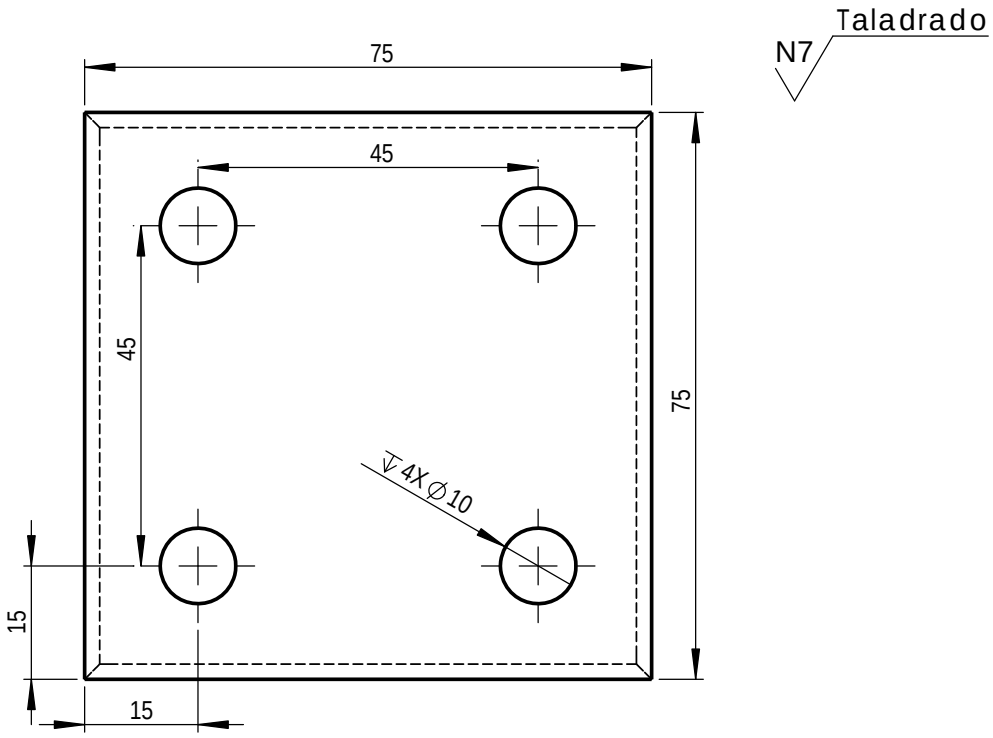




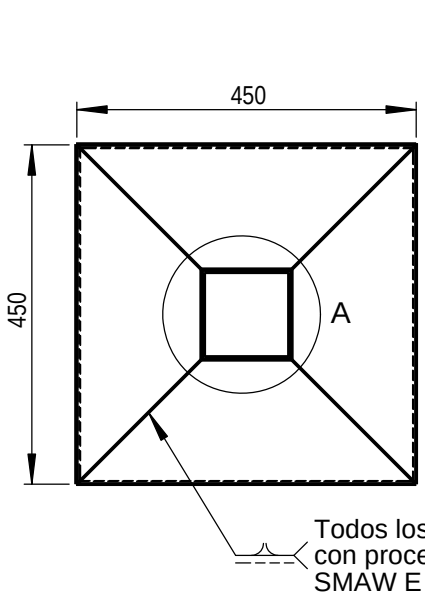
DETALLE A
ESCALA 1 : 2

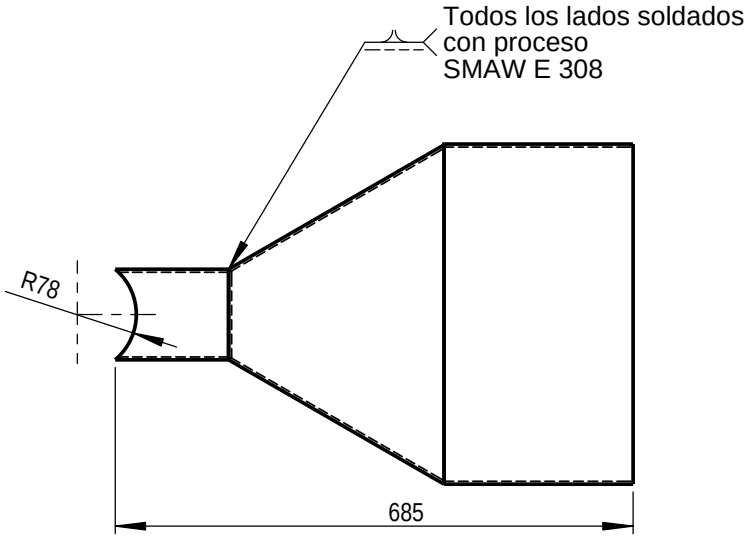
				TOLERANCIA: ± 3mm	PESO: 5.6 Kg	MATERIAL: ACERO ASTM A-36 (PERFIL REGTANGULAR)
					NOMBRE / FECHA	TÍTULO: ABRAZADERA INFERIOR — ESCALA: 1:20
				DIBUJÓ:	BALSECA H / 23/03/2013	
				REVISÓ:	Ing. Villacis s. / 23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis s. / 23/03/2013	
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		NÚMERO DE LÁMINA: 3 DE 19 — SUSTITUCIÓN:

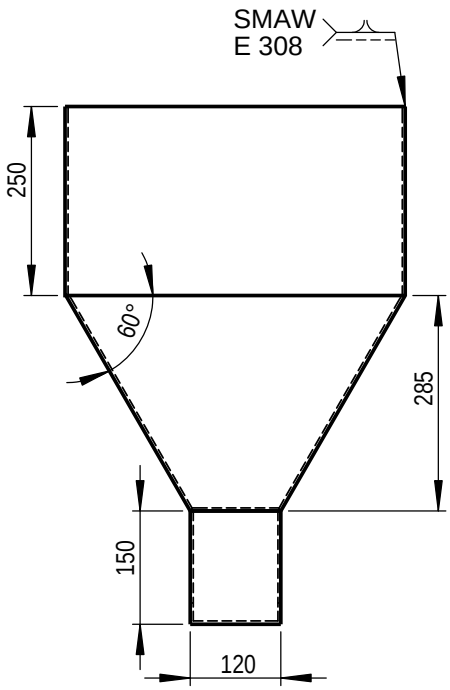


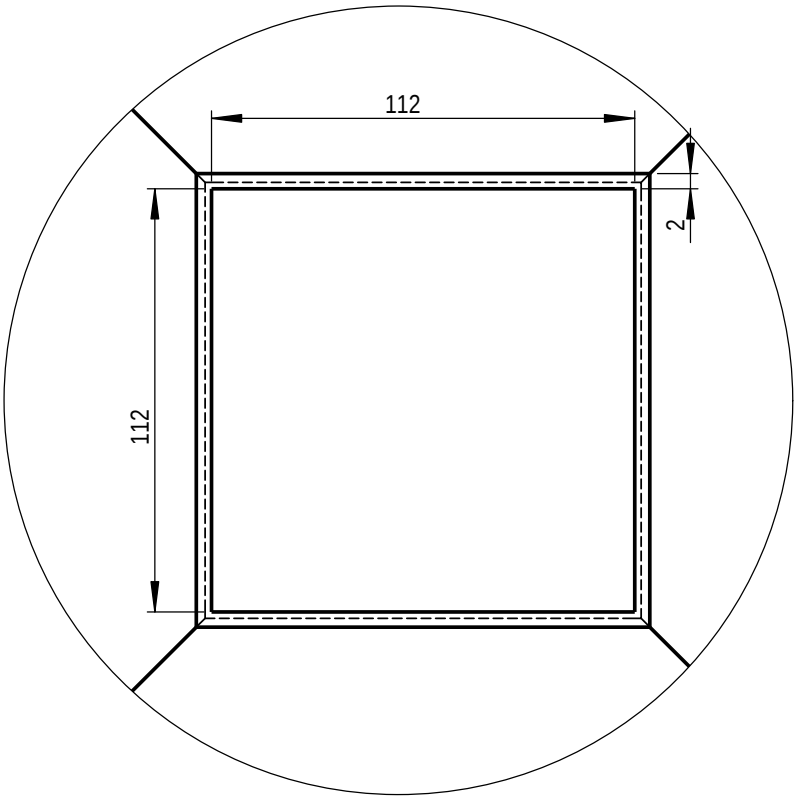


				TOLERANCIA:		PESO:	MATERIAL:
				± 3mm		0,41 kg	PLACA DE ACERO ASTM A-36
					NOMBRE	FECHA	TÍTULO: BASE DEL SOPORTE — ESCALA: 1:20
				DIBUJÓ:	BALSECA H	23/03/2013	
				REVISÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
				U.T.A.			NÚMERO DE LÁMINA 4 DE 19
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	INGENIERÍA MECÁNICA			SUSTITUCIÓN:







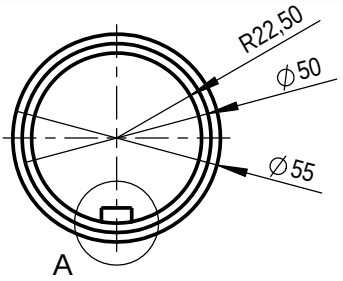


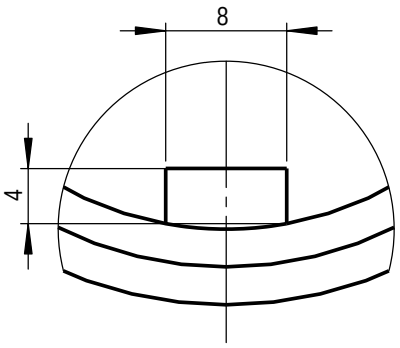
DETALLE A
ESCALA 1 : 2

				TOLERANCIA:		PESO:	MATERIAL:
				± 3mm		15 kg	ACERO GALVANIZADO 653 CS (PLANCHA e 2mm)
					NOMBRE	FECHA	TÍTULO: / ESCALA:
				DIBUJÓ:	BALSECA H	23/03/2013	TOLVA / 1:20
				REVISÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			NÚMERO DE LÁMINA: 05 DE 19 / SUSTITUCIÓN:

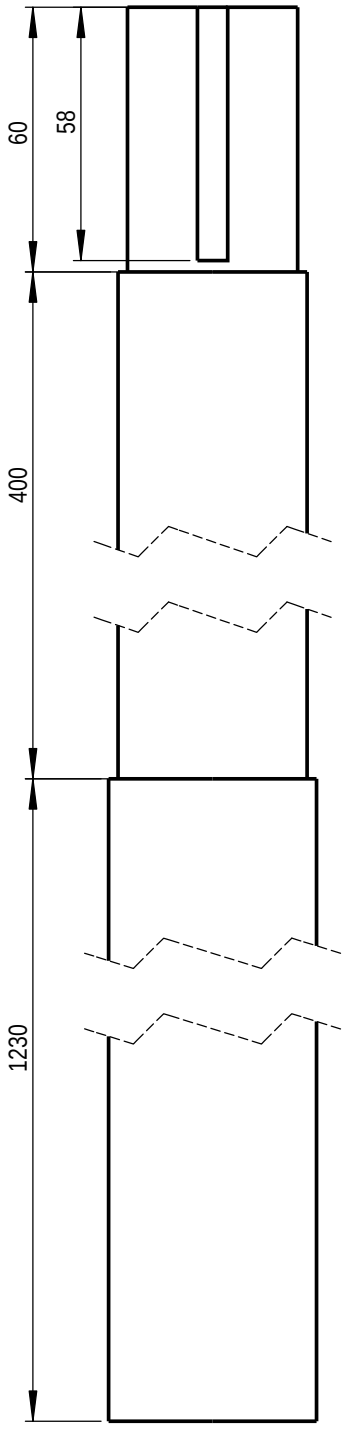
Torneado

N7

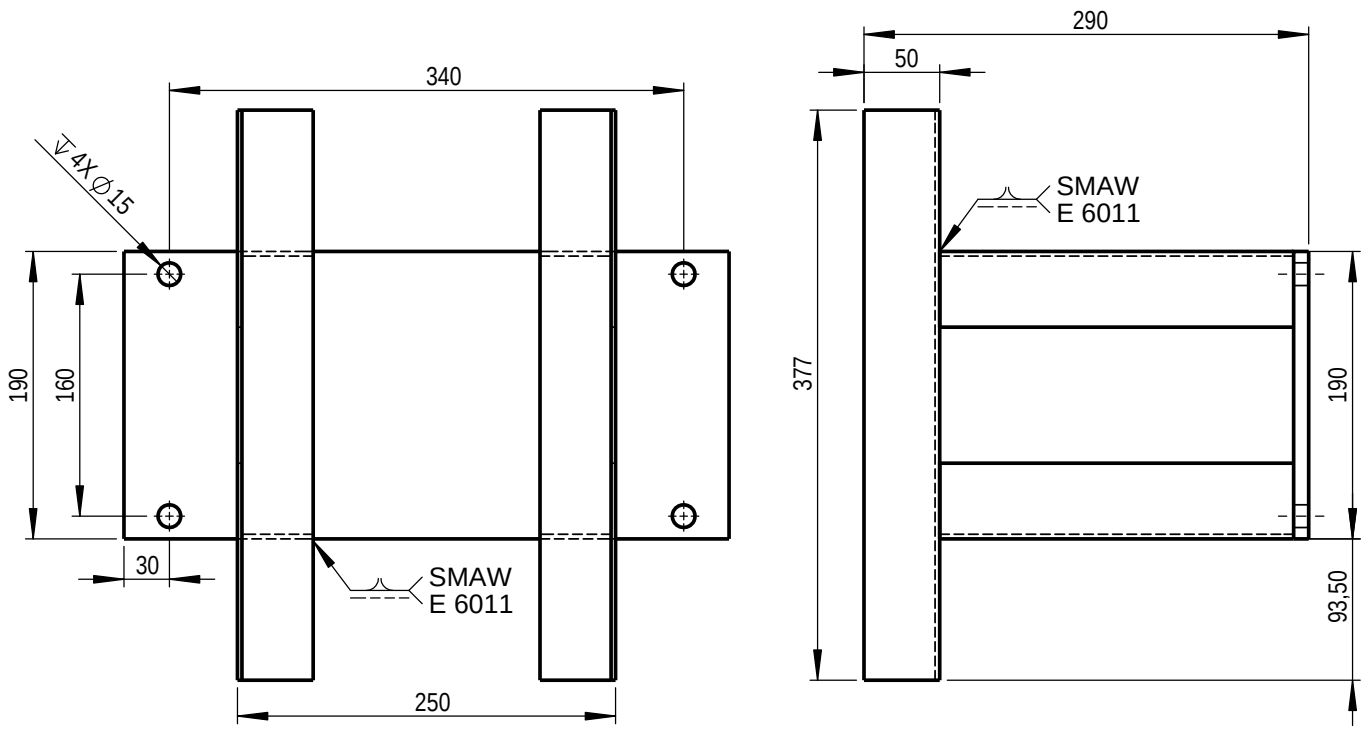


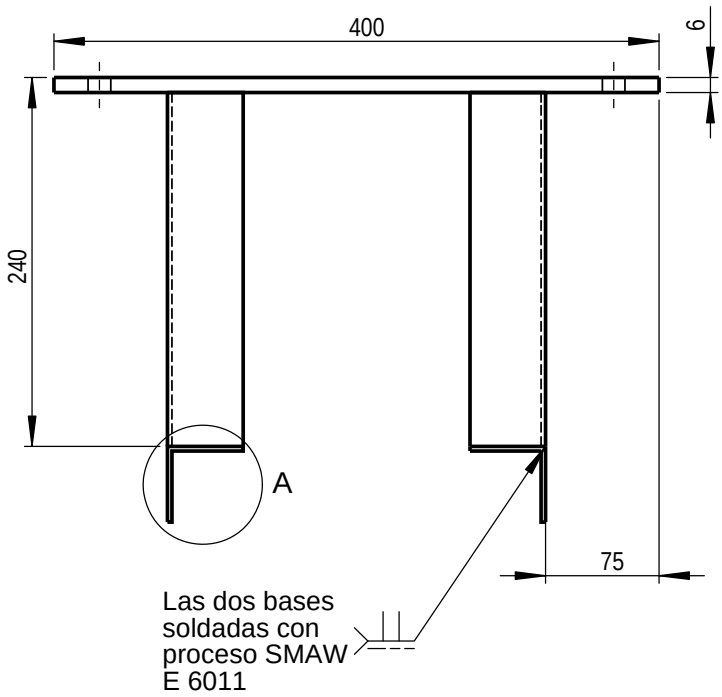


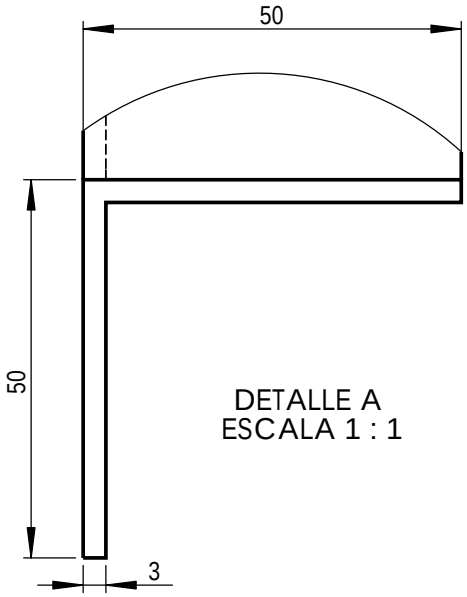
DETALLE A
ESCALA 2 : 1



				TOLERANCIA:		PESO:	MATERIAL:
				± 0,5mm		29 kg	ACERO AISI 1035
					NOMBRE	FECHA	TÍTULO: EJE DEL TORNILLO — ESCALA: 1:20
				DIBUJÓ:	BALSECA H	23/03/2013	
				REVISÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			NÚMERO DE LÁMINA 6 DE 19 — SUSTITUCIÓN:





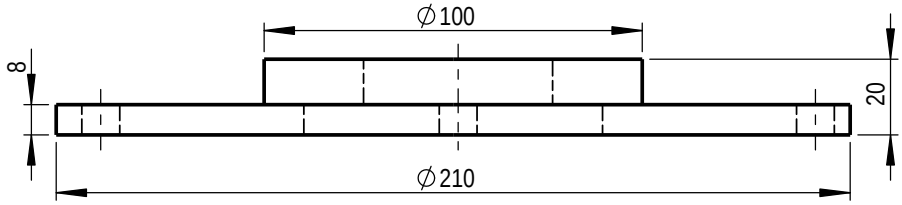


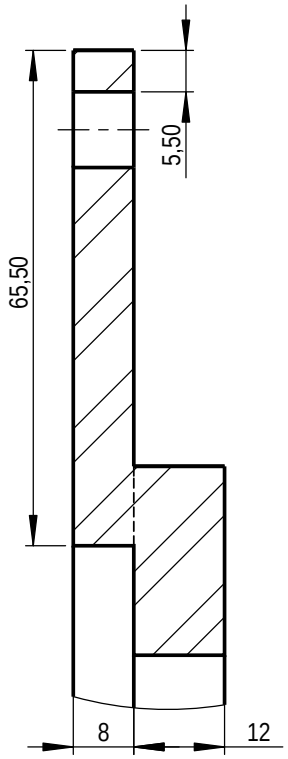
DETALLE A
ESCALA 1 : 1

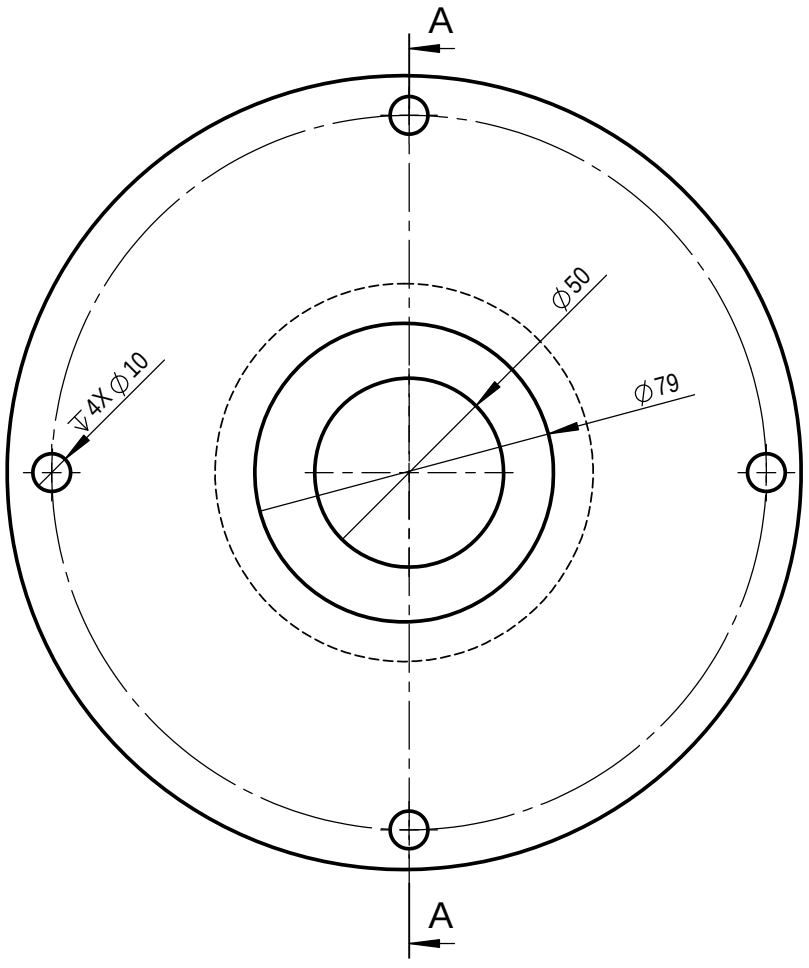
				TOLERANCIA: ± 3mm	PESO: 7,5 kg	MATERIAL: ACERO ASTM A-36
					NOMBRE / FECHA	TÍTULO: ESTRUCTURA DEL EJE — ESCALA: 1:5
				DIBUJÓ:	BALSECA H / 23/03/2013	
				REVISÓ:	Ing. Villacis s. / 23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis s. / 23/03/2013	
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		NÚMERO DE LÁMINA 07 DE 19 — SUSTITUCIÓN:

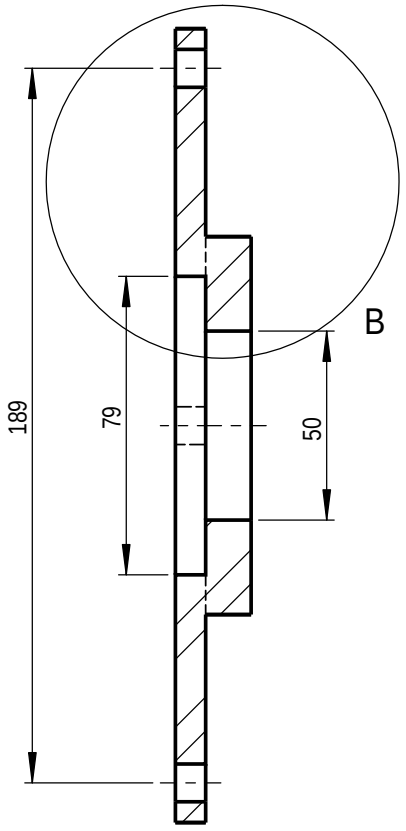
Torneado
N7

DETALLE B
ESCALA 1 : 1



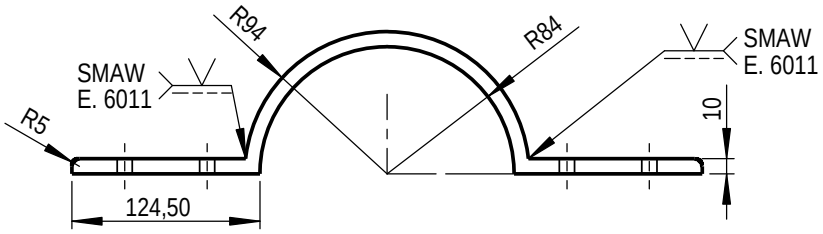


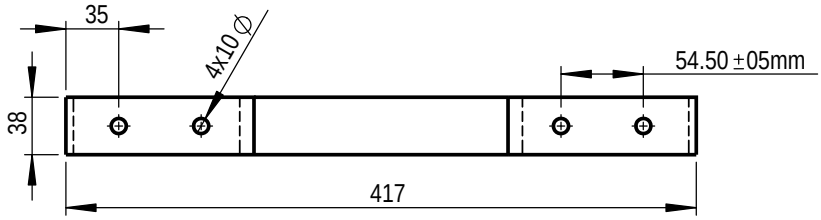




CORTE A-A
ESCALA 1 : 2

				TOLERANCIA: ± 1mm	PESO: 2.4 kg	MATERIAL: PLANCHA ACERO A 588 Gr A
					NOMBRE / FECHA	TÍTULO: BRIDA PARA EJE - CILINDRO — ESCALA: 1:20
				DIBUJÓ:	BALSECA H / 23/03/2013	
				REVISÓ:	Ing. Villacis s. / 23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis s. / 23/03/2013	
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		NÚMERO DE LÁMINA: 09 DE 19 — SUSTITUCIÓN:

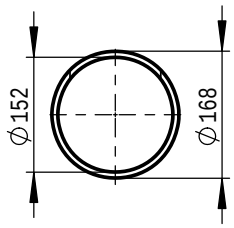


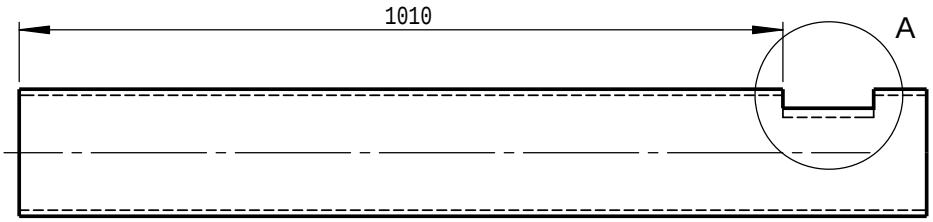


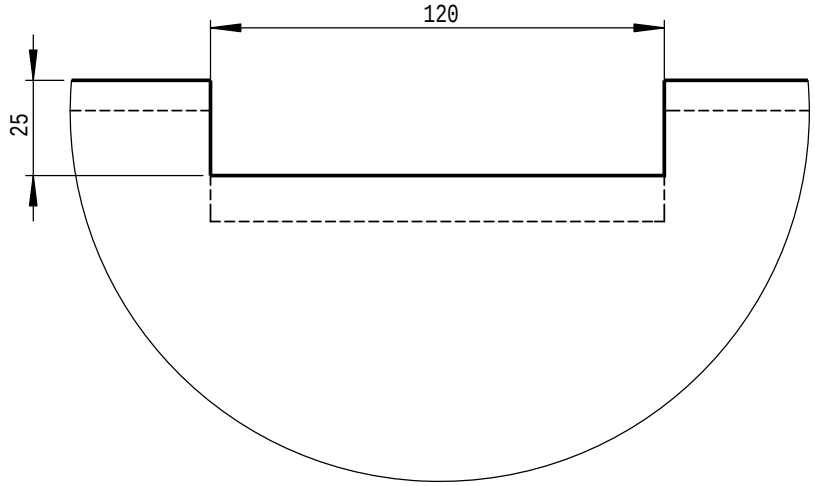
				TOLERANCIA:		PESO:	MATERIAL:
				± 3mm		1.5 kg	ACERO ASTM A-36 (PLATINA 3/8"X1 1/2")
					NOMBRE	FECHA	TÍTULO: / ESCALA:
				DIBUJÓ:	BALSECA H	23/03/2013	ABRAZADERA SUPERIOR / 1:20
				REVISÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			NÚMERO DE LÁMINA: 11 DE 19 / SUSTITUCIÓN:

Rectificado

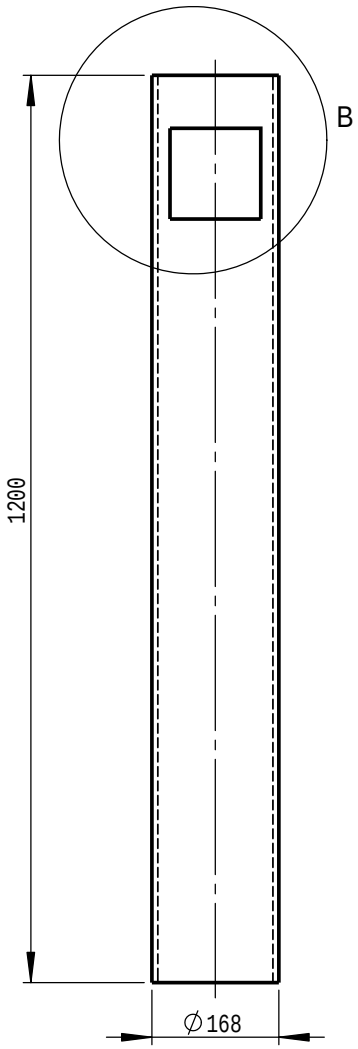
N6

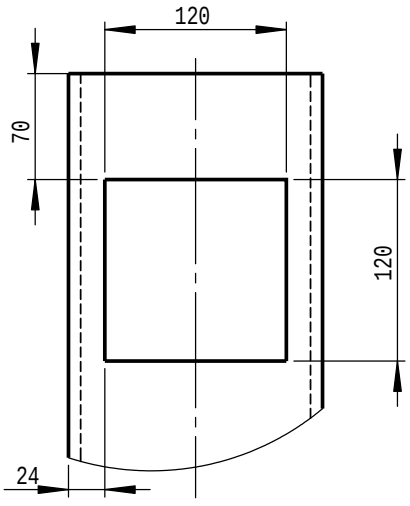






DETALLE A
ESCALA 1 : 2



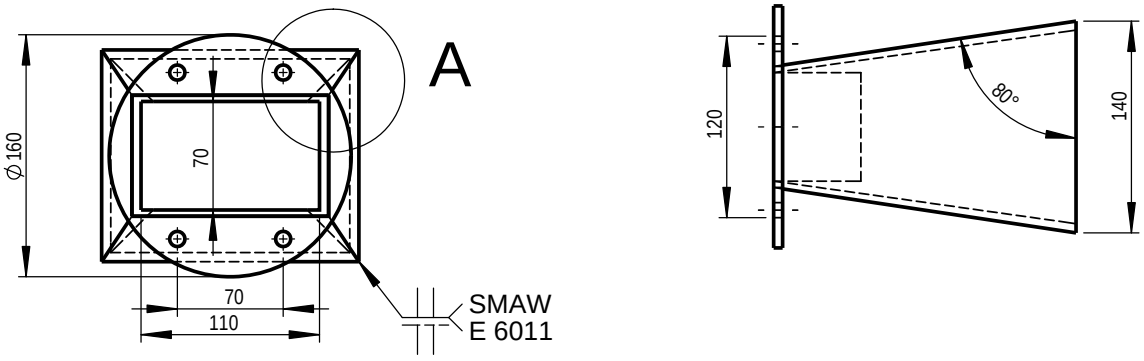


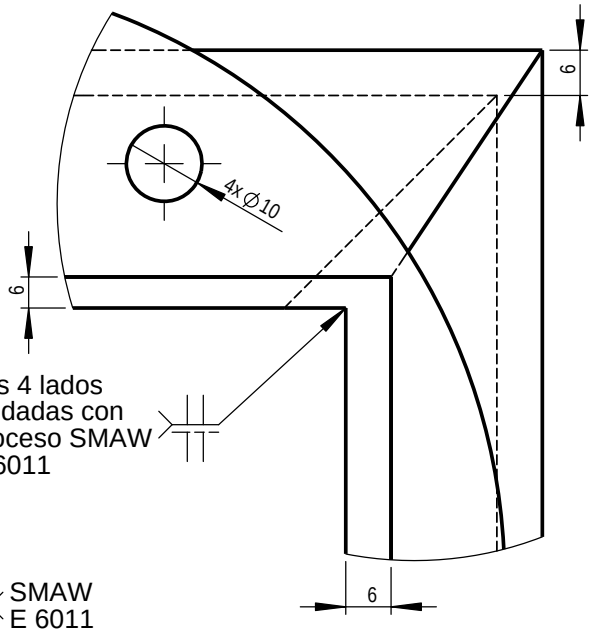
DETALLE B
ESCALA 1 : 5

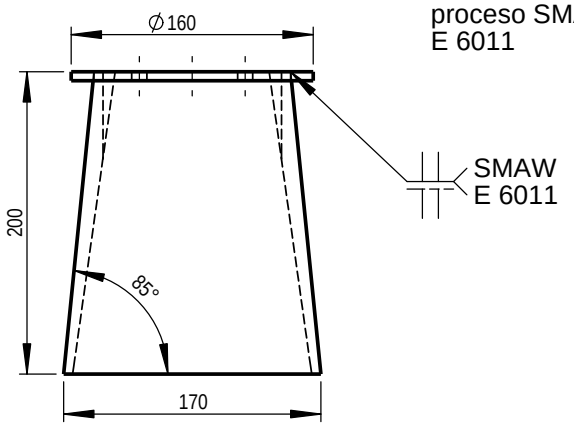
				TOLERANCIA: ± 5mm	PESO: 37 kg	MATERIAL: ACERO ASTM 635 CS
					NOMBRE / FECHA	TÍTULO: CILINDRO / ESCALA: 1:20
				DIBUJÓ:	BALSECA H / 23/03/2013	
				REVISÓ:	Ing. Villacis s. / 23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis s. / 23/03/2013	
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		NÚMERO DE LÁMINA 12 DE 19 / SUSTITUCIÓN:

Taladrado - rectificado

N7

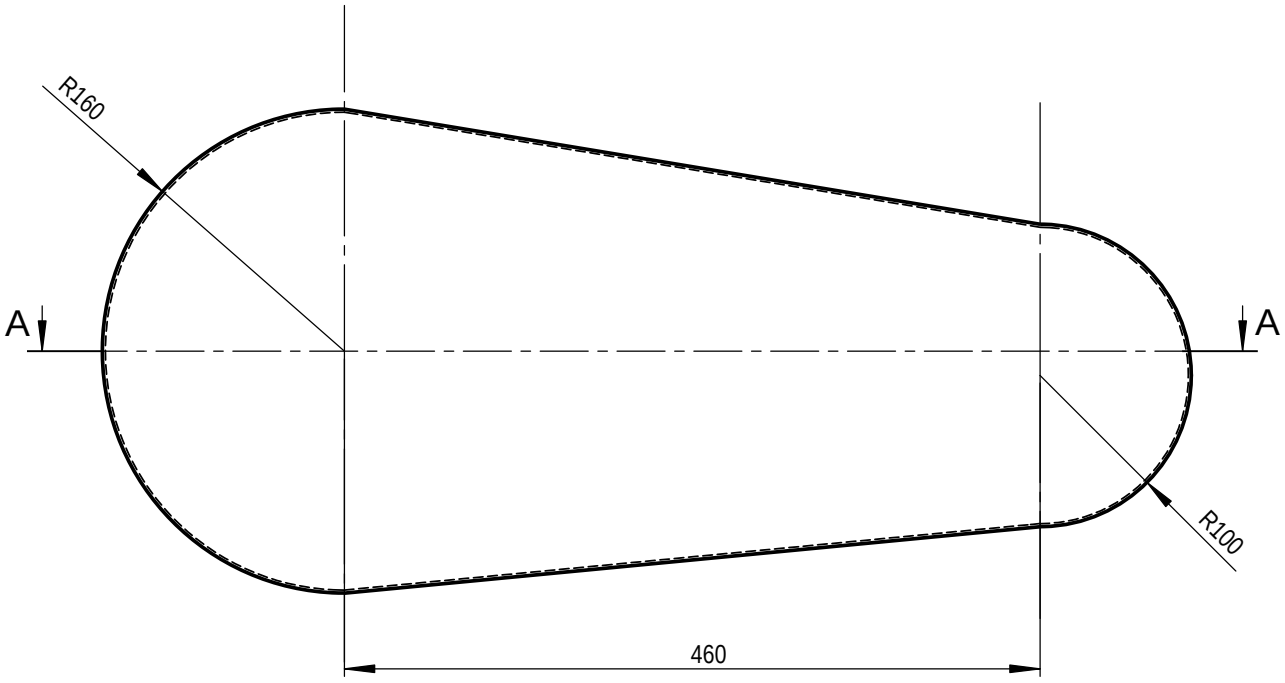


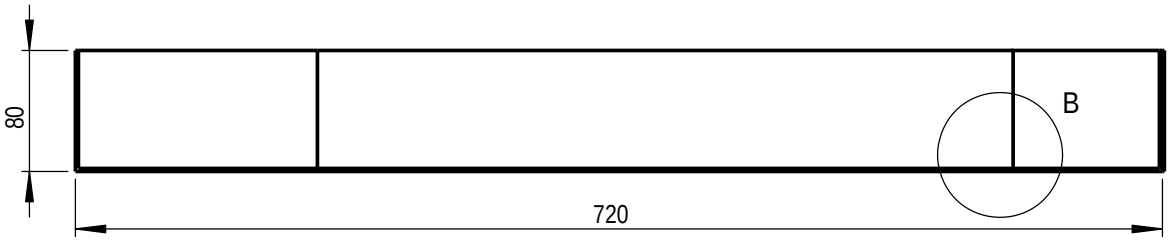




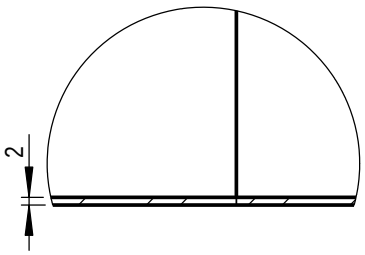
DETALLE A
ESCALA 1 : 1

				TOLERANCIA:		PESO:	MATERIAL:
				± 5mm		7.7 kg	ACERO ASTM 588 Gr A (Plancha e = 1/4")
					NOMBRE	FECHA	TÍTULO:
				DIBUJÓ:	BALSECA H	23/03/2013	CONO EXTRUSOR
				REVISÓ:	Ing. Villacis S.	23/03/2013	ESCALA: 1:10
				APROBÓ:	Ing. Villacis S.	23/03/2013	
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			NÚMERO DE LÁMINA 13 DE 19
							SUSTITUCIÓN:



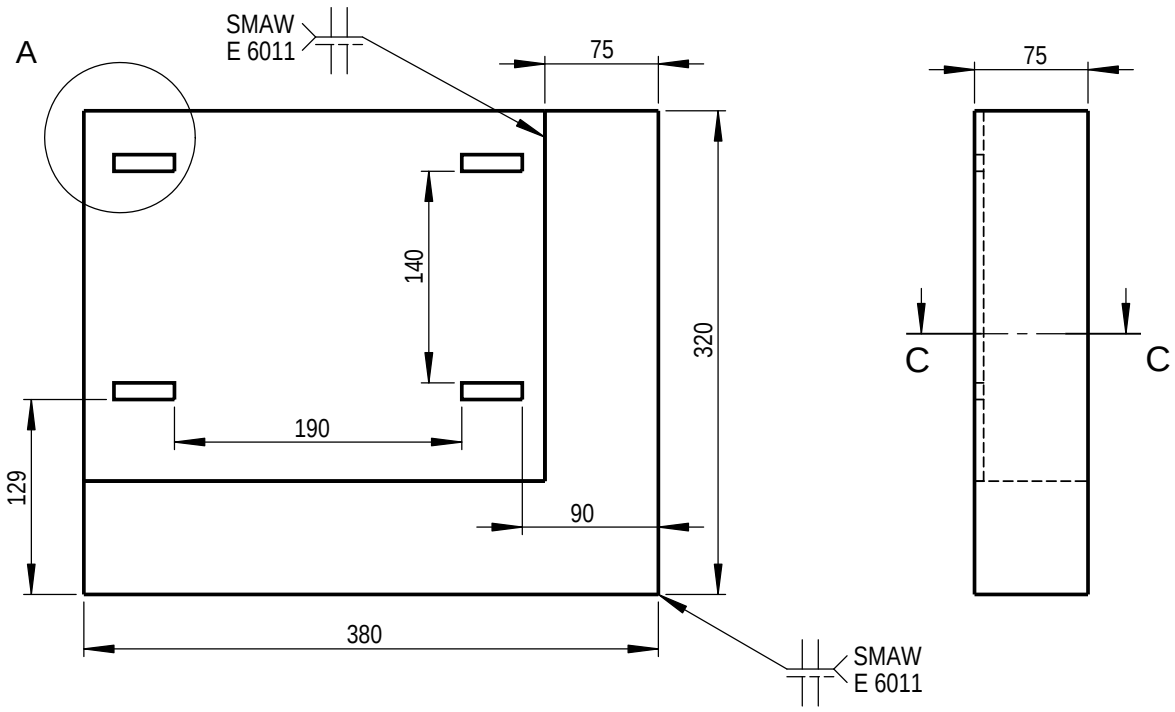


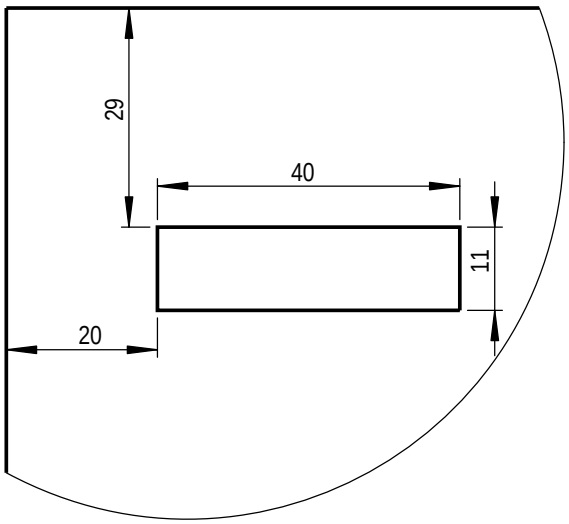
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5



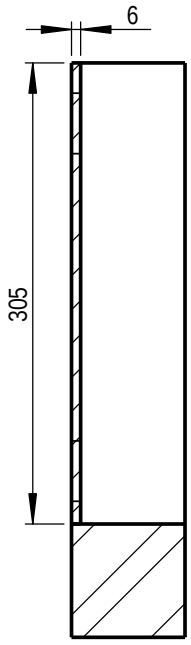
DETALLE B
ESCALA 1 : 2

TOLERANCIA: ± 3mm			PESO: 4.6 kg	MATERIAL: ACERO ASTM A-653 CS e = 2mm		
		NOMBRE	FECHA	TÍTULO: TAPA DE PROTECCIÓN POLEAS		ESCALA: 1:5
DIBUJÓ:	BALSECA H	23/03/2013				
REVISÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013				
APROBÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013				
U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA				NÚMERO DE LÁMINA 14 DE 19		
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	SUSTITUCIÓN:		





DETALLE A
ESCALA 1 : 1

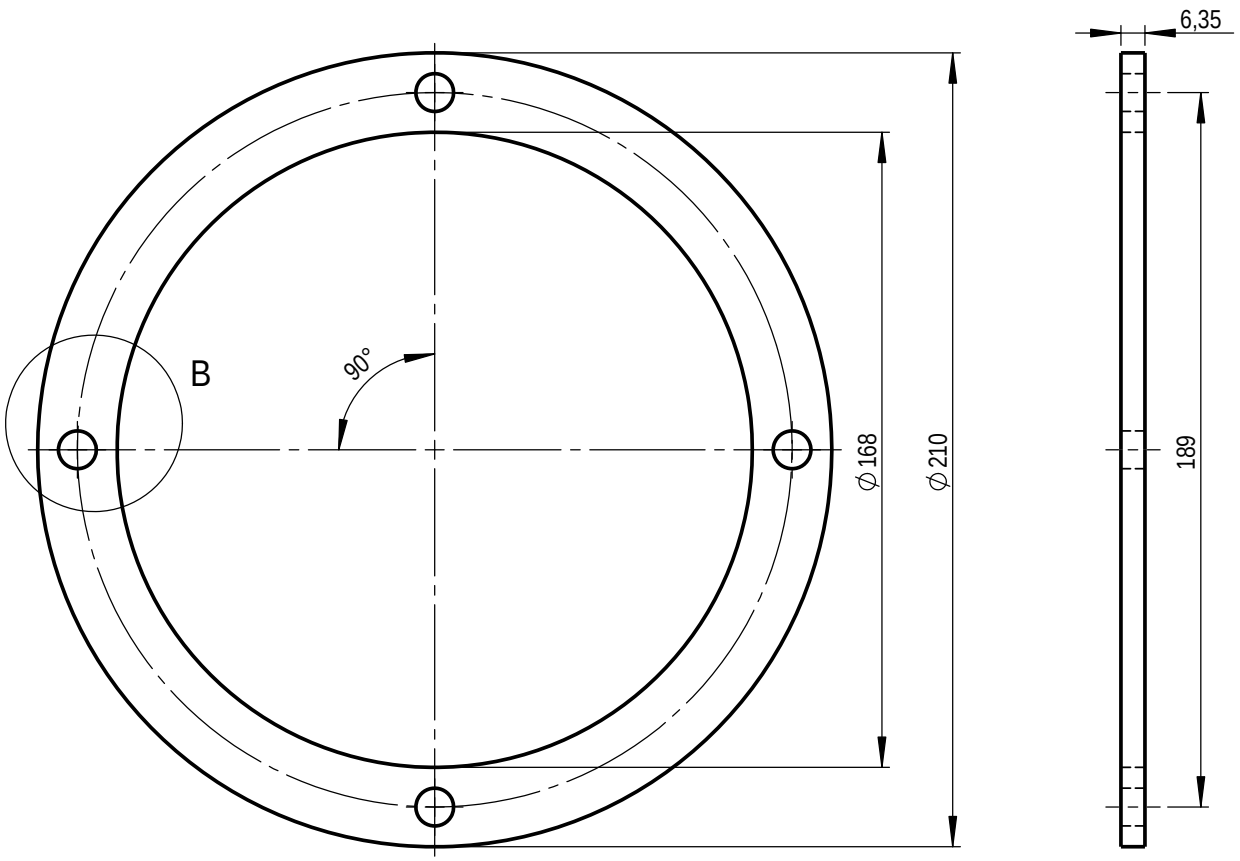


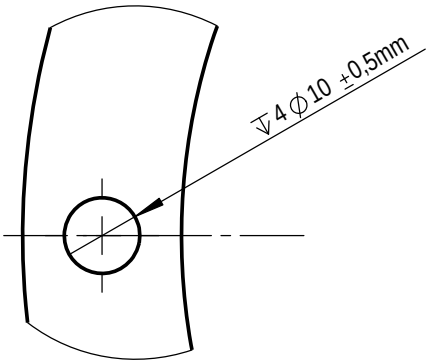
CORTE C-C

				TOLERANCIA: ± 3mm		PESO: kg	MATERIAL: ACERO ASTM A-36
					NOMBRE	FECHA	TÍTULO: BASE DEL MOTOR
				DIBUJÓ:	BALSECA H	23/03/2013	ESCALA: 1:5
				REVISÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			NÚMERO DE LÁMINA 15 DE 19
							SUSTITUCIÓN:

Rectificado

N5



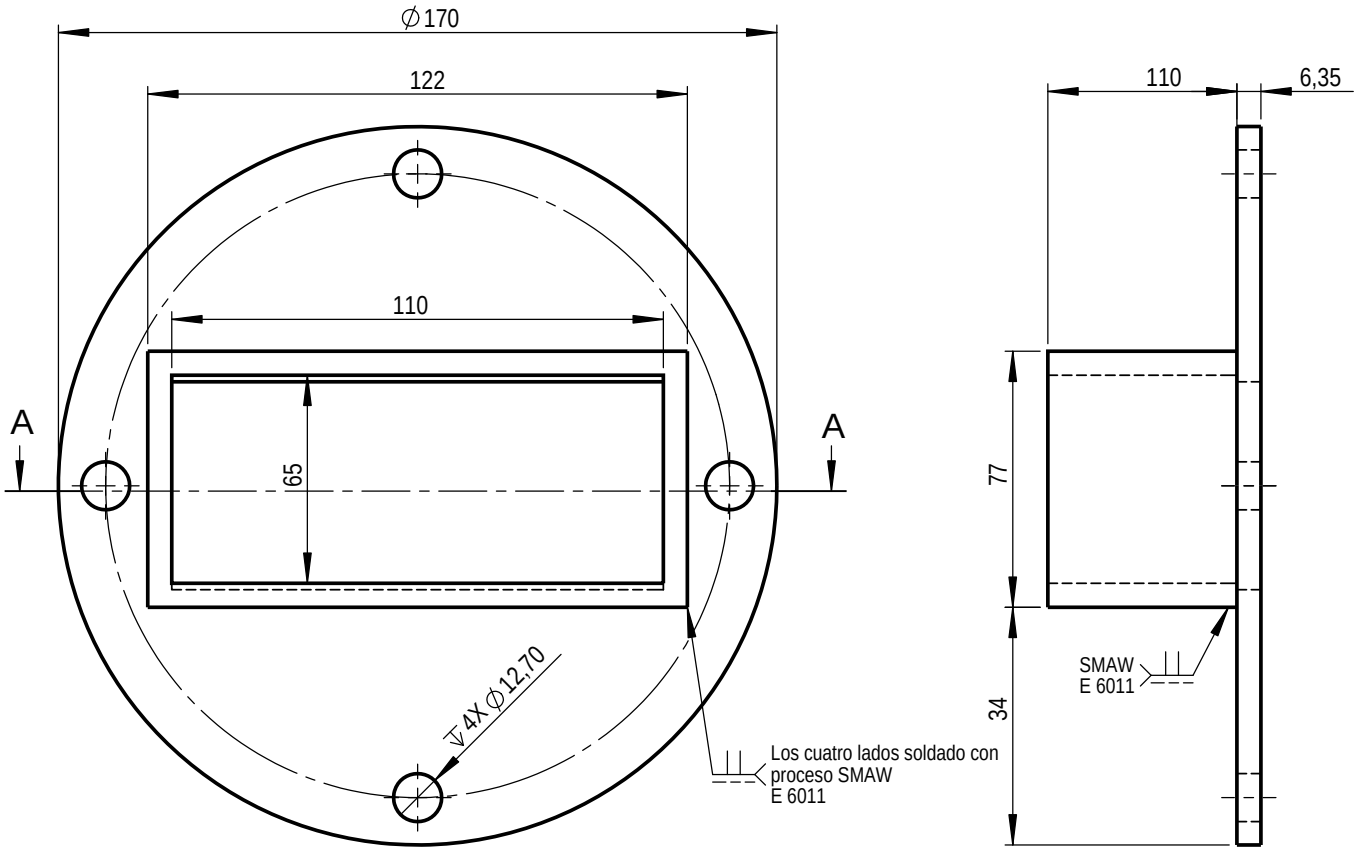


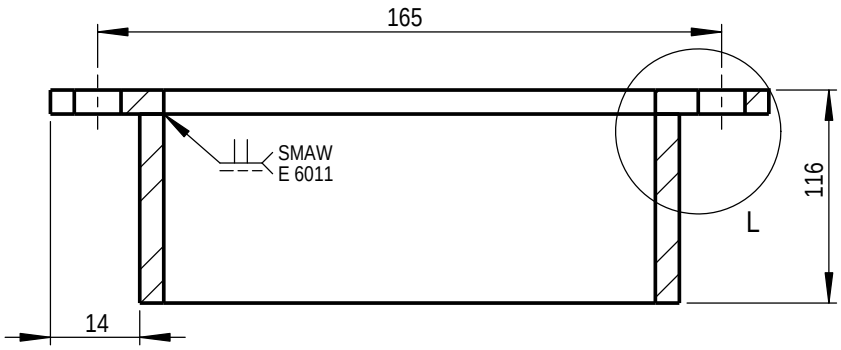
DETALLE B
ESCALA 1 : 1

				TOLERANCIA:		PESO:	MATERIAL:
				± 2mm		0,6 kg	PLANCHA DE ACERO ASTM A-36 (e 1/4")
					NOMBRE	FECHA	TÍTULO: BRIDA DEL CILINDRO — ESCALA: 1:2
				DIBUJÓ:	BALSECA H	23/03/2013	
				REVISÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			NÚMERO DE LÁMINA 18 DE 19
							SUSTITUCIÓN:

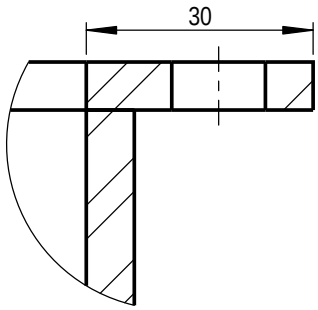
Rectificado

N6



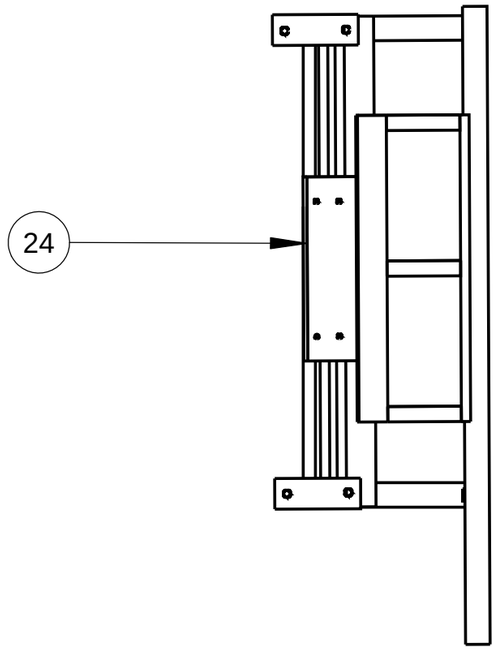


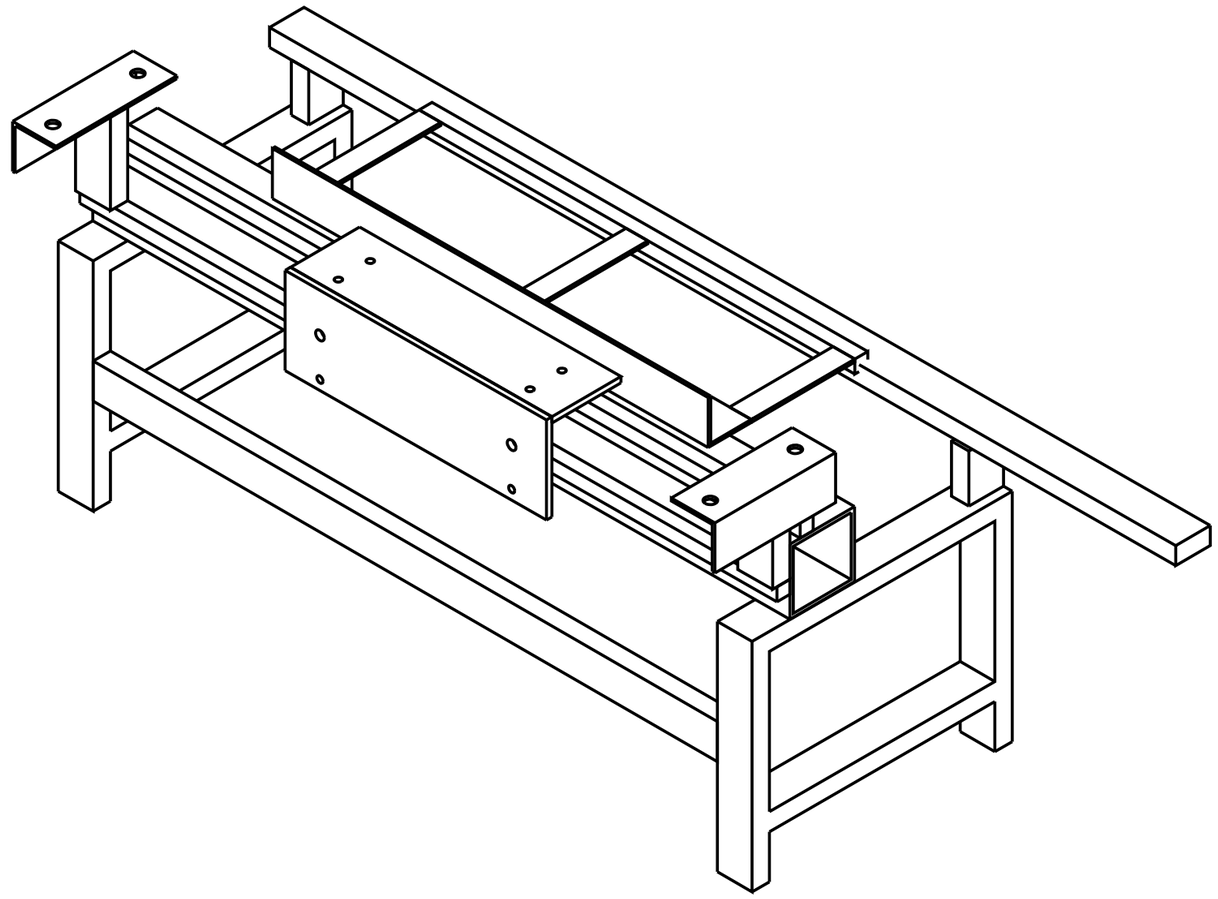
CORTE A-A
ESCALA 1 : 2

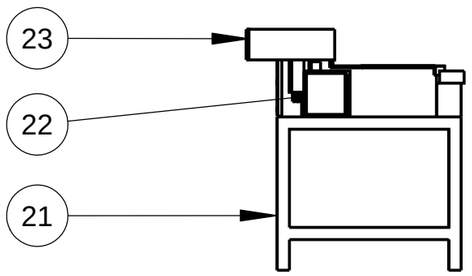


DETALLE L
ESCALA 1 : 1

				TOLERANCIA: ± 3mm		PESO: 16,5 kg	MATERIAL: PLACA DE ACERO ASTM A 588 Gr A (e 1/4")
					NOMBRE	FECHA	TÍTULO: MOLDE
				DIBUJÓ:	BALSECA H	23/03/2013	ESCALA: 1:5
				REVISÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis s.	23/03/2013	
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			NÚMERO DE LÁMINA 19 DE 19
							SUSTITUCIÓN:







Núm	Cant	Denominación	Material	Dimenciones	Observaciones
20	1	Carro movil	Acero ASTM A-588 Gr CS	500mm*185mm*100mm	Soldado
19	1	Cabezal soporte de guías	Acero ASTM A-36	800mm*143mm*75mm	Soldado
18	2	Guías para el carro movil	Acero AISI 705	Barra cuadrada de 15mm	Comprado
17	1	Estructura mecanismo de corte	Acero ASTM A-36	800mm*300mm*250mm	Soldado

EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE

TOLERANCIA: ± 5mm

PESO: TOLERANCIA:

MATERIAL: ACERO ASTM A-588 Y A-36

	NOMBRE	FECHA
DIBUJÓ	BALSECA H	23-03-2013
REVISÓ	Ing Vilatus S	23-03-2013
APROBÓ	Ing Vilatus S	23-03-2013

U.T.A.

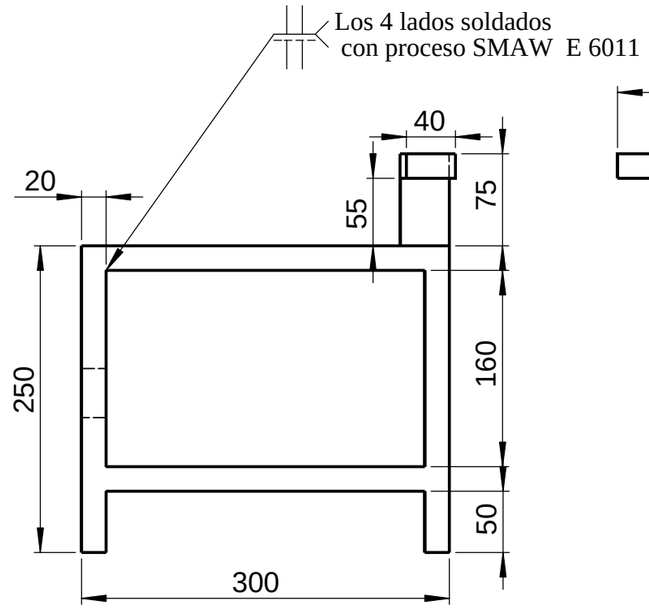
INGENIERÍA MECÁNICA

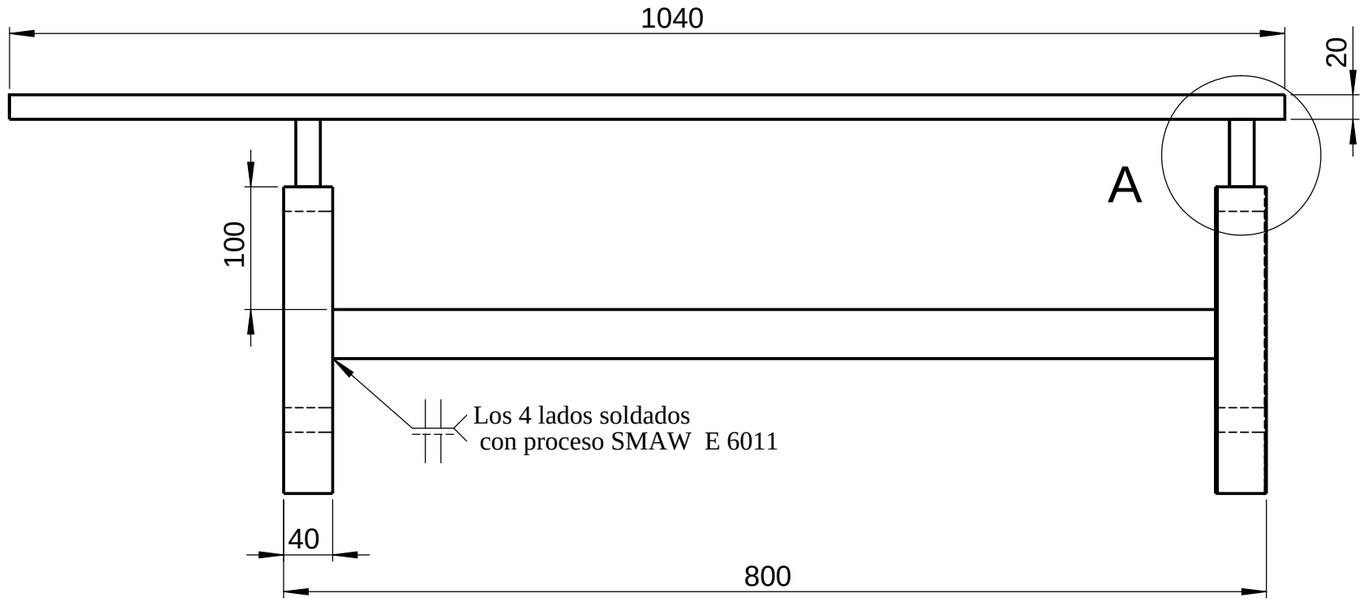
TÍTULO: MECANISMO DE CORTE

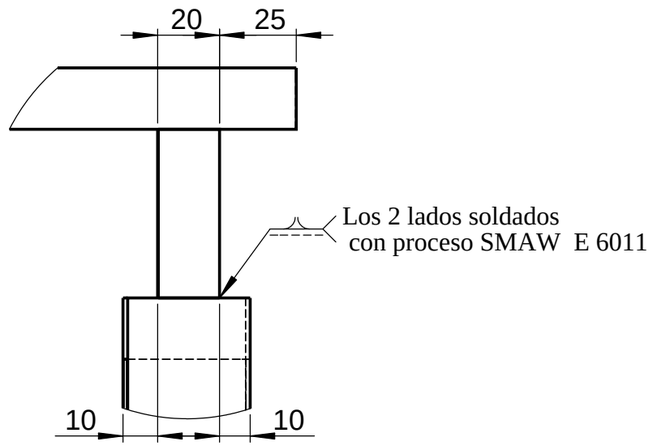
ESCALA: 1:5

NÚMERO DE LÁMINA:. 20 DE 24

SUSTITUCIÓN:





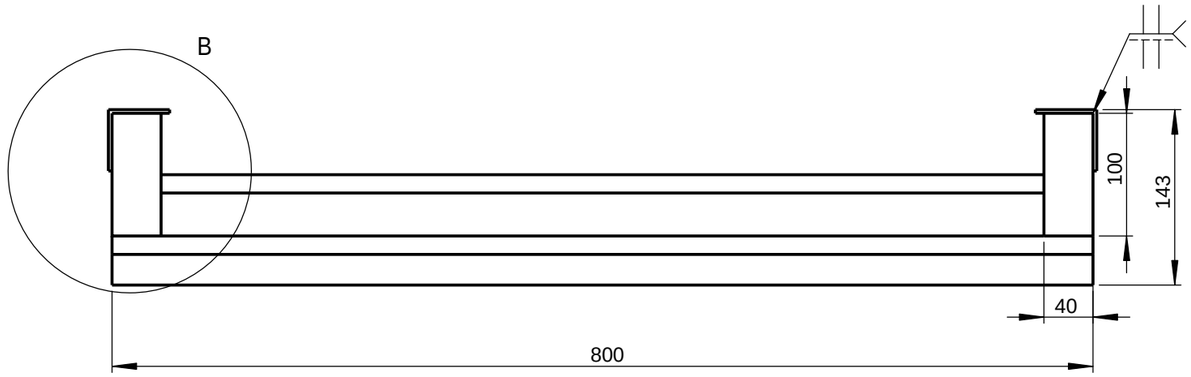


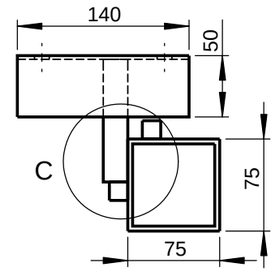
DETALLE A
ESCALA 1 : 2

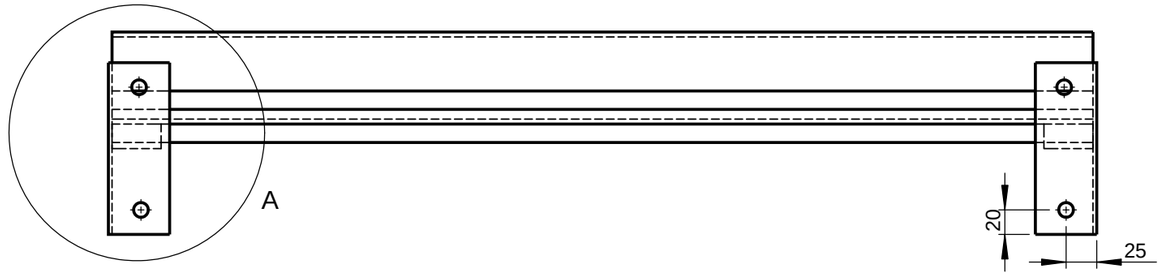
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				± 0.5mm	13 kg	ACERO ASTM A-36	
					NOMBRE	FECHA	TÍTULO: ESCALA:
				DIBUJÓ	BALSECA H	23.09.2019	ESTRUCTURA PARA CORTE 1:5
				REVISÓ:	Ing Villacis S	23.09.2013	
				APROBÓ	Ing Villacis S	23.09.2013	
				U.T.A.		NÚMERO DE LÁMINA:.	21 DE 19
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	INGENIERÍA MECÁNICA		SUSTITUCIÓN:	

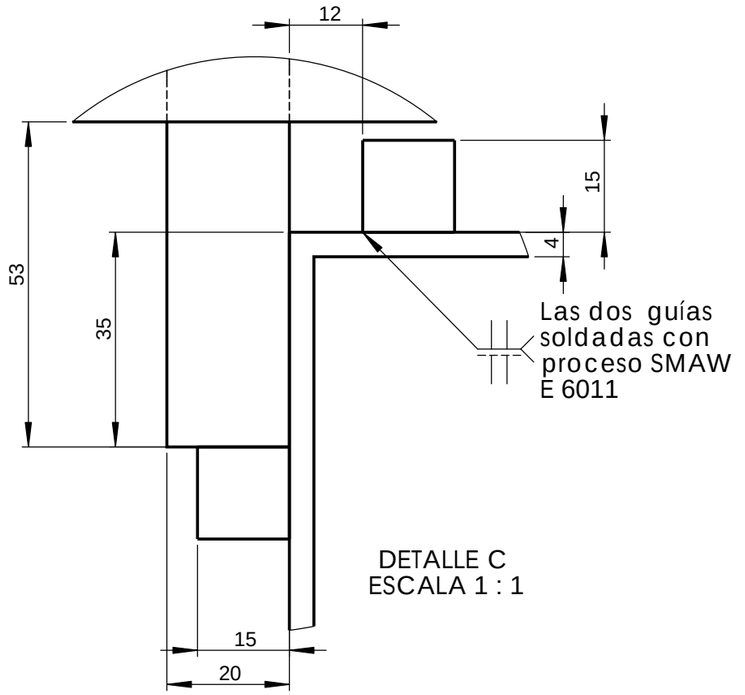
Taladrado - limado

N7

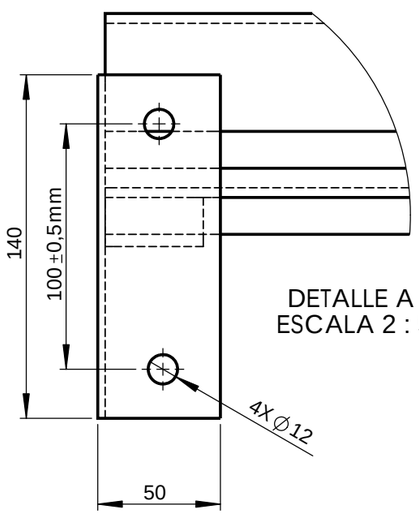




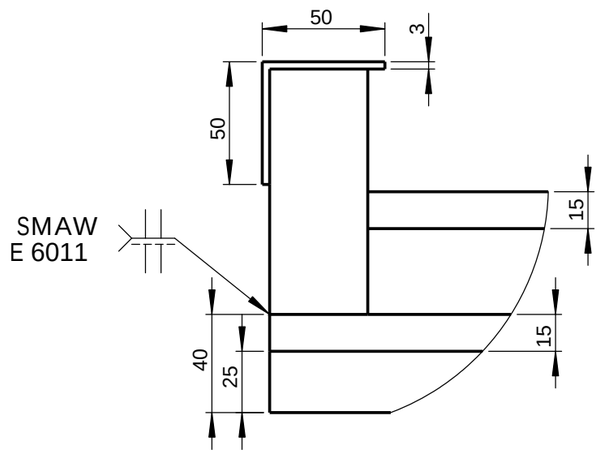




DETALLE C
ESCALA 1 : 1



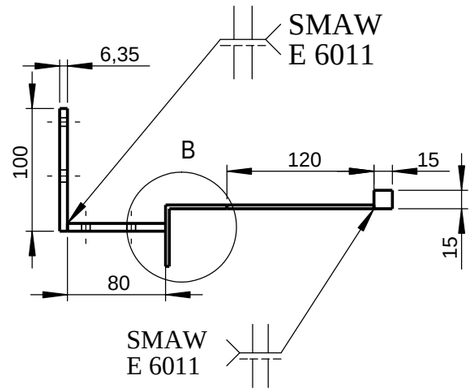
DETALLE A
ESCALA 2 : 5

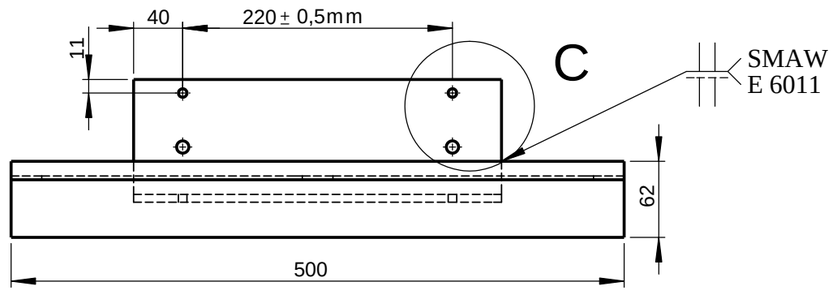


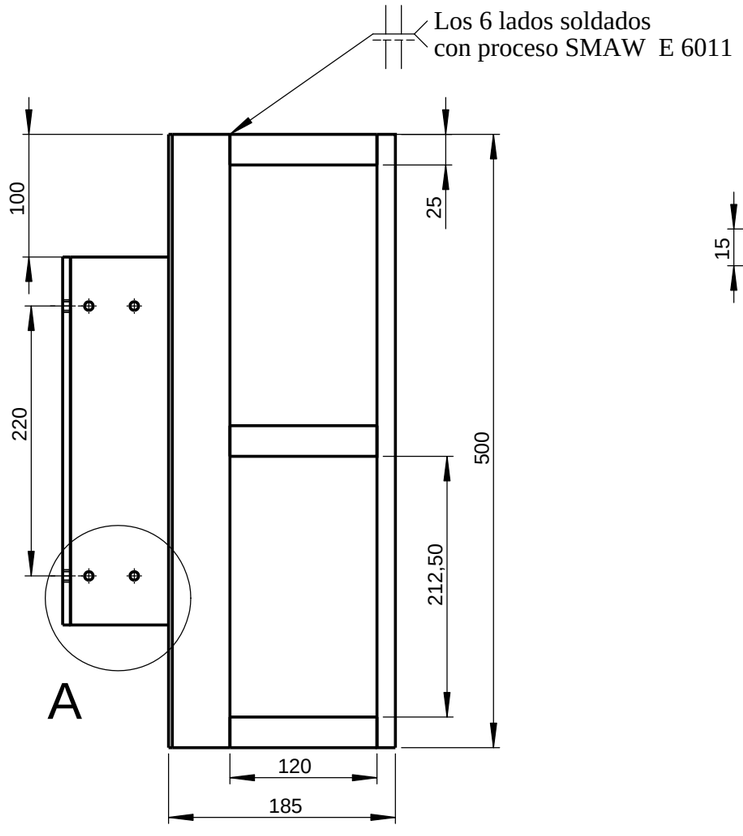
DETALLE B
ESCALA 2 : 5

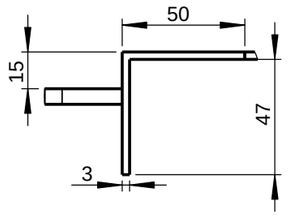
				TOLERANCIA:		PESO:	MATERIAL:
				±3mm		14.5 Kg	ACERO ASTM A-36
					NOMBRE	FECHA	TÍTULO:
				DIBUJÓ:	BALSECA H.	23-03-2013	CABEZAL SOPORTE DE GUÍAS
				REVISÓ:	Ing. Villacis S.	23-03-2013	ESCALA: 1:5
				APROBÓ:	Ing. Villacis S.	23-03-2013	
				U.T.A.			NÚMERO DE LÁMINA:. 23 DE24
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	INGENIERÍA MECÁNICA			SUSTITUCIÓN:

Taladrado - Limado
N7

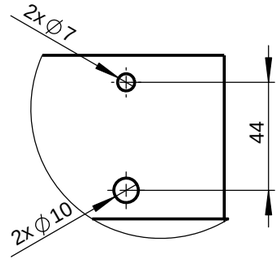




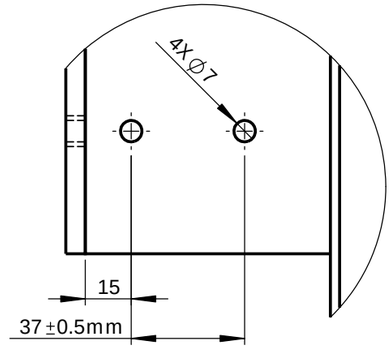




DETALLE B
ESCALA 2 : 5



DETALLE C
ESCALA 2 : 5



DETALLE A
ESCALA 1 : 2

				TOLERANCIA: ± 5mm	PESO: 12 kg	MATERIAL: ACERO ASTM A 588 Gr A
					NOMBRE / FECHA	TÍTULO: CARRO MOVIL — ESCALA: 1: 5
				DIBUJÓ:	BALSECA H. 23-03-2013	
				REVISÓ:	Ing. Villacis S. 23/03/2013	
				APROBÓ:	Ing. Villacis S. 23/03/2013	
				U.T.A.		NÚMERO DE LÁMINA:. 24 DE 24
EDICIÓN	MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	INGENIERÍA MECÁNICA		SUSTITUCION: